

Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores

(*Modern physics in secondary schools: what teachers say about it*)

Fabio Ferreira de Oliveira¹, Deise Miranda Vianna² e Reuber Scofano Gerbassi³

¹*Fundação de Amparo à Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro,
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil,
Colégio pH Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

²*Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

³*Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*

Recebido em 21/11/2006; Aceito em 12/4/2007

O ensino de física no nível médio não tem acompanhado os avanços tecnológicos ocorridos nas duas últimas décadas e tem se mostrado cada vez mais distante da realidade dos alunos. O currículo obsoleto, desatualizado e descontextualizado representa um problema tanto para os professores quanto para os estudantes e torna a prática pedagógica, que normalmente se resume ao quadro de giz, monótona e desinteressante para os atores envolvidos nesse processo. Nesse sentido, pesquisas estão sendo realizadas a fim de desenvolver estratégias que possam promover a motivação e o diálogo nas aulas de ciências, especificamente nas de física. Uma das vertentes que tem se destacado é a introdução de tópicos de física moderna (FM) na grade curricular do ensino médio (EM). Esse trabalho tem por objetivo apresentar o resultado de uma pesquisa realizada com professores de física que atuam no ensino público e privado sobre a introdução de tópicos de FM no EM. Com base nos resultados da pesquisa elaboramos uma proposta metodológica para ensinar raios-X com ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e submetemos o texto à validação dos pares, obtendo um resultado bastante satisfatório em termos de aceitação e disponibilidade para utilização desse material.

Palavras-chave: ensino de física, física moderna.

The teaching of physics in secondary schools has not been able to follow the technological advances that took place in the last decades and has proved to be farther from student's reality than ever. Obsolete and out of context programs represent a problem to teachers and students, turning teaching and learning into a tedious and uninteresting experience for those involved in the process. Many researches have been carried out with the objective of developing strategies that can promote motivation and dialogues in science classes, specifically in physics. One of the most outstanding trends has been to introduce modern physics topics in secondary school curriculum. The present paper aims at presenting the results of a research on public and private school teachers regarding the introduction of modern physics topics in secondary classrooms. Based on the research results, we have developed a methodology to teach about X-ray by emphasizing its scientific, technologic and social aspects (STS). We have submitted the present text to our peers and have obtained very good results in terms of the acceptance of and readiness to adopt the material.

Keywords: physics teaching, modern physics.

1. Introdução

Nas últimas décadas os avanços científicos e tecnológicos têm despertado nos jovens olhares mais atentos sobre temas relacionados às ciências de uma forma geral. A física, em particular, tem contribuído de forma significativa nesse sentido, principalmente para o desenvolvimento da medicina e das engenharias.

Porém é preocupante como o ensino de ciências, particularmente a física no ensino médio, não tem acompanhado esse desenvolvimento e cada vez mais se dis-

tancia das necessidades dos alunos no que diz respeito ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais.

Um dos fatores que contribuem para esse quadro é a defasagem em termos de conteúdo do atual currículo de física e aquilo que o aluno é informado, pela mídia escrita e falada, sobre os avanços e descobertas científicas no campo da física no Brasil e no mundo.

É comum, nas aulas de física, os alunos trazerem discussões sobre assuntos que leram ou ouviram em revistas, jornais e telejornais e que, por serem mais atuais e/ou estarem presentes no seu dia a dia, desper-

¹E-mail: deisemv@if.ufrj.br.

tam neles um interesse em conhecer e entender que princípios físicos explicam dado fenômeno.

A lacuna provocada por um currículo de física desatualizado resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso não permite que ele compreenda qual a necessidade de se estudar essa disciplina que, na maioria dos casos, se resume em aulas baseadas em fórmulas e equações matemáticas, excluindo o papel histórico, cultural e social que a física desempenha no mundo em que vive.

