

## **FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: FORMAÇÃO OU INFORMAÇÃO?**

### **MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS IN HIGH SCHOOL: FORMATION OR INFORMATION?**

**Mikael Frank Rezende Junior<sup>1</sup>**  
**Frederico Firmo de Souza Cruz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UFSC/Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, [mikael@fsc.ufsc.br](mailto:mikael@fsc.ufsc.br) Apoio CAPES

<sup>2</sup>UFSC/Departamento de Física, [fred@fsc.ufsc.br](mailto:fred@fsc.ufsc.br)

#### **Resumo**

O presente estudo tem por objetivo promover uma discussão sobre as perspectivas de introdução de tópicos e temas de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio Brasileiro. A partir de dados obtidos através de entrevistas semi-estruturadas com licenciados em Física de duas instituições de ensino superior do estado de Santa Catarina, buscou-se caracterizar a pertinência e as pretensas características (formativa ou informativa) dos conceitos da física do século XX para a escola média na visão de licenciandos. O objetivo desta análise é o de estabelecer um contrapondo entre a formação inicial dos licenciados e a realidade de escolar em relação à Física Moderna e Contemporânea.

**Palavras-chave:** Física Moderna e Contemporânea, Formação de Professores de Física.

#### **Abstract**

The present study promotes a discussion on the perspectives of introduction of topics and themes of Modern and Contemporary Physics in the Brazilian High School. Starting from data obtained from semi-structured interviews with licentiates in Physics of two institutions of the Santa Catarina state, it was looked for characterize the pertinence and the assumed characteristics (formative or informative) of the concepts on physics of the XX century to the basic school. The objective of this analysis is making a opposing between the initial formation of the courses and the class on basic school about Modern and Contemporary Physics.

**Keywords:** Modern and Contemporary Physics, Formation of the Physics Teacher.

## INTRODUÇÃO

Reformas nos sistemas educacionais de várias nações têm sido promovidas nos últimos anos. No Brasil, a mais recente foi desencadeada com a promulgação da LDB/96. No cerne dessas reformas, fortes demandas internas dos sistemas e também mudanças significativas na sociedade. É possível notar, por exemplo, em documentos como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que dentre os fatores que influenciaram nossa reforma educacional estão a “revolução da informática e da informação”, além de fatores mais globais, como o estabelecimento de uma nova ordem econômica mundial e de mudanças significativas no mercado de trabalho, dentre outros. De forma complementar, o aumento no número de matrículas nesse nível escolar, sugere fortes indícios de mudança na ordem econômica, social e que acabam por impor novas exigências às pessoas.

E assim como diversas áreas da educação básica, o ensino de Física passa por dificuldades, em contemplar, num sentido mais amplo, a atualização/renovação no ensino de Física regido pelas diretrizes legais de Ensino. (Ricardo e Zylberstajn, 2003). No Ensino Médio, dentre as inúmeras arestas a serem aparadas, a inserção de conceitos de uma Física mais recente tornou-se uma necessidade. A possibilidade de uma nova revolução tecnológica com o desenvolvimento da nanotecnologia pode criar novas necessidades no mercado de trabalho mais direto, por exemplo, para técnicos, engenheiros, e cientistas mais diretamente ligados a este ramo. Há também a necessidade de formar cidadãos e outros profissionais que entendam e enfrentem as implicações sociais de forma responsável numa sociedade que pode ser profundamente modificada.

A pesquisa em Ensino de Física no Brasil no que tange a introdução de Física Moderna e Contemporânea (FMC) tem lançado seus olhares sobre diferentes frentes. Na questão curricular alguns trabalhos investigaram os conteúdos específicos passíveis de tratamento no espaço escolar médio (Ostermann e Moreira, 1998). Outros estenderam suas perspectivas sobre aspectos do campo metodológico, além de pesquisas específicas que detectaram as deficiências características dos cursos de formação de professores (Terrazzan, 1994; Ostermann, 1999; Motta, 2000) e a falta de material didático específico para o tema. (Alveti e Delizoicov, 1998; Rezende Jr e Ricardo, 2003).

A década de pesquisa e a dificuldade e lentidão da inserção destes tópicos no ensino médio indicam a presença de obstáculos marcantes, entre eles: a falta de um objetivo mais claro do que se quer com esta inserção, falta de material didático adequado e dificuldades na formação dos professores. Neste trabalho pretendemos, após uma breve análise sobre os livros didáticos, discutir a tradição no ensino de física e os objetivos da inserção destes tópicos e investigar como alunos licenciatura do último ano vislumbram esta inserção com base em entrevistas semi-estruturadas.

