

RAIOS X NO ENSINO MÉDIO: O QUE DIZEM OS PROFESSORES DA ÁREA.

X RAY OF THE HIGH SCHOOL: WHAT THE INVOLVED TEACHERS HAVE TO SAY.

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

¹PPGE-UFRJ/FAETEC-RJ, proffabioferrei@aol.com

²UFRJ/IF, deisemv@if.ufrj.br

³UFRJ/FE, rscofan@yahoo.com.br

RESUMO

Os alunos convivem no seu dia a dia, seja através da mídia escrita e falada ou mesmo pela realização de um exame simples como uma radiografia, com situações que se apóiam em teorias físicas que passam longe dos bancos escolares. A atualização do currículo formal de Física tem sido indicada por pesquisadores dessa área e pelas orientações curriculares oficiais. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é apresentar uma pesquisa realizada com professores dessa disciplina que atuam na rede estadual e privada do Estado do Rio de Janeiro, onde a análise desses dados motivou a construção de uma proposta metodológica em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) apoiada num tópico de Física Moderna, os raios X. A validação pelos próprios professores numa etapa posterior mostrou a relevância do tema e a urgência de uma atualização curricular que possa contribuir para uma educação científica mais efetiva e cidadã.

Palavras-chave: CTS, Ensino de Física, raios X.

ABSTRACT

Students get along every day, writing, talking or even doing a simple exam like an X-Ray, with situations that are supported by physic theories which are far away from the school desks. The updating of the Formal Physics curriculum has been asked by researchers in this area and by official curricular tutors. Based on this fact , the aim of this project is to show a research conducted by teachers of this subject who work for state and private schools of the state of Rio de Janeiro , where the analysis of this data motivated the beginning of a methodological proposal in STS (Science, Tecnology and Society) supported by a Modern Physic topic , the X rays. The validation by the teachers themselves on a later stage showed the relevance of this issue and the urgency for a curricular updating which can contribute for a more effective and public scientific education .

Keywords: STS, Physics Teaching, X rays.

INTRODUÇÃO

O PANORAMA ATUAL

Os avanços científicos e tecnológicos, principalmente os ocorridos nas últimas décadas, ganham cada vez mais destaque na mídia escrita e falada através de novidades tecnológicas (equipamentos eletrônicos e softwares) e reportagens sobre pesquisas espaciais e avanços na Medicina e na Biologia. Isso tem despertado cada vez mais o interesse dos jovens por esses assuntos, visto que muitos deles estão presentes no seu dia a dia. A Física, aliada a outras áreas do conhecimento, contribui efetivamente, através de seu corpo teórico, para a construção de teorias científicas que permitem o desenvolvimento de novas tecnologias. Entretanto, a realidade da sala de aula referente a essa disciplina no Ensino Médio (EM) é outra. O currículo, defasado frente a uma formação científica mais atual, não permite que o aluno entenda a necessidade de estudar aqueles conhecimentos de Física, até porque não consegue associá-los a sua vida diária, fazendo com que se desinteresse pelo assunto e tornando a prática pedagógica do professor dessa disciplina uma tarefa árdua e muitas vezes inconsistente. O quadro se agrava à medida que, para muitos alunos, será no EM o último contato formal com essa disciplina, o que pode comprometer sua formação científica e conseqüentemente, sua formação cidadã. Num mundo onde cada vez mais a “linguagem tecnológica” está em evidência, é importante estar inserido nesse contexto de forma consciente e participativa.

AS PESQUISAS NA ÁREA DE ENSINO DE FÍSICA

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 (Terrazzan, 1992 e 1994; Ostermann & Moreira, 2000a e 2000b) e a introdução de conceitos de Física Moderna e Contemporânea na grade curricular do Ensino Médio (Ostermann & Cavalcanti, 1997; Valadares & Moreira, 1998; Cavalcante, Jardim & Barros, 1999; Ostermann & Moreira, 2000c; Rezende Jr. & Souza Cruz, 2003). Ostermann & Moreira (2000b), apoiados numa revisão de literatura sobre atualização do currículo de Física do Ensino Médio, destacam algumas razões como mais importantes:

“- 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. Nesse sentido, Carvalho & Gil-Pérez (2001) mostram ainda que necessidades formativas tais como a *ruptura com visões simplistas da ciência, conhecimento da matéria a ser ensinada, análise crítica do ensino tradicional e preparação de atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva*, devem fundamentar as bases necessárias para uma formação plena. Baseados nesta análise destacamos a importância de se buscar uma atualização curricular que seja mais adequada tanto ao aluno quanto ao professor.

