



A APRESENTAÇÃO DE TÓPICOS DE MECÂNICA QUÂNTICA NO ENSINO MÉDIO: UM CONSIDERÁVEL ENTRAVE

THE PRESENTATION OF QUANTUM MECHANIC'S TOPICS IN HIGH SCHOOL: A CONSIDERABLE HINDRANCE

Carlos Alberto de Campos¹

Jaime Sandro da Veiga²

¹Universidade Cruzeiro do Sul/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/ calcampos_2007@yahoo.com.br

²Universidade Cruzeiro do Sul/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/ jaime.veiga@cruzeirodosul.edu.br

RESUMO

A presença da FMC no EM das escolas tem se mostrado insuficiente, apesar das tentativas de introduzi-la por meio de pesquisas em ensino, as quais resultaram em inúmeros trabalhos. São raros os resultados destes trabalhos que chegam até os professores. Este trabalho objetiva a inserção de tópicos de MQ no EM, se fundamentado na “Teoria da Aprendizagem Significativa” (David Ausubel). Usando um tema quântico como âncora na promoção de elementos significativos para a aquisição de conhecimentos (um material elaborado em CD-ROM, com recursos de multimídia para despertar a curiosidade e o interesse dos alunos). A pesquisa constituiu-se na avaliação do conhecimento de tópicos de FMC de uma amostra de professores de Física, na avaliação de alunos e em uma ação interventora. Como resultado parcial, constatou-se que um provável principal entrave para o ensino de Física Quântica no EM seria uma capacitação adequada aos professores, pois os conhecimentos destes influenciam o desempenho dos alunos.

Palavras-chave: FMC e Mecânica Quântica no Ensino Médio.

ABSTRACT

The presence of FMC in High Schools have proved insufficient, despite attempts to introduce it through research in education, which resulted in numerous studies. Rare are the results of this work to reach the teachers. This paper aims at the inclusion of topics MQ in High Schools, is based on the "Theory of Meaningful Learning" (David Ausubel). Using a quantum theme as an anchor in the promotion of significant elements for the acquisition of knowledge (a material produced on CD-ROM with multimedia capabilities to arouse curiosity and interest of students.) The research was based on an assessment of knowledge of topics of FMC of a sample of physics teachers in the assessment of students and intervening in a lawsuit. As partial results, it appeared likely that a main obstacle to the teaching of quantum physics in High Schools would be an adequate training for teachers, since the knowledge of influencing the performance of students.

Keywords: FMC and Quantum Mechanics in High School

INTRODUÇÃO

Infelizmente, a grande quebra de paradigma da Física ocorrida no final do séc. XIX e início do séc. XX não tem chegado à educação básica de hoje, início do séc. XXI. Ainda são mantidas a cinemática galileana e a mecânica newtoniana como as principais temáticas de estudo, com

algumas pinceladas da Física Clássica nos ensinamentos de seu dia-a-dia, apesar do impacto estrondoso da Teoria Quântica e das Teorias da Relatividade (Restrita e Geral) no campo científico mundial e na moderna tecnologia.

A não presença da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) das escolas públicas é uma falha grave, já que na sociedade atual é imprescindível que o aluno tenha este conhecimento para envolver-se com o desenvolvimento tecnológico que está vivenciando, seja para avaliar conscientemente os impactos das novas tecnologias sobre a sociedade, seja para ter condições de criar novas possibilidades científicas e tecnológicas em busca de contribuir para o desenvolvimento do país. Com o avanço da ciência, as tecnologias vão sendo substituídas por outras mais evoluídas, fazendo com que as antigas caiam em geral em desuso e, às vezes, fiquem em total esquecimento.