Na entrevista semi-estruturada não há uma imposição rígida na ordem das questões e o entrevistado fala sobre os temas conforme as informações de que dispõe. (Lüdke e André, 1986). Ao nosso ver, uma abordagem com entrevistas semi-estruturadas a partir de uma situação básica parece a mais adequada

A opção por esse tipo de entrevista na pesquisa aqui relatada se deve ao fato de que a presença do pesquisador é valorizada, ao mesmo tempo em que oferece liberdade ao informante. Através de questionamentos básicos e com fundamentação teórica a entrevista semi-estruturada possibilita uma extensa gama de questões a partir das respostas dadas pelo entrevistado, que descreve suas experiências dentro do que foi colocado pelo pesquisador.

## **A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA E OS LIVROS DIDÁTICOS**

O livro didático, ainda é um forte apoio, e muitas vezes o único, de um grande número de professores de Física. Uma formação deficiente e muitas vezes não específica de muitos profissionais acaba por gerar um extremado apelo aos livros textos. (Terrazzan, 1994, Rezende Jr, 2001). Nesse sentido, quando se busca propiciar elementos de FMC no espaço escolar médio, acaba-se por tentar administrar dois grandes problemas: de um lado, um número expressivo de professores de Física com uma formação deficiente, e de outro, a falta de conteúdos e metodologias adequadas que contemplem FMC nesses livros. Apesar da ausência ou do espaço insignificante destinado aos conteúdos modernos e contemporâneos nos livros didáticos ser uma realidade, existem indícios<sup>1</sup> de mudança, em obras didáticas e também paradidáticas.

Entretanto, a introdução de Física Moderna nos livros didáticos, usualmente na forma de verbetes mostra uma certa incongruência com relação aos outros conteúdos. Enquanto os conteúdos clássicos são expostos de uma forma que se pode caracterizar como axiomática, os de Física do século XX parecem não caber dentro deste modelo, tanto pela natureza quanto pela diversidade de temas pontualmente expostos.

Considerações sobre a axiomática podem ser feitas tendo como pano de fundo os livros didáticos. Os autores<sup>2</sup>, em sua maioria, possuem um enfoque que acompanha a tradição dentro do ensino de Física. Este enfoque tradicional pode ser resumido em três passos: desenvolvimento do ferramental matemático; apresentação das leis, postulados e princípios constituintes das teorias; confirmação das teorias através de relatos de experiências ou exemplos. Dentro desta tradição de axiomatizar as teorias físicas, a apresentação de suas leis ou postulados básicos se dá, via de regra, através de formulações matemáticas, que dependendo do nível de ensino são de forma mais, ou menos simplificada. Segue-se a isto a introdução de exemplos de aplicação do formalismo através de exercícios, que visam, sobretudo, treinar o aluno no uso das equações e na resolução de problemas.

Esta disposição tradicional dos conteúdos de muitos livros-texto de física utilizados no Ensino Médio (EM) Brasileiro tende a formar o que parece, um paradigma didático para o Ensino de Física. Cabe aqui um questionamento para reflexão: será que, com as fortes perspectivas da introdução de FMC no EM, a discussão desses temas poderão também seguir esse paradigma?

No momento parece que a resposta dada a esta questão é não. Sem ser possível fazer generalizações, tópicos referentes a conceitos envolvendo elementos de FMC têm se feito presentes nos LD. Contudo, comumente aparecem através de pequenos quadros e verbetes (Rezende Jr, 2001) apresentando alguma propriedade interessante e/ou descrevendo efeitos fantásticos. Esses verbetes podem ser classificados dentro do gênero informativo. Isto é significativo, pois há aparentemente uma dificuldade a ser enfrentada pelos autores de livros didáticos em inserir tais temas no formato mais tradicional do ensino de Física.

## **FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: FORMAÇÃO OU INFORMAÇÃO?**

Ainda longe de um consenso, foram apresentadas anteriormente algumas tendências referentes à presença de FMC e da legislação atual de ensino tendo como pano de fundo os livros didáticos. Diante deste quadro, perguntas ainda carecem de discussão. Por exemplo: No Ensino Médio, os conteúdos referentes a FMC devem ter o objetivo de informar e ampliar a cultura científica dos alunos, ou se pretende dar aos alunos instrumentos que lhe permitam pensar os temas que constituem a FMC?