O quadro se agrava à medida que esse aluno, quando termina o ensino médio, pára de estudar ou envereda por carreiras onde não há mais ênfase numa formação científica. Nesses casos, o ensino médio constitui o último contato formal com a física. Dessa forma, os problemas encontrados nesse segmento do ensino, no que diz respeito a uma formação científica mais atual e mais presente no dia a dia, contribuem de forma negativa para a formação da cidadania de boa parte dos alunos.

O objeto de estudo desse artigo foi a realização de uma pesquisa com os professores de física do EM, a fim de saber sua opinião sobre a introdução de tópicos de física moderna e contemporânea, particularmente os raios-X, no currículo desse segmento do ensino. Esse trabalho serviu de base para a construção de uma proposta metodológica² onde o tópico escolhido foi contemplado num enfoque em ciência, tecnologia e sociedade (CTS), proposta essa destinada a ser aplicada no EM público e privado.

2. A física moderna e contemporânea no ensino médio

2.1. O que dizem as pesquisas

Algumas pesquisas na área de ensino de física têm contribuído com propostas que apontam caminhos para um ensino de física mais atual, eficaz e contextualizado. Duas vertentes foram analisadas: a necessidade de uma atualização curricular [1-4] e a introdução de conceitos de física moderna e contemporânea na grade curricular do ensino médio [3-4, 7-13].

Ostermann e Moreira [4, p. 391], apoiados numa revisão de literatura sobre a atualização do currículo de física do ensino médio, destacam algumas razões:

- Despertar a curiosidade dos alunos e ajudá-los a reconhecer a física como um empreendimento humano;
- Os estudantes ouvem falar em temas como buracos negros e big bang na televisão ou em filmes de ficção científica, mas nunca nas aulas de física.

- O ensino de temas atuais da física pode contribuir para transmitir aos alunos uma visão mais correta dessa ciência e da natureza do trabalho científico, superando a visão linear do desenvolvimento científico, hoje presente nos livros didáticos e nas aulas de física.

É importante ressaltar que a atualização do currículo não pode ser desvinculada da preocupação com a formação inicial e continuada de professores. Não basta introduzir novos assuntos que proporcionem análise e estudos de problemas mais atuais se não houver uma preparação adequada dos alunos das licenciaturas para esta mudança e se o profissional em exercício não tiver a oportunidade de se atualizar. Os professores precisam ser os atores principais no processo de mudança curricular, pois serão eles que as implementarão na sua prática pedagógica.

Terrazzan [1] afirma que a divisão curricular³ adotada no ensino de física nas escolas do EM segue, basicamente, a seqüência ditada pelos modelos estrangeiros, o que na prática exclui a física desenvolvida no último século e não permite que os alunos a compreendam como um empreendimento humano. Adverte ainda que qualquer proposta que vise uma reformulação no currículo dessa disciplina deve respeitar a inserção dos professores que atuam nesse nível de ensino no desenvolvimento dessa tarefa.

Ostermann e Moreira [3, p. 11], num estudo sobre a introdução de dois tópicos de FMC (partículas elementares e supercondutividade) com alunos da graduação em física, nas aulas dessa disciplina em escolas públicas e particulares, concluíram que:

[...] É viável ensinar FMC no EM, tanto do ponto de vista do ensino de atitudes quanto de conceitos. É um engano dizer que os alunos não têm capacidade para aprender tópicos atuais. A questão é como abordar tais tópicos [...] Se houve dificuldades de aprendizagem não foram muito diferentes das usualmente enfrentadas com conteúdos da física clássica [...] Os alunos podem aprendê-la se os professores estiverem adequadamente preparados e se bons materiais didáticos estiverem disponíveis.

A discussão sobre a necessidade de atualização curricular, com base nas pesquisas analisadas, parece constituir um assunto esgotado. Os principais problemas que surgem dessa análise referem-se ao ‘como fazer’, a fim de que os tópicos de FMC não se tornem apenas mais um “tópico problemático” num currículo que necessita de uma reforma urgente.