Hoje, o simples fato de o presente ser considerado a Era da Nanotecnologia já poderia gerar um estímulo muito grande para despertar os interesses dos alunos pelas ciências em comparação às tecnologias mais antigas, uma vez que eles são bombardeados por informações e estímulos a todo o momento. Surpreendentemente, este despertar de curiosidade e interesse não ocorre como regra e a situação se agrava no dia-a-dia, pois eles têm nas aulas de ciências somente os materiais instrucionais que o professor traz, os quais não têm consonância com a atualidade. Assim, esta situação acaba por gerar um amplo desinteresse pelas aulas de ciências, particularmente pelas aulas de Física (PIETROCOLA, 1999 apud REZENDE JR., 2006).

Por que não utilizar os estímulos que o cotidiano apresenta para o ensino de Física, especificamente os assuntos relacionados com a tecnologia de ponta? Parte da resposta já é conhecida, uma vez que as tecnologias da atualidade usam principalmente a Física do séc. XX e as escolas mal chegam a ensinar a Física praticada no final do séc. XIX. Se não houver mudanças na metodologia de ensino a tarefa de ensinar fica complexa e distante da eficiência. Para os professores, ensinar em Física e contextualizá-la no cotidiano dos alunos, como por exemplo, apresentar os transistores, diodos e circuitos integrados, presentes nos aparelhos eletrônicos do cotidiano, seria uma oportunidade de apresentar dispositivos cujo funcionamento só se explica por meio das teorias desenvolvidas a partir do séc. XX. Somado a isso, PINTO e ZANETIC (1999) apontaram em seu trabalho um dos graves erros cometidos por boa parte dos professores, a saber:

O ensino de Física, ou de qualquer outra área do conhecimento, que seja oferecido segundo uma única perspectiva, por exemplo, o formalismo (ou "formulismo"?) conceitual e a solução de problemas, corre o risco de não conseguir estabelecer um diálogo profícuo com boa parte dos alunos. (PINTO e ZANETIC, 1999, p.8).

Ao adotar posturas “formulistas”, o professor não está considerando todo o histórico da formação e as diferentes aptidões e vocações do aluno até a chegada ao EM, pois restringe o ensino de Física a uma única metodologia. Um amplo contexto que engloba a “experimentação, os conceitos, as leis, as teorias, a filosofia, a história, a epistemologia e a tecnologia, contêm exemplos de formas do conhecimento físico que podem possuir afinidades com diferentes alunos” (PINTO; ZANETIC, 1999) e que, em geral, é completamente perdido. Com o mesmo propósito, afirmou WEBBER (2006):

A função do professor não é a de simplesmente transmitir o conhecimento científico ao aluno, de repassar conteúdos prontos e acabados, mas sim, criar condições para que o aluno possa construir seu próprio conhecimento, sentindo-se desafiado e, ao mesmo tempo, incentivado a realizar descobertas por si mesmo (WEBBER, 2006, p.9).

Para corrigir essa cultura pedagógica nas aulas de Física, há a necessidade de profundas mudanças de postura por parte do professor, o que infelizmente não se consegue produzi-las de imediato. Acredita-se que muitos incorrem neste enfoque equivocado de auto-suficiência e plenitude de conhecimentos por estarem atuando em sala de aula e não possuírem a formação

específica na área, como será visto adiante. E as mudanças têm de ocorrer em todos os níveis da educação. Felizmente, mudanças estão sendo propostas para resolver este desarranjo que existe na educação, particularmente na Física. Da parte dos órgãos oficiais, a mais significativa mudança começou com a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (1996). Depois vieram a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+ Ensino Médio - (BRASIL, 2002), para complementar as orientações anteriores, um norteador em nível nacional. E mais recentemente, as novas propostas de Parâmetros Curriculares da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE/SP, 2008). Como consequência, isto implica, no mínimo, uma revisão das práticas em sala de aula dos conteúdos a serem ensinados e até dos enfoques de educação (REZENDE JR, 2006).