<sup>1</sup> Ver como exemplo, GASPAR (2000) e Tópicos Atuais de Física em <http://www.sbfisica.org.br/ensino/index.shtml>

<sup>2</sup> A análise de 6 livros didáticos amplamente utilizados em todo o país foi realizada por Rezende Jr (2001).

Aqui são necessárias ponderações, pois acompanhando o anseio pela inserção efetiva de FMC no EM seguem, na mesma proporção, problemas das mais variadas naturezas, como por exemplo, a deficiência na formação dos professores (Strieder e Terrazzan, 1998; Arruda e Villani, 1998; Mota, 2000).

Terrazzan (1994), já argumentara sobre a característica formativa da FMC no EM, e deixa claro que a simples inserção de novos tópicos não será suficiente. Ostermann (1999) e Mota (2000) seguem as referências de Terrazzan (1994), evidenciando através de suas respectivas pesquisas, a baixa formação e até mesmo a falta de formação dos professores atuantes no EM, no que concerne a FMC. Tais evidências remetem a outro questionamento: Se a opção for por um objetivo mais formativo, qual a profundidade adequada?

Já de largada, a questão da profundidade depara-se com a limitação temporal. Isto se deve principalmente, ao caráter de “terminalidade” que assume o EM, no estudo de Física. Nos três anos em que a disciplina Física se faz presente na organização curricular, normalmente, duas aulas são destinadas ao seu estudo semanal. Devemos considerar que, dentro desse tempo, também cabem todas outras funções escolares, reduzindo com isso, o tempo efetivamente utilizado para o trabalho e discussões. Ignorar a questão temporal e todos os elementos comuns a prática diária, real e cotidiana, podem conduzir projetos à ineficácia.

Mesmo com uma visão otimista, ainda há questionamentos sobre a tradição do ensino de Física e a macrodivisão didática adotada pela grande maioria dos livros textos utilizados no ensino médio, ou seja: Como articular estes novos conhecimentos com os adquiridos anteriormente ou simultaneamente?

Faz-se necessário enfatizar que as questões levantadas acima não se constituem como elementos desmotivadores a excelente pesquisa realizada sobre o assunto por nossa comunidade, porém, queremos sim enfatizar que um dos problemas mais fundamentais para pensarmos a inserção de FMC no espaço escolar médio é a formação do licenciando, e da visão que o mesmo adquire sobre estes temas ao longo de sua formação inicial. Tendo em vista este contexto, neste trabalho nos concentramos na análise da visão dos licenciandos sobre o assunto.

## **A FMC NA VISÃO DOS LICENCIANDOS**

No presente estudo foram entrevistados 15 licenciandos em Física de duas instituições públicas do Estado de Santa Catarina<sup>3</sup> durante o primeiro semestre de 2004. Até o término da realização das entrevistas, os dois cursos eram os únicos voltados à formação de licenciandos em Física neste estado.

Para tal evento, foi escolhido o enfoque qualitativo por possibilitar um maior aprofundamento do fenômeno em questão, não somente pelo pesquisador encontrar-se inserido no contexto, mas também pelo fato dos elementos, entrevistador e entrevistados, pertencerem a um processo que se desenvolve dinamicamente. O contato direto do pesquisador com o fenômeno estudado e o ambiente no qual está situado permite que os dados obtidos descrevam as perspectivas dos sujeitos envolvidos. (Lüdke e André, 1986)

Na instituição 1, os licenciandos têm durante a sua formação regular superior 3 (três) disciplinas que compõem o quadro de horas dedicadas ao estudo da Física do século XX. São elas, Laboratório de Física Moderna (72h/a), Estrutura da matéria I (108h/a) e Estrutura da matéria II (108h/a), além das disciplinas que apresentam introdutoriamente tópicos de FMC no seu programa, como Física Geral IV<sup>4</sup>. Desta instituição foram entrevistados 10 licenciandos.

<sup>3</sup> Denominadas de Instituição 1 e 2 para este estudo.