² A proposta metodológica encontra-se disponível em <http://www.uniescola.ufrj.br/fisica/teses/fabio.pdf>.

³ Apesar dessa tese ter 13 anos, suas referências continuam atuais, o que mostra a inércia em termos de mudança nos currículos de física do EM atual.

O caráter formativo desses tópicos deve ser priorizado e faz-se necessário buscar propostas que fujam da mera informalidade do assunto, a fim de que não sejam inseridos como pontos isolados em um currículo que já é bastante extenso.

2.2. Quais os tópicos de FMC mais importantes?

Numa pesquisa realizada entre físicos, pesquisadores em ensino de física e professores de física do EM, Ostermann e Moreira [5] elaboraram uma lista consensual sobre quais tópicos de FMC deveriam ser abordados no EM no intuito de atualizar o currículo de física deste nível.

Assim, os tópicos mais importantes na opinião dos entrevistados foram: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios-X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, big bang, estrutura molecular e fibras ópticas.

O resultado dessa pesquisa delimita um quadro favorável em termos de quantidade e diversidade de tópicos de FMC que podem ser utilizados no currículo do EM e que traduzem a vontade da comunidade científica.

2.3. O que consta na legislação

Uma análise dos textos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional [14], dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN [15] e, mais recentemente, das Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCN+ [16], mostra que o 'Novo Ensino Médio' deve priorizar "[...]a formação geral em oposição à formação específica; o desenvolvimento de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização" [15, p. 5].

Com relação ao ensino de física nesse nível de ensino, indicam que a escolha dos temas a serem abordados deve ser feita de modo que o conhecimento de física deixe de se estruturar como um objeto em si mesmo, passando a ser entendido como um instrumento para a compreensão do mundo.

Os textos assinalam que os conhecimentos de física são fundamentais para a formação científica do cidadão contemporâneo e que o estudo dos conceitos físicos deve ser contextualizado e interagir com outras disciplinas de forma a ganhar sentido quando aplicado ao dia a dia de jovens e adolescentes. Apontam ainda para o fato de que alguns aspectos da chamada física moderna são indispensáveis para que os alunos possam adquirir uma compreensão mais abrangente dos conhecimentos

físicos necessários para o entendimento das tecnologias mais recentes.

Assim, habilidades e competências precisam ser construídas no ensino de física de forma a dar significado aos conhecimentos adquiridos e "...os critérios que orientam a ação pedagógica deixam, portanto, de tomar como referência primeira 'o que ensinar de física', passando a centrar-se sobre o 'para que ensinar física'..." [16, p. 78.], visando uma formação científica mais crítica e, conseqüentemente, mais adequada à formação da cidadania".

Com relação ao que o texto do PCN+ chama de Temas Estruturadores, onde seis deles foram privilegiados para organizar de forma mais abrangente o ensino de física, nos interessa, mais particularmente, o tema Matéria e Radiação.

Como justificativa para escolha desse tema, ressaltamos a importância do estudo das radiações e suas interações com a matéria, tomando como base *os modelos de constituição da matéria e o espectro eletromagnético* que proporciona uma abordagem e compreensão dos fenômenos associados a essas interações e assim pode ampliar o entendimento do universo físico microscópico.

...O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações... Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias, etc.)... [16, p. 77]

Na sugestão das unidades temáticas relacionadas ao tema Matéria e Radiação, gostaríamos de ressaltar a unidade temática Radiações e suas Interações, onde parte do conteúdo programático foi escolhido por nós para elaborarmos nossa proposta metodológica:

Identificar diferentes tipos de radiações presentes na vida cotidiana, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético (das ondas de rádio aos raios gama) e sua utilização através de tecnologias a elas associadas (radar, rádio, forno de microondas, tomografia etc.) [...] Compreender os processos de interação das radiações com os meios materiais para explicar os fenômenos envolvidos em, por exemplo, fotocélulas, emissão e transmissão de luz, telas de monitores, radiografias [16, p. 78].