Muitas pesquisas na área de ensino de Física Moderna e Contemporânea estão acontecendo, como relatam Ostermann e Moreira (2000), em seu trabalho em que fazem uma revisão da literatura existente sobre a linha de pesquisa FMC no Ensino Médio. Uma análise resumida é feita dos trabalhos recentes de vários pesquisadores atuantes nesta linha: Gil et al. (1987); Terrazzan (1992, 1994); Paulo (1997); Pereira (1997); Ostermann et al. (1998 a e b); Torre (1998a); Valadares e Moreira (1998); Laburú et al. (1998); Ostermann e Moreira (1998, 1999); Ostermann e Cavalcanti (1999); Carvalho et al. (1999); Ostermann (1999, 2000), entre muitos outros trabalhos que não são citados neste trabalho, mas são encontrados na obra de Ostermann e Moreira (2000) referenciada acima.

Apesar de um grande e longo embate para a atualização do currículo de Física, esta atualização ainda se mostra insuficiente. Portanto, para estas mudanças efetivas ocorram, elas têm de abranger as três diferentes áreas da escola: o corpo docente, o corpo discente e os conteúdos programáticos.

OBJETIVOS DA PROPOSTA

Nossa meta será verificar a possibilidade de inserir, para os alunos da 3ª série do EM, o estudo de tópicos de MQ. Para isto, a meta será dividida em duas partes: uma geral e outra específica. Essa divisão tem o intuito de nortear a pesquisa, facilitar a aplicação de questionário investigativo junto aos professores e desenvolver atividades junto aos alunos.

Objetivo Geral

Face às novas propostas do currículo programático de Física, estabelecida pela Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo (SEE/SP) de 2008, surgem de imediato alguns questionamentos importantes. Diante dessa realidade o presente trabalho tem por objetivo geral verificar se:

- i- Estaria o professor de Física do Ensino Médio capacitado para lecionar tópicos de FMC;
- ii- Seria possível a inserção de um estudo de FMC, mais especificamente tópicos de MQ, de forma eficaz, no 3º ano do EM.

Objetivo Específico

Para que o aluno tenha uma visão geral do assunto a ser estudado, será elaborado um material instrucional, programada e avaliada uma estratégia didática para o ensino de FMC e de tópicos de MQ, a partir de um tema gerador para ser aplicado ao objeto de estudo (os alunos da 3ª série do Ensino Médio).

Essas duas abordagens são motivadas pelo fato de que os conhecimentos dos professores sobre o tema influenciam diretamente o desempenho dos alunos.

Convém ressaltar que esta pesquisa não tem, em momento algum, intenção de desqualificar os professores e/ou os alunos envolvidos, mas sim fornecer informações e alguns parâmetros para contribuir para o ambiente de aprendizagem escolar.

EM RELAÇÃO AO MÉTODO EMPREGADO

O presente trabalho está sendo realizado em uma escola estadual na periferia do município de Diadema (SP); tem como objetivo a inserção de tópicos de MQ na 3ª série do EM do período noturno.

Esta proposta fundamenta-se teoricamente na “Teoria da Aprendizagem Significativa” de autoria de David Ausubel. Ela propõe uma metodologia para ser usada no processo de construção de novos conhecimentos na estrutura cognitiva que já está presente no aluno em que a nova informação poderá ancorar-se em conceitos já firmados. Nas próprias palavras de Moreira (1983), a Aprendizagem Significativa é um

[...] processo através do qual novas informações adquirem significados por interação (não associação) com aspectos relevantes preexistentes na *estrutura cognitiva*, os quais, por sua vez, são também modificados durante este processo. Para que a aprendizagem possa ser significativa o material tem de ser *potencialmente significativo* e o aprendiz tem de manifestar uma *disposição para aprender*. [...] (MOREIRA, 1983, p.49).

Pode-se perceber que a tarefa não é tão simples, já que o próprio texto se refere a “manifestação de uma disposição para aprender” por parte do aluno e o material a ser elaborado para eles deve ser “potencialmente significativo”.