<sup>4</sup> A referida disciplina contempla noções de relatividade na sua ementa, mas não é possível computarmos uma carga horária para o referido tópico

No curso de licenciatura da instituição 2, os 5 entrevistados têm durante a sua formação duas disciplinas voltadas ao estudo do século XX. São elas: Física Moderna I com 72h/a e Física Moderna II com 60h/a.

É merecedor de comentários para uma futura análise que todos os entrevistados encontravam-se praticamente no último ano de curso, sendo que 8 dos 15 entrevistados (53,33%) já exerciam a função de docentes de Física no Ensino Médio em escolas da rede estadual e particular mesmo antes de concluírem seus cursos de formação inicial. E para este fato não há nenhuma surpresa, visto o grande déficit de professores desta área.

Para cada um dos entrevistados foram realizadas 4 perguntas básicas, que poderiam se desmembrar em outras em função do andamento da entrevista. A primeira questão procurava detectar nos licenciandos a sua posição em relação à introdução de FMC no EM. Fazia ainda parte desta primeira pergunta o questionamento de que, se considerando a sua respectiva formação superior, eles estariam preparados para trabalhar com temas referentes a FMC nesse nível escolar, ou ainda se, independentemente de ter uma formação adequada para tal, estaria propenso a discutir com seus alunos do ensino médio temas e tópicos relacionados a Física do século XX.

Mesmo não tendo o objetivo de uma análise quantitativa, complementaremos nossa discussão com alguns dados que julgamos pertinentes. Nos depoimentos referentes a esta questão, 60% dos entrevistados se declaram preparados para tratar assuntos de FMC na escola média, 13,33% estariam parcialmente preparados e 26,66% dos entrevistados declaram não possuírem uma formação adequada para tratar de tais assuntos no Ensino Médio. Todos os entrevistados que se declararam preparados para tratar os tópicos de FMC pertenciam a Instituição 1.

Mas de maneira aparentemente independente da formação inicial, apesar de manter um vínculo, a idéia de levar para a escola média temas e tópicos de FMC parece ter uma boa receptividade junto aos licenciandos. Em números, a ampla maioria deles, 93,33% mostraram-se propensos e interessados em discutirem no EM temas referentes à FMC. Mas expressivos números não podem ser os únicos parâmetros para qualquer tipo de avaliação referente a tais conceitos, contudo trazem bons indicativos. Entrevistados explanaram que apesar do potencial e da vasta aplicação e presença da FMC na sociedade contemporânea, ainda há um longo trabalho entre a abordagem dada a esses temas nos seus cursos de formação, e do seu possível tratamento na escola média.

“Existe uma grande diferença entre teoria e prática. Aqui nos ensinam a teoria, ou seja, como fazer, mas fazer é outra história. O que precisávamos mesmo é de exemplos na prática” (E9)

“Esses assuntos são muito legais, mas o problema é como passar esse conhecimento para frente” (E10)

“Os professores da universidade precisam dar o exemplo, pois eles nos dizem o que fazer, mas não fazem” (E11)

“A dificuldade estaria na transposição didática para o Ensino Médio, pois aqui não nos ensinam como fazer isso” (E12)

“É preciso muito cuidado para tratar desses assuntos, pois na universidade essas noções são passadas sem nenhum aprofundamento conceitual e didático/metodológico” (E13)

“Não podemos ensinar esses assuntos como nos ensinaram” (E15)

Tais afirmações trazem a tona um problema central para nossa discussão, que é a natureza conceitual diferenciada dos objetos da física moderna em relação aos objetos clássicos. O objeto quântico, por exemplo, possui uma natureza conceitual diferenciada daquela do objeto clássico, diferenças estas que aparecem tanto nos pressupostos epistemológicos e na linguagem matemática, quanto nas perguntas diferentes que redefinem o objeto estudo como um ente quântico. Assim como apareceu na fala dos entrevistados, deve-se alertar que a mera tentativa de enquadrar os temas de FMC em moldes didáticos/metodológicos tradicionais contribuirá apenas para adicionar temas diferentes de física, sem, contudo, tocar na parte mais sensível que é a necessidade de redefinir o objeto a ser estudado. Isso implica rever não só o que ensinar, mas também a concepção de ensino de ciência e de ciência.

“Trabalhando assuntos de Física Moderna, os alunos do Ensino Médio poderiam ter uma visão melhor do que é a ciência” (E4)

No que concerne aos conceitos referentes à FMC, é importante notar que vários aspectos da vida social e do cotidiano estão ligados a fenômenos de natureza quântica, mas que dificilmente são reconhecidos como tal.