Dessa forma, nosso trabalho adotou como referencial teórico as pesquisas em ensino de física, citadas anteriormente, em especial, a pesquisa de Ostermann e Moreira [5] e os documentos oficiais: Lei de Diretrizes

e Bases da Educação Nacional [14], Parâmetros Curriculares Nacionais [15] e, mais recentemente, as Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio [16].

3. A escolha do tópico - raios X

Alguns fatores importantes nos influenciaram a escolher os raios-X como tópico principal na construção da proposta metodológica. Primeiramente, na pesquisa de Ostermann e Moreira [5], onde foi elaborada uma lista consensual de tópicos eleitos como mais importantes dentro do assunto física moderna (FM)⁴ para serem implementados na educação básica, os raios-X figuram como um dos mais importantes.

Um outro fator justifica-se pelo fato de que o seu estudo permite uma abordagem sobre física moderna através de assuntos como os modelos atômicos e o espectro eletromagnético, que já fazem parte do atual currículo de química e de física, respectivamente.

Dessa forma, devido à abrangência do assunto, pode-se relacionar a física com outras áreas do conhecimento, além da química, como a história, através da compreensão do momento histórico em que se deu a divulgação científica de Röntgen, por exemplo, influenciando rapidamente os diagnósticos na medicina, e a biologia, através dos efeitos nocivos da exposição excessiva das células aos raios-X.

Busca-se, assim, fugir do ensino compartimentalizado e mnemônico dessa disciplina nos dias atuais, permitindo ao aluno uma visão mais integrada de mundo.

Mesmo considerando o referencial teórico para a construção da proposta metodológica satisfatório, optamos por fazer uma pesquisa com os professores de física que atuam na cidade do Rio de Janeiro para verificar se compartilhavam destas mesmas opiniões com relação a atualização curricular através da introdução de tópicos de física moderna e contemporânea, particularmente os raios-X.

4. A pesquisa com os professores

Com o objetivo de verificar a opinião dos professores de física do EM sobre a introdução de tópicos de FM, particularmente os raios-X, no currículo formal, optamos por uma pesquisa qualitativa, nos termos de Triviños [17], onde buscamos na fala dos professores subsídios que ratificassem as hipóteses iniciais, além de fornecer resultados importantes que confirmaram o referencial teórico analisado.

A pesquisa realizada procurou ampliar e aprofundar a questão do ensino de física e por isso ela constitui

também um estudo exploratório. Triviños argumenta que estudos

...permitem ao investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema. O pesquisador parte de uma hipótese e aprofunda seu estudo nos limites de uma realidade específica, buscando antecedentes, maior conhecimentos para, em seguida, planejar uma pesquisa descritiva ou de tipo experimental. Este tipo de investigação, por exemplo, não exige a revisão de literatura, as entrevistas, o emprego de questionários etc., tudo dentro de um esquema elaborado com a severidade característica de um trabalho científico.

Para Selltiz, esse tipo de estudo envolve:

...(a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise que 'estimulem a compreensão' [18].

Assim, a pesquisa procurou basicamente fazer um reconhecimento da amostra (professores), saber suas opiniões sobre a questão da FM na educação básica de uma forma geral e particularmente em relação aos raios-X, verificar a questão do enfoque metodológico em CTS e ainda analisar suas disponibilidades para utilizar um material didático com essas características (raios-X com enfoque em CTS).

Trabalhamos com uma amostra seletiva de dez professores de física que atuam no ensino médio, público e privado, da cidade do Rio de Janeiro. O grupo foi composto por sujeitos que estavam cursando ou tinham concluído algum curso de pós-graduação (seis sujeitos) e sujeitos que possuíam somente a graduação (quatro sujeitos).

O número de professores escolhido para a amostra (dez) está respaldado na metodologia de pesquisa adotada. Entretanto, esse não foi o único fator para tal escolha. O tempo do trabalho também influenciou de forma decisiva visto que visávamos construir uma proposta metodológica e não aplicá-la na prática pedagógica.