“... sempre buscamos alternativas em que o conteúdo científico fosse aprofundado e atualizado, mas adequado à realidade do aluno e do professor, integrando assim duas áreas de conhecimentos: científica e pedagógica.” (Vianna, 1998, p.1).

A PROPOSTA OFICIAL

Uma análise dos textos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) e, mais recentemente das Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002), 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.”* (BRASIL, 2000). Apontam para o fato de que alguns aspectos da chamada Física Moderna são indispensáveis para permitir aos alunos adquirir uma compreensão mais abrangente dos conhecimentos físicos necessários para o entendimento das tecnologias mais recentes. Além disso, o estudo da Física deve ser compreendido pelo aluno como um processo de construção humana, inserido num contexto histórico e social, abrangendo um corpo teórico de conhecimentos científicos e tecnológicos que têm contribuído para o desenvolvimento de pesquisas que podem melhorar a qualidade de vida da sociedade. Assim, habilidades e competências precisam ser construídas no ensino de Física de forma a dar significados 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’...”* (BRASIL, 2002), visando uma formação científica mais crítica e, conseqüentemente, mais cidadã.

A PESQUISA INICIAL

A ESTRUTURAÇÃO E A METODOLOGIA DA PESQUISA COM OS PROFESSORES

Um dos objetivos da pesquisa foi verificar e analisar a opinião dos professores de Física do EM, que atuam na rede pública e privada, sobre questões relativas à importância e utilização de tópicos de FM, especificamente os raios X, na sua prática pedagógica. A nossa escolha por esse tópico da FM deve-se principalmente a sua importância no contexto científico da época e a grande contribuição que essa teoria científica proporcionou às Ciências em geral, especialmente a Medicina. Os trabalhos de Ostermann e Moreira (2000 a, b e c) mostram que, numa lista consensual elaborada com profissionais da área, os raios X aparecem como um dos tópicos que deveriam ser ensinados no EM assim como deveriam fazer parte de cursos de formação continuada de professores. Outro fator determinante para essa escolha foi o fato de que nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o EM de Física (BRASIL, 2002), na parte referente aos chamados **Temas Estruturadores**, um dos temas propostos é Matéria e Radiação, onde aparece o tópico *Radiações e suas interações*.

A pesquisa foi feita com uma amostra de 10 professores. Utilizamos para a coleta de dados a técnica de *entrevistas estruturadas* apoiadas num *questionário* com nove perguntas que foi elaborado para servir como guia. Dessa forma, nos termos de Triviños (1987, p.109-110), caracteriza-se como um Estudo Exploratório. As entrevistas foram realizadas no período entre Julho e Setembro de 2004. Segue abaixo o questionário utilizado na coleta de dados, com os dados obtidos.

APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E ANÁLISE DOS DADOS

1- Em que série(s) do Ensino Médio você atua?

A maioria dos professores entrevistados atua no ensino público e particular. Desse total, 80% atuam nas três séries do EM, 10% na 1^a e 2^a séries e 10% somente na 3^a série. Quanto a Instituição de Ensino que atuam: 20% atuam em instituição particular, 10% em instituição pública e 70% em particular e pública.

2- 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 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. Os que leram o texto fazem uma interpretação limitada e muitas vezes equivocada das diretrizes propostas. Temos que: 40% leram o texto e 60% não leram o texto.

3- 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 a sua utilização no Ensino Médio, mesmo desconhecendo em sua maioria o texto das Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio e o texto geral dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Outros, entretanto, apontam problemas que necessitam de uma análise mais detalhada para a sua superação. Tivemos como respostas: 70% que nunca trabalharam com FM e 30% que trabalharam em algum momento.

O número de professores que trabalharam formalmente com os conceitos de Física Moderna é reduzido, e o fizeram com uma abordagem superficial.

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

Os professores em quase sua totalidade acham o tópico Raios-X muito importante. Apontam para o fato de o tópico fazer parte do dia a dia dos alunos e servir até como fator de

motivação para seu estudo e o estudo de outras partes da Física em geral. Os resultados obtidos são: 90% acham o tópico importante e 10% não acham importante.

6- E você, trabalharia esse tópico?

A totalidade dos professores (100%) entrevistados se mostrou favorável à abordagem do tópico raios-X em sala de aula. Entretanto, fatores como abordagem conceitual, falta de tempo e ausência de material adequado, na opinião deles são limitações que precisam ser consideradas na introdução do tópico raios-X.