Esta pesquisa fundamenta-se no tema *Teletransporte Quântico* como um organizador prévio para promover elementos significativos na aquisição de conhecimento. Em adição, é utilizado um material em CD-ROM com recursos de multimídia para tentar despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, promovendo a aquisição de tópicos de MQ.

Ela foi dividida em três momentos:

- Aplicação de um questionário investigativo a uma amostra de professores de Física para aferir os conhecimentos de MQ;
- Aplicação de um questionário investigativo aos alunos;
- Intervenção junto aos alunos por meio de um material elaborado do 3º ano do EM com o objetivo de inserir tópicos de MQ no currículo de Física baseado no questionário inicial.

Para os professores, elaborou-se um questionário investigativo com questões fechadas, baseado na escala Likert¹ de cinco itens para coleta de dados relacionados ao assunto e à atualidade. O questionário foi dividido em quatro partes:

- Parte I: Dados Pessoais;
- Parte II: Metodologias empregadas;
- Parte III: Conhecimentos específicos da área;
- Parte IV: Relacionamento Temporal.

Os questionários foram tabulados de acordo com a sequência das perguntas. Para designar cada um dos professores, foi atribuído um número representando a ordem em que estes questionários foram devolvidos, no caso nº de 1 a 20.

Para aos alunos da 3ª série do EM, a intervenção ocorrerá em três momentos distintos:

¹ A escala mais utilizada em estatística para pesquisa qualitativa (normalmente de cunho social).

- Primeiro momento (já ocorrido): foi aplicado um pré-teste (um questionário também investigativo com questões fechadas, baseado na escala Likert de cinco itens) para se ter uma visão dos conhecimentos prévios dos alunos. O questionário versava sobre assuntos da tecnologia relacionada ao cotidiano e sua relação com a FMC;
- Segundo momento (que está se realizando): é uma intervenção com aulas expositivas, apresentação de *slides* por meio de um *data show* e a aplicação do material multimídia instrucional elaborado na forma de CD-ROM (com uma plataforma interativa com hipertextos, diversos objetos de aprendizagem envolvendo simulações e animações e também com endereços de *sites* relacionados com as ciências), distribuído para cada um dos alunos para que utilizasse não somente na sala de informática da escola, mas também em sua residência.
- Terceiro momento: pós-teste (a ser realizado futuramente), com as mesmas questões abordadas inicialmente, porém de forma mais objetiva e concisa somente para os alunos participantes de todo o processo.

Os *slides* foram confeccionados com o software *PowerPoint* ®². Na elaboração do material em um CD-ROM, procurou-se reunir basicamente objetos disponíveis na internet (de fácil localização com as ferramentas de busca). E com a utilização do software de autoria *Illuminatus 4.5* ®³, foi desenvolvida uma plataforma interativa com menu pelo qual os alunos acessam o material organizado.

Sobre os benefícios e a eficiência dos recursos da informática, há vários trabalhos elencados como balizadores.

No trabalho desenvolvido por MACHADO e NARDI (2006), colocam de forma bem enfática as vantagens oferecidas:

A estrutura de um hipertexto pode ser projetada para proporcionar conexões entre os conceitos que levem à formação de significados relevantes para o estudante [...]

[...] A utilização de imagens, animações, filmes e sons permite que a informação seja apresentada segundo múltiplas representações, reforçando as idéias contidas nos textos e ampliando as possibilidades para associações pertinentes dos conceitos na estrutura cognitiva do aluno. O emprego desses signos tende também a facultar uma aprendizagem estimulante, devido à riqueza e diversidade dos elementos de mídia, mobilizando, além de aspectos cognitivos, fatores de ordem afetiva (MACHADO; NARDI, 2006, p.8).