Elaboramos como guia de entrevista um questionário com nove perguntas que serviram de base para dar suporte às entrevistas realizadas no período entre julho e setembro de 2004. Seguem abaixo as perguntas do questionário de pesquisa de opinião com os professores e a análise das respostas obtidas.

4.1. Análise dos dados das entrevistas com os professores de física do EM

1- Em que série(s) do ensino médio você atua?

⁴No desenvolvimento desse trabalho tomamos como base a divisão de Ostermann e Moreira [5], que apresenta a física moderna tendo seu início com Becquerel no final do século XIX e indo até meados da década de 40 do século XX.

A maioria dos professores entrevistados (8) atua nas três séries do EM; um atua na 1ª e 2ª séries e outro apenas na 3ª série.

2- Em algum momento você já trabalhou com tópicos de física moderna, como por exemplo, as radiações eletromagnéticas? Quais tópicos já foram abordados? (Caso seja não a resposta: Você gostaria de trabalhar com esses tópicos?)

Apesar de nunca terem trabalhado formalmente com tópicos de física moderna, a maior parte dos professores se mostrou favorável à sua utilização no ensino médio. Outros, entretanto, apontam problemas como o programa dos exames vestibulares e a carga horária reduzida de física no ensino público como fatores de limitação para a abordagem desses tópicos na atual conjuntura.

Dos 10 professores entrevistados, 7 nunca trabalharam com FM e, como exemplo, apontamos algumas falas importantes:

...não, nenhum momento. Gostaria, falta mais é... oportunidade né. Porque as coisas são corridas, o tempo corrido e aí você acaba tendo vestibular e priorizando a matéria do vestibular em detrimento das outras. (professor 5)

Os outros 3 professores que trabalharam com alguns tópicos de FM fizeram uma abordagem bastante superficial, como se pode perceber:

...algumas coisas de radiação, comprimentos de onda e do laser. Foi o ponto máximo que nós chegamos. (professor 4)

3- Existem orientações oficiais (PCN's e PCN+) e pesquisas na área de ensino de física que indicam ser importante a introdução de tópicos de física moderna no ensino médio, no sentido de formar um cidadão mais inserido no contexto tecnológico atual através de uma abordagem mais interdisciplinar, contextualizada e apoiada em competências. O que você acha disso? Você já leu as orientações oficiais? Você acha que isso é realmente importante?

O texto oficial, seja a parte geral ou a específica de física, é de desconhecimento da maior parte dos professores entrevistados, onde apenas quatro dentre todos os professores afirmam ter conhecimento do texto. Desses, percebemos ainda que a interpretação do conteúdo das diretrizes propostas é limitada e muitas vezes equivocada, como podemos verificar:

...já, mas há muito tempo atrás. Eu sei que o PCN aborda... ele faz uma abordagem de você tentar introduzir esses tópicos mais modernos como refrigeração, coisas do dia a dia deles. Acho os parâmetros muito importantes, só que vejo um problema pelo

fato do PCN vir focado no ensino médio e ensino fundamental, e ele não vem disposto a fazer nada com o ensino superior. (professor 3)

4- Um dos tópicos em pauta são os raios-X. Você acha que seria importante para o aluno estudar esse tópico? Por quê?

A quase totalidade dos professores (9 entre 10) acham o tópico raios-X muito importante. Apontam para o fato de o tópico fazer parte do dia a dia dos alunos e servir como fator de motivação para seu estudo e o estudo de outras partes da física em geral, como podemos perceber em suas colocações:

...é, o raio-X.... É importante, primeiro, vira e mexe todo mundo tira quase uma radiografia por ano, então tem que saber o que está influenciando... como corre essa radiografia, é... o que que ela vai influenciar na vida dele. Saber que tirar muitas radiografias pode causar lesões, né? Então eu acho importante. (professor 1)

Apenas um professor (professor 9) não achou o tópico importante pelo fato de seus alunos nunca terem feito nenhuma pergunta sobre o assunto e terem mostrado interesse por outras partes da física, como a relatividade. Entretanto, quando questionado sobre usar o assunto como uma estratégia motivacional para a introdução de novos conteúdos, acabou mudando de idéia.