“A Física Moderna parece tão distante, mas não está. E tem exemplos no cotidiano, como a radiação solar, as lâmpadas de neon, ....” (E7)

Normalmente é comum associarmos fenômenos quânticos a coisas inatingíveis, longe da sensibilidade e do nosso dia-a-dia. E, diga-se de passagem, que os fenômenos quânticos são considerados inatingíveis tanto por se referir a um mundo atômico e subatômico como pela sua teoria que é envolta em um grande “mistério” e encoberta pelo seu formalismo não trivial.

“(...) precisamos admitir que nossos alunos não estão acostumados com as abstrações” (E5)

“Eu gostaria muito de discutir, por exemplo, a questão da dualidade onda-corpúsculo com meus alunos..... Mas é muito abstrato para eles, para mim por exemplo sempre foi, e eu acho que passaria por doido se tentasse fazer algo do tipo” (E12)

Tais declarações podem ter esteio na tradição do ensino de Física. Enquanto a espiral Física 1,2,3,4, Mecânica Racional e Eletromagnetismo foi transplantada para o EM e tem uma longa tradição, no caso da FMC, à natureza do seu objeto não permite que haja uma transposição do mesmo tipo. Em particular nos aspectos relacionados com a estrutura da matéria, a natureza ampla e a riqueza de discussão conceitual seriam por demais sacrificadas se sofressem meras simplificações, ou seja, tentar adaptá-la ao modelo teoria/lista de exercícios pode tornar a FMC no EM num conteúdo meramente informativo ou deturpado para que se adeque à forma dos exercícios comuns de simples aplicação de fórmulas.

E embora já questionado por pesquisadores, o Ensino Tradicional tem um forte argumento a seu favor: a impossibilidade temporal de tratar todos os aspectos da física. Esta linearização seria assim, a forma mais ordenada e rápida de se alcançar os conhecimentos mínimos necessários. Seu histórico mostra também que apesar dos críticos, este paradigma de ensino tem conseguido formar bons físicos e engenheiros ao longo dos anos.

Mas, também é passível de argumentação que este sistema tem funcionado para futuros físicos e engenheiros, pois geralmente, não é para estes, um caso terminal. Ele é, em geral, acompanhado de outras atividades extra-classe, tais como trabalhos de iniciação científica e de estágio. Mais do que isso, a formação final para um físico só vai ocorrer com o mestrado e

doutorado, onde se espera que consigam fazer as conexões necessárias entre os fenômenos que estiverem pesquisando e todo o arsenal teórico e experimental adquirido nos cursos.

Um fato que marcou as entrevistas foi a tendência de alguns entrevistados de condicionarem um possível sucesso quanto a implementação de temas referentes a FMC à disponibilidade de recursos didáticos para tratarem desses assuntos. Tal ponto deve ser considerado, pois não havia nenhuma menção a esse tema em nenhuma das perguntas direcionadas a eles.

“Seria necessário equipamentos como internet, vídeos, etc..” (E1)

“Sem recursos como filmes e computadores seria muito difícil a aplicação desses tópicos” (E3)

“.....mas há a necessidade de aparatos como vídeo e computadores” (E6)

“... é preciso do computador para mostrar algumas simulações” (E8)

“Necessitaria de um computador para que os alunos pudessem visualizar os fenômenos” (E9)

“...mas seria muito bom se a escola tivesse computadores em rede para mostrar algumas simulações” (E13)

É importante classificar que, todas as menções feitas em relação à potencialidade do vídeo, simulações computacionais e congêneres provinham do grupo da instituição 1. Tal observância pode ter raiz em uma disciplina anteriormente cursada por este grupo, onde é notória através da ementa e programa da disciplina uma preocupação com: “1)Uso fluente de múltiplos recursos: textos impressos, projetores; bases de dados, filmes, TV, E.mail, e páginas *web*, 2)Utilização sistemática de *multimeios* para a seleção, adaptação e produção de materiais didáticos alternativos para o Ensino Médio e Formação permanente. 3) Preparação de temas/tópicos para aplicação, apoiado em *multimeios*. 4) Novas abordagens: metodologias associadas a conteúdos renovados, teoria vinculada à experiência, **inserção da física moderna e contemporânea**; educação presencial e a distância; formação docente inicial e continuada.”