Salienta-se que nesse trabalho os autores tinham como foco principal o ensino de Física baseado nos recursos exclusivamente da informática. Destaca-se também que as integrações *aluno – aluno* e *professor – aluno* são de suma importância para a efetiva aprendizagem como se pode ver no trabalho desenvolvido por CAMPOS et al. (2007):

... ficou claro que é preciso levar em consideração que os alunos precisam ter participação ativa na escola com experiências que mereçam considerações. E que o educador deve estar preparado e saber intervir no processo de aprendizagem dos alunos, para que eles sejam capazes de transformar as informações transmitidas ou pesquisadas em conhecimento, por meio de situações-problema, projetos ou situações de ações reflexivas. Considerando que em algumas situações o computador oferece recursos importantes para a construção do conhecimento, e que as facilidades técnicas oferecidas pelos computadores possibilitam inúmeras ações pedagógicas. A tecnologia digital poderia ter um impacto ainda maior no processo de ensino-aprendizagem. (CAMPOS et al, 2007, p.17)

Sendo assim, justifica-se a importância da produção de um material em CD-ROM com

² *PowerPoint* é um *software* de apresentação da Microsoft .

³ *Illuminatus 4.5* é um *software* de marca registrada.

recursos de multimídias, de forma que os alunos possam utilizar não somente na escola, mas a qualquer momento, de forma fácil e que seja interessante.

Os Dados

As análises dos dados em tratamento estatístico geraram e ainda irão gerar informações importantes e significativas nos distintos momentos da pesquisa (tanto para professores quanto para alunos).

As análises estão sendo estudadas e embasadas nas estatísticas dos dados coletados e tabulados, e a inferência será feita, em grande parte, para além dos limites da pesquisa, a valores nominais, já que para a grande maioria das questões é utilizada a Escala Likert. Conseqüentemente, a análise estatística será qualitativa (que é utilizada para dados não-paramétricos) e, portanto, não será muito comum o uso de termos como média, desvio padrão e variância, e sim termos como amostras pareadas, teste de hipótese, teste de Friedman, moda e mediana. Será uma análise mais comparativa, utilizando-se principalmente o teste do qui-quadrado (χ^2) para dados de pequenas amostras, tanto para se verificar o nível de significância dos dados observados em relação aos teóricos bem como para se verificar a aderência dos dados obtidos.

Quanto ao nível de significância com relação ao valor crítico tabelado, iremos estipular, para todas as análises estatísticas, $\alpha = 5\%$.

ANÁLISE DOS DADOS

No que se refere aos alunos, a intervenção ainda está em andamento e está ocorrendo em cinco salas do 3ª série do EM noturno, perfazendo um total inicial de 158 alunos com idades variando de 16 anos incompletos até 25 anos. A previsão de conclusão desta intervenção é para 10 de outubro de 2009. Como só serão levados em consideração para estudos estatísticos os alunos participantes de todo o processo, não se tem, por enquanto, um estudo estatístico relevante para ser relatado neste trabalho. E, com relação aos professores, já se tem um estudo estatístico realizado.

Vejamos, a seguir, algumas das análises já efetuadas.

Professores: Caracterização Geral

Em primeiro lugar, apresentamos algumas das informações coletadas por meio de gráficos. Os estudos estatísticos realizados, para se conhecer a amostra e se ter uma visão mais objetiva ficarão para uma análise posterior.

Foi feito uma tabela-resumo (tabela 1) dos dados pessoais obtidos.

Tabela 1: Perfil do grupo de professores pesquisados (questionário: Parte I e II)

Característica em estudo	Percentual	
	Masc.	Fem.
Professor (quesito sexo)	55%	45%
Efetivo	20%	10%
Ocupante de Função Atividade (OFA)	35%	35%
Graduação específica em Física	10%	15%
Graduação em outras áreas (matemática, química, Biologia)	45%	30%

Com duas graduações	10%	15%
Com especialização	25%	10%
Com pós-graduação	5%	15%
Atuando em uma escola	15%	5%
Atuando em duas escolas	35%	35%
Atuando em mais de duas escolas	5%	5%
Atuando em escola particular	25%	5%
Experiência no magistério – acima de dez anos	20%	20%
Experiência no magistério – acima de dez anos só no EM	10%	10%
Jornada semanal de aulas (média aritmética simples)	32,64 ± 12,56	28,44 ± 12,43
Já usam recursos tecnológicos no ensino-aprendizagem	30%	0%
Adota livro didático	30%	10%

Pela tabela 1, pode-se cruzar as informações e fazer várias análises.