5- E você, trabalharia esse tópico?

A totalidade dos professores entrevistados se mostrou favorável à abordagem do tópico raios-X em sala de aula. Entretanto, fatores como uma abordagem conceitual do assunto, falta de tempo e ausência de material adequado são limitações que precisam ser consideradas na implementação desse conteúdo didático no currículo, como podemos perceber em suas falas:

...só a parte mesmo conceitual da coisa. Não precisa entrar na parte... só a qualitativa. Só analisar qualitativamente o fenômeno. (professor 5)

6- Apesar das restrições matemáticas, como você usaria em sala de aula os conceitos sobre raios-X? Em que parte do conteúdo seriam úteis?

Os professores se dividem quanto ao momento de introdução do tópico. Metade dos professores entrevistados (5) acha que o melhor momento é associá-lo ao conteúdo de ondas, quando estiverem abordando as ondas eletromagnéticas.

Quatro professores acham que o melhor momento é durante a abordagem do conteúdo de eletromagnetismo. Alguns exemplos:

...já nos casos aí... do raio-X, mesmo se você fosse trabalhar é... isso em sala de aula, eu acho que isso aí tinha que passar por uma coisa... o mais conceitual possível, né. É claro que a matematização em algum momento vai ter que entrar, mas isso aí também cabe... é... vai ser... tem que ter um estudo anterior numa base matemática... eu acho que deixaria pro final realmente... depois do eletromagnetismo você inserir esse assunto.

Apenas um professor usaria exemplos práticos do dia a dia sem entrar no conteúdo formal.

De uma forma geral os professores sinalizaram a matematização do tópico como um problema e, portanto, trabalhariam apenas a parte conceitual. Além disso, indicam a terceira série do ensino médio como o melhor momento para trabalhar o tópico e apontam a necessidade de um material didático para auxiliá-los em sala.

7- Você acha que a parte histórica da descoberta dos raios-X seria útil como introdução do assunto em sala de aula? Como você começaria? Deixaria essa parte de lado e começaria logo pela física dos raios-X?

Todos os professores entrevistados acham que a parte histórica é fundamental para o estudo do tópico raios-X, sendo que 5 professores destacam esse momento para contextualizar a história da descoberta.

...eu acho que a parte histórica é importante em qualquer assunto que a gente venha trabalhar. A contextualização histórica é fundamental. O aluno às vezes pega o conceito que o professor tenta passar e vira aquela coisa muito solta no ar. E essa contextualização histórica é fundamental. E a do raio-X é uma das mais bonitas porque o Röntgen que descobriu o raio-X ele publicou isso aí e um mês depois tava todo mundo fazendo e 2 meses depois os médicos já estavam aplicando e etc. então é uma coisa fundamental. (professor 8)

Dois professores acreditam que o estudo da evolução da teoria desde a descoberta até os dias atuais seja um fator primordial para que os alunos possam compreender a contextualização histórica dos fatos.

Um dos professores acha a parte histórica um fator importante para o aluno entender o momento histórico em que se deu o processo de elaboração da teoria científica.

Uma outra opinião interessante, com relação à parte histórica, diz respeito a incentivar o estudo dos alunos em relação à área científica:

...lógico por que... é tem... eu sempre incentivo a experimentação... a descoberta que entre aspas por acaso né, mas que mostra

que a ciência está tão presente que a gente não... às vezes a natureza tem que dar um pontapé na gente... o histórico das descobertas possibilitam a... mostrar o aluno... que todo mundo está apto talvez a descobrir se estiver envolvido com novas coisas... (professor 4)

8- Você acha que seus alunos se sentiriam interessados por um tópico desses?