Uma segunda questão buscava extrair dos entrevistados qual a característica de tais conceitos para serem trabalhados no EM, ou seja, com uma ênfase mais formativa ou informativa. A grande maioria dos entrevistados, 80% deles fez menção a possibilidade de intervenções somente informativas. Nesta perspectiva, a deficiência na formação dos alunos do EM quanto ao ensino de matemática foi uma tônica.

“Só desse jeito (informativa), pois os alunos tem muitos problemas com a matemática” (E4)

“Depende muito da matemática.” (E5)

“(...) a matemática é fundamental para poder tocar no assunto de Física Moderna” (E7)

“Situações ou temas que envolvam matematizações complicadas desestimulam os alunos” (E10)

“Tem que ser mais informativa, pois os alunos vêm com uma base matemática cada vez pior” (E12)

“Com a matemática que nós pegamos os alunos no 2º grau, só informativo mesmo” (E13)

As respostas, a esta pergunta, deixaram transparecer também que não há um entendimento muito claro do que venha ser informativo. E formativo é por vezes confundido com a obrigatoriedade do aparecimento do ferramental matemático. Entrevistados, por exemplo, fizeram menção a monotonia das aulas de física, e que de maneira informativa “a aula deixa de ser cansativa”(E1), ou ainda que esse tipo de abordagem “pode tornar o aprendizado mais agradável” (E10). Então, se constituíssemos as aulas somente com informações, muitas vezes desconexas e sem sentido, essas se tornariam mais agradáveis ou menos cansativas? Mas essa visão por parte dos licenciandos não se concretizou como uma unanimidade, pois

“Para que os alunos possam entender reportagens referentes a esses temas, eles não podem ter somente informações, porque senão não conseguirão avaliar ou opinar sobre elas” (E8)

“Devido a importância desses assuntos, acho que só as informações por si só não dão conta de mostrar tudo que pode ser mostrado” (E11)

“O caráter informativo interessará a poucos” (E15)

Na terceira questão era solicitado aos entrevistados que sugerissem 3 temas/tópicos de FMC possíveis de serem trabalhados no EM e a fase ou momento curricular de sua inserção. Uma característica detectada reforça a formação dos entrevistados, principalmente quanto a estrutura curricular e os pré-requisitos. Dentre os 13 entrevistados que se manifestaram sobre esses questionamento, a maioria absoluta deles 86,66% sugeriram que tais temas só seriam possíveis de serem trabalhados no Ensino Médio ao final do terceiro ano, devido principalmente;

“.....a maturidade dos alunos” (E3)

Ou pelo fato de

“Os alunos estão mais espertos no final da terceira série” (E5)

Tais afirmações somente refletem a “cultura” dos pré-requisitos. Porém, no que se refere a esta, Terrazzan (1994), escreve:

“(....)existem sim os pré-requisitos de conteúdo, mas analisados a cada temática específica eles se revelarão sempre poucos e insuficientes para conformar de maneira tão decisiva as programações curriculares.”(Terrazzan, 1994, p.94)

Ainda fazendo referência a questão 3, algumas contradições começaram a se fazer presente. Conforme mencionado anteriormente, um número expressivo dos entrevistados definiu a 3ª série do Ensino Médio como sendo o momento mais adequado para tratar a FMC, por diversos fatores:

“Só daria para fazer isso no final do 2º grau, porque eles já tiveram um pouco de matemática” (E1)

“Eles tem um pouquinho mais de base matemática no terceiro ano” (E2)

“Como eu tinha tido. A matemática é fundamental!!. Então eu acho que só é possível no 3º ano” (E7)

Mas cabe uma interrogação: Se a grande maioria dos entrevistados elegeu a abordagem informativa como sendo a mais adequada, porque tanta preocupação com a matemática ou com o momento em que tais temas aparecerão no programa escolar?