7- 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 (50%) acha que o melhor momento é no conteúdo de Ondas, quando estiverem abordando as ondas eletromagnéticas. 40% acham que o melhor momento é no conteúdo de Eletromagnetismo. 10% usariam exemplos práticos do dia a dia. 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 mostram a necessidade de um material didático para auxiliá-los em sala.

8- 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, acrescentando que: 50% dos professores acham a parte histórica fundamental para contextualizar o momento histórico da descoberta. 20% mostrariam a evolução da teoria desde a descoberta até os dias atuais. 20% acham a parte histórica um fator de motivação para o aluno pela parte evolucionista da descoberta. 10% acreditam que a parte histórica possa ser um viés para a interdisciplinaridade com outras disciplinas.

9- 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. 50% acreditam que o fato dos raios-X fazerem parte do dia a dia dos alunos, despertaria o interesse pelo seu estudo. 20% mostram que o interesse se daria pelo fato de despertar motivação para o estudo das Ciências. 20% acha que o interesse depende do material que será utilizado em sala de aula. 10% acreditam que o interesse seria pelo fato de ser uma novidade no conteúdo formal.

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

Todos os 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 e 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.

Mesmo constituindo uma novidade em termos de conteúdo, o tópico raios X foi bem aceito pela maioria dos professores. Eles ratificam sua escolha pelo fato de ser um assunto que pertence ao dia a dia do aluno e pode servir como incentivo para estudá-lo e, além disso, pode-se relacioná-lo com outras disciplinas do currículo do Ensino Médio. Não há maioria em 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 no momento em que estiverem falando do 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 a proposta deve ser inserida, a maioria concorda que o aluno deve ter uma boa base de conhecimentos prévios, não só de Física, mas de outras disciplinas para que esse estudo não seja prejudicado. Assim, de acordo com a opinião dos docentes elegemos a terceira série. Na parte relativa à Física dos raios X, onde existe um desenvolvimento matemático, a maioria dos professores concorda que essa matematização deve ser feita de forma superficial, e se deve priorizar a parte qualitativa (conceitual) e fenomenológica do assunto. Com relação à parte histórica, há unanimidade pela sua utilização no sentido de mostrar ao aluno que os paradigmas científicos encontrados hoje não foram sempre esses e, conseqüentemente, o desenvolvimento científico e tecnológico no qual ele está inserido atualmente e que parece fazer parte da sua vida desde sempre, foi construído durante décadas de observação e experimentação, num processo não-linear e associado ao momento histórico, social e cultural no qual a sociedade estava estruturada. Houve uma distinção bem clara quanto à utilização do tema no ensino público e particular. Os professores em sua maioria indicam as instituições públicas como o melhor local para se começar 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 é muito pouco para trabalhar mais um item no currículo. Quanto ao ensino particular, por se preocupar com o exame vestibular e tópicos de Física Moderna e Contemporânea não serem abordados na grade curricular do Estado do Rio de Janeiro, ficaria impossível, na visão da maioria dos professores, de se trabalhar esse assunto em detrimento aos tópicos que são cobrados nas provas de vestibular. Os professores em sua totalidade acham importante ter disponível um 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, retro projetor, etc.

Após essa pesquisa inicial, concluímos que 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, no atual currículo de Física do Ensino Médio do Estado do Rio de Janeiro. Apesar dos inúmeros problemas apontados pelos professores e que necessitam ser considerados pela proposta, não devemos nos afastar de um objetivo maior que é a atualização curricular com unidades de estudo que permitam aproximar professores e alunos de uma Física mais atual e contextualizada, contribuindo de forma significativa para uma educação científica eficaz e necessária.

A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA

O resultado da análise de dados levantados junto aos professores, os trabalhos de Ostermann e Moreira (2000) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) contribuíram para que fosse elaborada uma proposta metodológica para a terceira série do EM, onde o tópico raios X foi abordado num enfoque metodológico em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). O objetivo central da educação em CTS no Ensino Médio é *desenvolver a alfabetização científica e tecnológica voltada para a cidadania, no sentido de permitir que o aluno possa compreender e tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões* (Aikenhead, 1994). Várias estruturas podem representar uma categoria de ensino em CTS. Abaixo apresentamos três categorias nas quais entendemos que nossa proposta esteja enquadrada.