Todos os professores entrevistados acham que seus alunos se sentiriam motivados a estudar o tópico raios-X. Desses, 5 professores acreditam que o fato dos raios-X fazerem parte do dia a dia dos alunos despertaria o interesse pelo seu estudo:

...acredito que sim porque quando você ensina física, em várias partes eles não conseguem visualizar... não conseguem seguir o contexto do dia a dia deles e os raios-X está totalmente inserido. (professor 1)

Na opinião de outros dois professores, o interesse viria porque o assunto desperta uma motivação para o estudo das ciências, como citado abaixo:

...eu acredito que sim. Que é mais uma motivação, né, pra o estudo de ciências, o estudo de física em particular. (professor 6)

Com relação ao material disponível sobre o assunto, 2 professores acreditam que o interesse dos alunos vai depender do material que será utilizado em sala de aula:

...com certeza dependendo do material que você tenha disponível pra mostrar isso. Não adianta ficar no cospe e giz, né? Você teria que ter recursos pra poder tornar uma aula agradável, nesse caso, vídeo, algum experimento, sei lá. (professor 5)

Fazendo uma análise mais direcionada para o ensino público, um professor acredita que o interesse dos alunos desse segmento se daria por ser uma novidade no conteúdo formal:

...o aluno do ensino público se interessa por algumas coisas, de repente como é um assunto novo, ele poderia ter o interesse melhor... (professor 2)

9- Se houvesse um material já disponível e dependendo da possibilidade de inserção na sua programação, você gostaria de usar esse material?

Todos os 10 professores entrevistados, dependendo de suas possibilidades, gostariam de ter um material disponível para trabalhar com o tópico raios-X. Entretanto, alguns problemas são apontados como limitadores nesse processo. Questões como impossibilidade de

utilização no ensino particular devido ao fato do tópico não ser assunto de vestibular, atualização e capacitação dos professores para abordar o “novo” tópico, disponibilidade de tempo são exemplos de problemas apontados pelos professores que necessitam ser analisados para que se possa incorporar essa proposta metodológica à sua prática pedagógica.

4.2. Considerações sobre a opinião dos professores

Para os participantes de nossa pesquisa, o tema proposto – raios-X –, mesmo constituindo uma novidade em termos de conteúdo, foi bem aceito pela maioria. Eles ratificaram sua escolha pelo fato de ser um assunto que pertence ao dia a dia do aluno, por servir como incentivo para o estudo da física e, além disso, poder relacioná-lo com outras disciplinas do currículo do ensino médio. Isto está referenciado pelo enfoque adotado em CTS.

Não há maioria de opinião quanto ao momento da inserção desse assunto no currículo atual. Alguns professores acreditam ser melhor inseri-lo no conteúdo de ondas, enquanto os outros preferem inseri-lo quando estiverem abordando o eletromagnetismo. Há ainda sugestões que partem das aplicações do dia a dia do aluno para introduzir a parte relativa aos conceitos iniciais.

Quanto à série do ensino médio em que deve ser inserida, a maioria concorda que o aluno deve ter uma boa base de conhecimentos prévios, não só de física, para que esse estudo não seja prejudicado. Assim, a série escolhida foi a terceira série. Nesse sentido, a maioria dos professores concorda que a matematização deve ser feita de forma superficial (quando houver), priorizando a parte qualitativa (conceitual) e fenomenológica do assunto.

Com relação à parte histórica, há unanimidade quanto à proposta servir de base para contextualizar o desenvolvimento da teoria científica no tempo e no espaço, além de fazer com que o aluno entenda sua evolução até os dias atuais, propiciando até mesmo, motivação para o desenvolvimento de habilidades e competências para a área de ciências.