Na mesma questão ainda há motivos para promovermos outras indagações. O quadro a seguir sintetiza a opinião dos entrevistados quanto aos possíveis temas de serem trabalhados no Ensino Médio:

	<b>Tema 1</b>	<b>Tema 2</b>	<b>Tema 3</b>
<b>E1</b>	Corpo Negro	Partículas elementares	Noções Eq. de Schrödinger
<b>E2</b>	Astronomia: marés	Astrofísica	Cosmologia
<b>E3</b>	Raio X	Laser	Radiação do Corpo Negro
<b>E4</b>	Efeito Fotoelétrico	Laser	Dualidade
<b>E5</b>	Átomo de Bohr	Corpo negro	Distribuição probabilística
<b>E6</b>	Efeito Fotoelétrico	O céu	Laser
<b>E7</b>	Radiações nucleares	Laser	Datação por Carbono 14
<b>E8</b>	Corpo Negro	Efeito Fotoelétrico	Teoria Ondulatória da Matéria
<b>E9</b>	Relatividade	Efeito Fotoelétrico	Corpo negro
<b>E10</b>	Estrutura Atômica	Radiações	Radiação do Corpo negro
<b>E11</b>	Raio X	Relatividade	Laser
<b>E12</b>	Laser	Corpo Negro	Raio X
<b>E13</b>	Relatividade	Corpo Negro	Estrutura da Matéria
<b>E14</b>	Não é possível	Não é possível	Não é possível
<b>E15</b>	Astrofísica	Efeito Fotoelétrico	Modelos atômicos

Obviamente que não é possível neste trabalho efetuar uma profunda análise sobre a proposição de temas pelos licenciandos, mas, as opiniões expressas nos levam a tecer algumas considerações. Ao contrário da maioria dos entrevistados que defendiam uma abordagem mais informativa aos temas de FMC para o EM, muitas das sugestões de temas e tópicos não podem ser tratados de maneira simplesmente informativamente, dado a sua complexidade conceitual. Efeito Fotoelétrico e Radiação do corpo negro, por exemplo, são temas seminais dos quais se constrói a Mecânica Quântica. Mas há outros, por exemplo, como LASER, que do ponto de vista meramente das aplicações cotidianas e sem aspirações conceituais pode ser tratado informativamente.

De uma maneira geral, os temas sugeridos são desconexos do ponto de vista conceitual e também didático, sendo que não houve uma linha conceitual presente nas propostas, e também nenhum tipo de unidade temática. Diante de um quadro tão divergente não há elementos para analisarmos como rigor tais dados, mas há indícios de uma visão fragmentada da Física Moderna. Ainda assim, há uma certa relação com a lista de tópicos e temas consensuais obtidas por Ostermann e Moreira (1998).

Na quarta e última questão foi apresentado um possível quadro para os entrevistados: “Você está ministrando uma aula. Repentinamente um aluno lhe pergunta sobre os ‘buracos de minhoca’, sobre os quais o mesmo acabara de ler em uma revista de divulgação (EX; Galileu). Você estaria preparado para lhe responder minimamente sobre o assunto? Em caso positivo, procure sintetizar em um esquema como abordaria tal assunto.”

As respostas novamente demonstram contradições. Em relação a proposição acima, somente 2 licenciandos se declaram preparados, cada um com o seu motivo;

“Acho que sim, pois eu já preparei dois seminários sobre esse assunto durante o curso” (E1)

“Prontamente. Eu adoro astronomia, astrofísica e cosmologia” (E2)

Todos os demais demonstraram e assumiram não estarem minimamente preparados para tratar esse tipo de assunto com os alunos do Ensino Médio. Tal fato não corresponde ao posicionamento dos mesmos durante a primeira questão, até onde pese a especificidade conceitual deste tema proposto, onde os entrevistados minimamente declararam estarem preparados para tratar desses temas no Ensino Médio.

“Sinceramente: acho que não sei nada sobre isso” (E3)

“Já ouvi falar, mas teria que estudar um pouco” (E5)

“Pra falar a verdade eu teria que ler um pouco mais sobre o assunto” (E6)

“Teria que pesquisar” (E9)

“Nunca ouvi falar” (E10)

“Não aprendi sobre isso no curso” (E11)

“Precisaria estudar mais” (E12)

“Seria necessário ler um pouco mais” (E13)

“Não sei. Pediria para responder em outro momento” (E15)

Propositamente nesta pergunta, para que se evitasse que os licenciados simplesmente respondessem que estão preparados para responder ou discutir sobre este assunto, foi adicionado que “Em caso positivo, procure sintetizar em um esquema como abordaria tal assunto”. Os dois entrevistados da instituição 1, que se mostraram preparados, ambos, pediram um papel e esquematizaram como poderiam abordar tal assunto. Por caminhos diferentes, sugeriram possibilidades de abordagem, e com riqueza de detalhes. A expressão escrita e oral desses entrevistados não deixou margem para interpretações, face à afinidade de ambos com o tema. Ainda assim declararam insatisfação quanto ao tratamento dado ao assunto no curso de licenciatura.