“Ciências através do conteúdo em CTS: O conteúdo em CTS serve para organizar os conteúdos de Ciência e sua seqüência. O conteúdo de Ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo CTS. Os alunos são avaliados pela sua compreensão do conteúdo CTS, mas não na mesma proporção que o conteúdo de Ciência pura (exemplo, 30% CTS, 70% Ciência).

Ciências junto com o conteúdo CTS: O foco do ensino é o conteúdo em CTS. O conteúdo relevante de Ciências enriquece o aprendizado. Os alunos são avaliados na mesma proporção nos conteúdos em CTS e em Ciências pura.

Ciências incorporadas ao conteúdo CTS: O foco do ensino é o conteúdo em CTS. O conteúdo relevante de Ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da Ciência. Os alunos são avaliados primeiramente no conteúdo em CTS, e são avaliados parcialmente no conteúdo de Ciências pura (exemplo, 80% CTS, 20% Ciências).” (Aikenhead, 1994).

Apoiados na pesquisa com os professores utilizamos a História da Ciência como um dos alicerces da proposta no sentido de mostrar ao aluno a contextualização histórica da época do desenvolvimento da teoria científica e sua evolução até os dias atuais. Assim, a História da Ciência pode, segundo Peduzzi (2001, p.157-158),

“desmistificar um único método de fazer ciência, dando ao aluno os subsídios necessários para que ele tenha um melhor entendimento do trabalho do cientista; contribuir para um melhor entendimento das relações da ciência com a tecnologia, a cultura e a sociedade; tornar as aulas de ciência (e de Física) mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; levar o aluno a se interessar mais pelo Ensino da Física.”

A ESTRUTURAÇÃO DO TEXTO

Estruturamos uma proposta para o ensino de raios X com uma apresentação inicial dos objetivos e dividimos o texto em módulos que seguem a seguinte ordem:

MÓDULO 1 - OS RAIOS X E SUAS APLICAÇÕES: Introdução; Aplicações na medicina: radiologia diagnóstica, radioterapia, teleterapia; Aplicações na indústria; Aplicações na agricultura: melhoramento de plantas, tomografia de solos, irradiação de alimentos; Aplicações na química; Aplicações na genética; Aplicações na odontologia; Outras aplicações.

MÓDULO 2 - A DESCOBERTA DOS RAIOS X: Introdução; A experiência de Röntgen; Considerações importantes; Aplicações imediatas e uso indiscriminado.

MÓDULO 3 - A FÍSICA DOS RAIOS X: - O que são ondas?; O espectro eletromagnético; Produção dos raios X: dualidade onda-partícula, os postulados e o modelo atômico de Bohr e como os raios X são produzidos.

MÓDULO 4 - EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES E RISCOS PARA A SAÚDE: Introdução; Interação da radiação com a matéria; Efeitos da interação das radiações sobre as células; Classificação dos efeitos biológicos: efeitos estocásticos, determinísticos, somáticos, genéticos, imediatos e tardios.

Como o enfoque da proposta segue a linha metodológica de ensino em CTS, optamos por começar com um módulo onde pudéssemos identificar o que os alunos sabem sobre os raios X e de que maneira o assunto está inserido no seu dia a dia. Dessa forma podemos desenvolver uma estratégia onde a fala do aluno é o foco principal, saindo do modelo tradicional de aula e motivando-o. Na pesquisa com os professores essa ordenação também foi sugerida. No início de cada módulo são sugeridas **ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR**, onde são abordados **Objetivos Gerais**, **Objetivos Específicos**, **Conteúdo do Módulo**, **Metodologia** e **Questões para Discussão**. Nos **Objetivos Gerais** apresentamos a idéia central do módulo, mostrando o que se pretende desenvolver em termos teóricos com os alunos. Nos **Objetivos Específicos** mostramos que habilidades e competências pretendemos desenvolver com os alunos a fim de que o conhecimento adquirido possa estar integrado num contexto científico, histórico e social. Na **Metodologia** sugerimos atividades para serem realizadas com os alunos, assim como, dependendo do módulo, indicamos endereços eletrônicos que complementam as atividades (caso o professor tenha disponível o recurso da Internet na escola) e selecionamos uma bibliografia de referência que dê apoio ao professor. Na parte referente às **Questões para Discussão**, foram elaboradas perguntas que podem servir de motivação inicial para a introdução do assunto daquele módulo. É importante ressaltar que essas questões são apenas sugestões, portanto, ficando a critério do professor utilizá-las ou não, assim como modificá-las, dentro de seus objetivos, ou formular novas perguntas.