Houve uma distinção bem clara quanto à utilização do tema no ensino público e no ensino particular. Os professores em sua maioria indicam as instituições públicas como o melhor local para se introduzir o assunto. Mostram que fatores como o descompromisso com o vestibular, principalmente no ensino público noturno, flexibilidade curricular e a autonomia dos professores contribuem de forma significativa para essa escolha, apesar de indicarem que a carga horária de dois tempos por semana em cada turma para a disciplina física na grade curricular do Rio de Janeiro é muito pouco para trabalhar mais um item no currículo.

Quanto ao ensino particular em geral, onde a preparação dos alunos para os exames vestibulares é prio-

ridade e tópicos de física moderna e contemporânea não fazem parte da grade curricular das escolas do estado do Rio de Janeiro, a maioria dos professores considera impossível trabalhar esse assunto em detrimento dos tópicos que são cobrados nessas provas.

Todos os professores acham importante ter disponível algum material didático sobre os raios-X e concordam que há necessidade de um curso de capacitação/atualização para que possam trabalhar com esse material em sala de aula. Indicam ainda a necessidade de se associar ao material recursos pedagógicos como vídeo, retroprojetor, etc.

5. A proposta do tópico de raios-X para o ensino médio

O resultado da análise de dados mostra um quadro favorável para a introdução de uma proposta metodológica com tópicos de física moderna e contemporânea, particularmente os raios-X (pode ser consultada no endereço de nota de rodapé 1), no atual currículo de física do ensino médio do Estado do Rio de Janeiro. Este material foi criado privilegiando o enfoque em CTS. Todas as precauções a serem adotadas foram citadas pelos entrevistados, o que entendemos que, se adotadas, poderão dar bons resultados.

O conteúdo foi dividido em módulos didáticos que são independentes mas se complementam. No início de cada módulo é sugerida uma metodologia de trabalho, mas fica a cargo do professor decidir a melhor estratégia. Os tópicos são: Os raios-X e suas aplicações, A descoberta dos raios-X, A física dos raios-X e Efeitos biológicos das radiações.

Após concluirmos o material foi feita a validação por um grupo de professores de física e ele está agora disponível para utilização junto às turmas do EM regular público e privado, constituindo, ao nosso ver, uma ferramenta importante de atualização curricular e motivação para uma aula de física mais próxima da realidade dos alunos.

Referências

- [1] E.A. Terrazzan, Caderno Catarinense de Ensino de Física **9**, 3 (1992).
- [2] M.A. Cavalcante, Revista Brasileira de Ensino de Física **21**, 4 (1999).
- [3] F. Ostermann e M.A. Moreira, *Anais do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis, 2000.
- [4] F. Ostermann e M.A. Moreira, *Enseñanza de las Ciencias* **3**, 18 (2000).
- [5] F. Ostermann e M.A. Moreira, *Investigações em Ensino de Ciências* **5**, 1 (2000).
- [6] N.M.D. Garcia, *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.

- [7] F. Ostermann e C.J. de H. Cavalcanti, *Física na Escola* **2**, 1 (2001).
- [8] E. de C. Valadares e A.M. Moreira, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **15**, 2 (1998).
- [9] A. Pinto e J. Zanetic, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **16**, 1 (1999).
- [10] M. de A. Cavalcante, V. Jardim e J.A. de A. Barros, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **16**, 2 (1999).
- [11] D. Basso, *Anais da VII International Conference on Physics Education*, Florianópolis, 2000.
- [12] D.I. Machado e R. Nardi, *Anais IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.
- [13] R. Junior, M. Frank e F.F. Souza Cruz, *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.
- [14] BRASIL. *Lei n. 9.394*, 1996.
- [15] BRASIL, Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*, 2000.
- [16] BRASIL, Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Básica. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*, 2002.
- [17] A.N.S. Triviños, *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação* (Atlas, São Paulo, 1987), p. 109-110.
- [18] A.C. Gil, *Como Elaborar Projetos de Pesquisa* (Atlas, São Paulo, 2002), p. 41.