“Quando apresentei o seminário desse assunto foi muito legal, mas acho mesmo que o professor não queria falar sobre o assunto, então nos mandou dar os seminários. (...) depois eu aproveitei e apresentei o mesmo seminário em outra disciplina para aproveitar o trabalho que eu tive.” (E1)

“Eu só acho que eu poderia saber um pouco mais, e eu gostaria de saber um pouco mais, se os nossos professores discutissem sobre isso. (...) tudo que aprendi foi por conta.”(E2)

### À GUIA DE UMA CONCLUSÃO

Apesar da quase unanimidade dos entrevistados demonstrarem interesse com o ensino de FMC na escola média, há motivos para preocupações, principalmente no que tange a formação dos licenciandos. Há clara indicação por parte dos entrevistados de que os conteúdos devam ser trabalhados no final do ensino médio, em função do nível cognitivo e maturidade dos alunos, o que reflete a cultura dos pré-requisitos. De uma forma ainda superficial, os entrevistados mostraram uma tendência a reproduzir a sua formação quanto a possibilidade de implementação de tópicos e temas de FMC na escola média, mesmo tendo clareza de que não é possível de ser feita da mesma forma que fora apresentada no curso superior.

Em quase todas as entrevistas há indicações de que os conteúdos devam abordados com um caráter informativo, onde é citada principalmente a deficiência da formação dos alunos da escola básica frente à disciplina matemática. Outros indicam uma abordagem informativa como elemento de motivação e como forma de propiciar um maior entendimento nas leituras de revistas atuais. Ainda assim, não se sentem preparados para responder minimamente sobre os “buracos de minhoca”, tema comumente presente em revistas de divulgação científica, julgando na maioria dos casos não terem tido contato com esse assunto durante o curso.

Ainda de forma preliminar, há indícios de que não existe um consenso do que venha a ser formativo ou informativo na perspectivas dos licenciandos frente a objetos de ensino correspondentes a temas de FMC, e que dadas às características e particularidades do Ensino Médio, os dados apresentados nesta pesquisa deveriam ser considerados para a formação inicial dos licenciandos, tanto no âmbito catarinense quanto nacional, para intervenções formativas iniciais e continuadas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARONS, A. B. **A guide to introductory physics teaching**, New York: John Wiley, 1990.
- ARRUDA, S. M e VILLANI, A. Inserção da Física Moderna no 2º Grau: Problemas e Perspectivas. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: OPM/UFSC, 1998. 1CD.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999, 360p.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002, 144p.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC, SEB, 2004, 400p.
- DELIZOICOV, D. e ALVETTI, M. A. S.; Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje. **Anais..** Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, Florianópolis, 1998.
- GASPAR, A. **Física**. São Paulo: Editora Ática, 3 v., 1ºed. 2000.

- MOTA, L. M. **As controvérsias sobre a interpretação da mecânica quântica e a formação dos licenciados em física (um estudo em duas instituições : UFBA e UFSC )**. 2000. 176f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- OSTERMANN, F. **Tópicos de Física Contemporânea em Escolas de Nível Médio e na Formação de Professores de Física**. 1999. 433f. Tese (Doutorado em Ciências), Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A.; **Tópicos de Física Contemporânea na Escola Média: um Estudo com a Técnica Delphi**. **Anais..** VI Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, Florianópolis, 1998.
- REZENDE JR, M. F. **Fenômenos e a Introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 2001. 180f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- REZENDE JUNIOR, M. F e RICARDO, E. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Inserção da Física Moderna no Ensino Médio: reflexões sobre o livro didático. In: **anais... XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Curitiba. XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003.
- RICARDO, E. C. e ZYLBERSZTAJN, A. A Reforma Educacional e as Ciências do Ensino Médio: dificuldades de implementação e conceitos fundamentais. **Atas..** IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, 2003.
- STRIDER, D. M. e TERRAZZAN, E. A, Atualização Curricular e Ensino de Física na Escola Média, **anais... VI EPEF**, Florianópolis, 1998.
- TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. 1994. 241f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.