A VALIDAÇÃO DA PROPOSTA PELOS PROFESSORES

Optamos por validar a proposta metodológica com os pares, pois são estes que primeiro vão analisá-la para a utilização na sala de aula. Dessa forma, foi entregue uma cópia da proposta metodológica e um questionário de avaliação a 10 professores de Física do EM que atuam na rede particular e estadual do Estado do Rio de Janeiro. Esses professores não foram necessariamente os mesmos que participaram da pesquisa inicial.

Apresentação e análise dos dados da avaliação

1- Numa avaliação geral, você acha que essa proposta está adequada para ser usada numa turma da terceira série do Ensino Médio?

De uma forma geral (90%), os professores concordam que a proposta se adequa melhor à terceira série do EM devido aos conhecimentos prévios que os alunos desta série supostamente já adquiriram. No entanto, sugerem que poderia ser usada em outras séries desse segmento do ensino, até mesmo, na oitava série do ensino fundamental, sem prejuízos. Apontam limites na utilização da proposta que deve respeitar o projeto político pedagógico de cada escola, o programa eleito para a disciplina Física e sua respectiva carga horária por semana. Entretanto, houve uma pequena discordância quanto à utilização da proposta na terceira série. A justificativa deve-se ao fato de que nessa série o aluno está voltado para o vestibular, assim a sugestão é que seja aplicado na primeira ou na segunda série em forma de projeto complementar. Isso mostra que a implementação de novos temas ao currículo formal de Física depende do programa exigido pelo vestibular, caracterizando uma falta de autonomia dos professores que mesmo achando um determinado tema importante para a formação geral de seus alunos, não podem abordá-lo oficialmente para não comprometer o programa exigido para os vestibulares que são, na maioria das vezes, a cartilha a ser seguida para a elaboração dos planos de aula.

2- Você acha que a proposta alcançou os objetivos propostos?

A grande maioria dos professores (80%) concorda que a proposta atingiu seus objetivos. Entretanto, 10% dos professores afirmam que na introdução não estão claros os objetivos específicos, o que não permite uma avaliação mais profunda dos objetivos pretendidos. Assim como, 10% dos professores acreditam que só aplicando a proposta na prática é que se poderia validá-la.

3- O que achou das *ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR* no início de cada módulo?

Há unanimidade quanto à necessidade das orientações para os professores sugeridas na proposta. Alguns professores fizeram sugestões do tipo: trocar o nome *orientação* para *sugestão*, fornecer o gabarito das *questões para discussão*, apresentar uma metodologia de trabalho mais fechada devido ao tempo para sua aplicação.

4- Você acha que essas sugestões podem servir de base para que você possa planejar uma aula ou uma outra atividade pedagógica sobre o assunto raios X?

As sugestões foram elogiadas e 100% dos professores concordaram que servem de base para o planejamento de uma aula ou de uma atividade pedagógica. Houve apenas uma ressalva onde foi sugerido que o professor tivesse em mãos todo o material citado para a consulta, o que foi justificado pela falta de intimidade com o assunto. Isso ratifica a importância de um curso de capacitação para a utilização do material, o que já havia sido sinalizado na primeira pesquisa com os professores.

5- Com relação à linguagem dos módulos, você acha que está adequada à série proposta, isto é, a terceira série do ensino médio?

Todos os professores concordaram que a linguagem está adequada à série proposta.

6- O que você achou da estruturação da proposta em módulos?

A maioria (90%) elogiou a estruturação em módulos afirmando que: facilita uma ordenação diferente a partir da interação e participação do aluno, torna a implementação mais flexível e possível de ser executada em conjunto com outras disciplinas, facilita o entendimento da proposta, ajuda a delinear as áreas, motiva os alunos à medida que vão avançando na leitura. Apenas um professor foi totalmente contra a estruturação em módulos pelo fato de remeter ao didatismo e ao tradicionalismo já existente, o que para ele, descaracteriza a proposta em CTS.

7- Você acha que a ordenação dos módulos está adequada? Caso ache que não, teria alguma sugestão de estruturação para o assunto?

A ordenação em módulos foi elogiada pelo fato de despertar o interesse dos alunos pelo tema e da maneira como está dividida, e podem ser trocados de ordem sem prejuízo para o entendimento dos alunos. Houve apenas uma sugestão para comprimir os dois primeiros módulos em um único.

8- Você teria outras sugestões para serem acrescentadas aos módulos?

Foram feitas algumas sugestões para serem inseridas na proposta: um índice geral relacionando os módulos; uma fórmula ou tabela que mostrasse o quanto de radiação X uma pessoa pode receber por ano; a resposta-padrão para as perguntas sugeridas nos módulos; maior aprofundamento na parte de Física em relação à Física Nuclear e as Aplicações na Medicina (Física Médica); introdução de exercícios e atividades.

9- O que achou das ilustrações?

Foi unânime a opinião positiva sobre as ilustrações no sentido de que são extremamente necessárias no contexto da proposta, entretanto, alguns professores sugerem que fossem coloridas e mais nítidas. (Obs: a nitidez ficou comprometida devido à cópia ter sido feita em preto e branco).

10- Você acha que o módulo que trata da *FÍSICA DOS RAIOS X* deveria vir acompanhado de exercícios?

Há unanimidade (90%) quanto à colocação de exercícios de fixação na proposta. Entretanto, um dos professores, discorda completamente pela falta de conhecimento do assunto por parte dos alunos.

11- Você adotaria este tema e usaria este material em alguma de suas turmas?

Todos os professores concordam que poderiam usar a proposta em suas turmas sob determinadas condições e alguns sugerem usá-la em outras séries do ensino médio e na oitava série do ensino fundamental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das pesquisas realizadas com os professores de Física do EM seja do ponto de vista da necessidade de atualização curricular através de um tópico de FM como os raios X seja pela validação de uma proposta metodológica em FM que seja motivadora para uma aula mais atual e contextualizada, nos pareceu bastante satisfatória. Os professores concordam e apontam a necessidade de uma atualização não só curricular, mas que possa contemplar uma atualização do próprio professor, seja nas licenciaturas ou através de cursos de capacitação durante sua prática docente. A proposta foi bem assimilada pelos professores que se mostraram disponíveis para trabalhar com recursos que possam contribuir em termos qualitativos para a sua prática pedagógica e que acabam sendo ferramentas de motivação tanto para eles quanto para seus alunos. Corroborando com esta análise, verificamos que dois professores já utilizaram parcialmente a proposta metodológica em suas turmas do EM o que nos deixa otimistas quanto à sua aplicabilidade e na elaboração de futuras pesquisas que possam respaldar sua aplicação integral na grade curricular desse segmento do ensino no Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- Aikenhead, Glen. What is STS Science Teaching. Disponível em: <<http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>> Acesso em: 21 de Agosto de 2005.
- BRASIL, Secretaria de Educação Básica. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seb/pdf/LDB.pdf>> Acesso em: 21 de Agosto de 2005.
- _____. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/baseslegais.pdf>> Acesso em: 21 de Agosto de 2005.
- _____. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Física, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf> Acesso em: 21 de Agosto de 2005.
- Carvalho, Anna M. Pessoa de; Gil-Pérez, Daniel. **Formação de professores de ciências**. 6ª edição. São Paulo: Cortez Editora, 2001.
- Cavalcante, Marisa Almeida; Jardim, Vladimir; Barros, José Antônio de Almeida. Inserção de física moderna no ensino médio: difração de um feixe de laser. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.2, p. 154-169, ago. 1999.
- Ostermann, Fernanda; Cavalcanti, Cláudio J. de H. Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16, n.3, p. 267-286, dez. 1999.
- Ostermann, Fernanda; Moreira, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, n.1, p. 1-29, mar. 2000c.
- _____. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. In: **VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – VII EPEF**, 2000b, Florianópolis, SC.

- _____. Física contemporânea em la escuela secundaria: una experiencia em el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las Ciências**, v.18, n.3, p.391-404, jan. 2000a.
- Peduzzi, Luiz O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, Maurício. **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integrada**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 151-170.
- Rezende Junior, Mikael Frank; Souza Cruz, Frederico Firmo de. Física moderna e contemporânea no ensino médio: do consenso de temas à elaboração de propostas. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IV ENPEC**, 2003, Bauru, SP.
- Terrazzan, Eduardo Adolfo. **Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média**. São Paulo: 1994. Dissertação (mestrado), Faculdade de Educação, USP.
- _____. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio de física da escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.3, p. 209-214, dez. 1992.
- Triviños, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 1987.
- Valadares, Eduardo de Campos; Moreira, Alysson Magalhães. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.2, p. 121-135, ago. 1998.
- Vianna, Deise Miranda. **Do fazer ao ensinar ciências**. São Paulo: 1998. Tese (doutorado), Faculdade de Educação, USP.