Vejam algumas:

- 70% de professores OFA e 75% dos professores analisados não são graduados em Física. A diferença observada é que há um professor efetivo em Matemática que também está lecionando aulas de Física;
- Por volta de 13% dos professores do sexo masculino investem em suas carreiras contra 10% dos professores do sexo feminino;
- 80% dos professores atuam em mais de uma escola, incidindo em uma carga horária semanal muito grande; na média há (30,75 ± 12,68) aulas por semana;
- Somente 20% dos professores atua há mais de dez anos no EM;
- 60% afirma não utilizar livros didáticos; 70% utiliza pesquisa extraclasse; e somente 30% utiliza de recursos tecnológicos em suas aulas;
- É interessante observar que a distribuição dos questionários nas escolas foi independente do quesito sexo, mas o resultado do teste χ^2 mostra a independência das frequências obtidas.

Ao se efetuar o teste do χ^2 para se verificar se a diferença encontrada em relação ao sexo (masculino com 55% e feminino com 45%) na amostra de professores era apenas flutuação estatística ou teria algum grau de tendência na amostra, encontra-se o seguinte resultado:

$\chi^2_{\text{Calculado}} = 0,47$ para um valor tabelado $\chi^2_{\text{Crítico}} = 3,84$.

Conclui-se que não há diferenças estatísticas significativas quanto à distribuição da frequência no quesito sexo. Observe a figura 1.

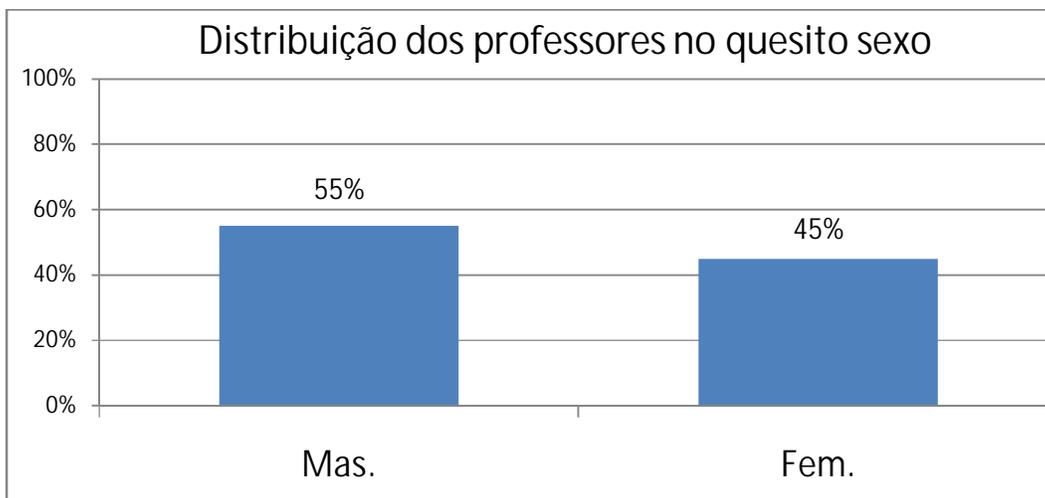


Figura 1: Caracterização dos professores quanto ao sexo.

A seguir, há alguns dos gráficos obtidos com base nos dados tabulados a partir das respostas dadas pelos professores na parte três do questionário. A parte quatro foi descartada visto que somente dois professores ao completaram (os outros deixaram em branco).

Os títulos dos gráficos são as próprias perguntas formuladas no questionário.

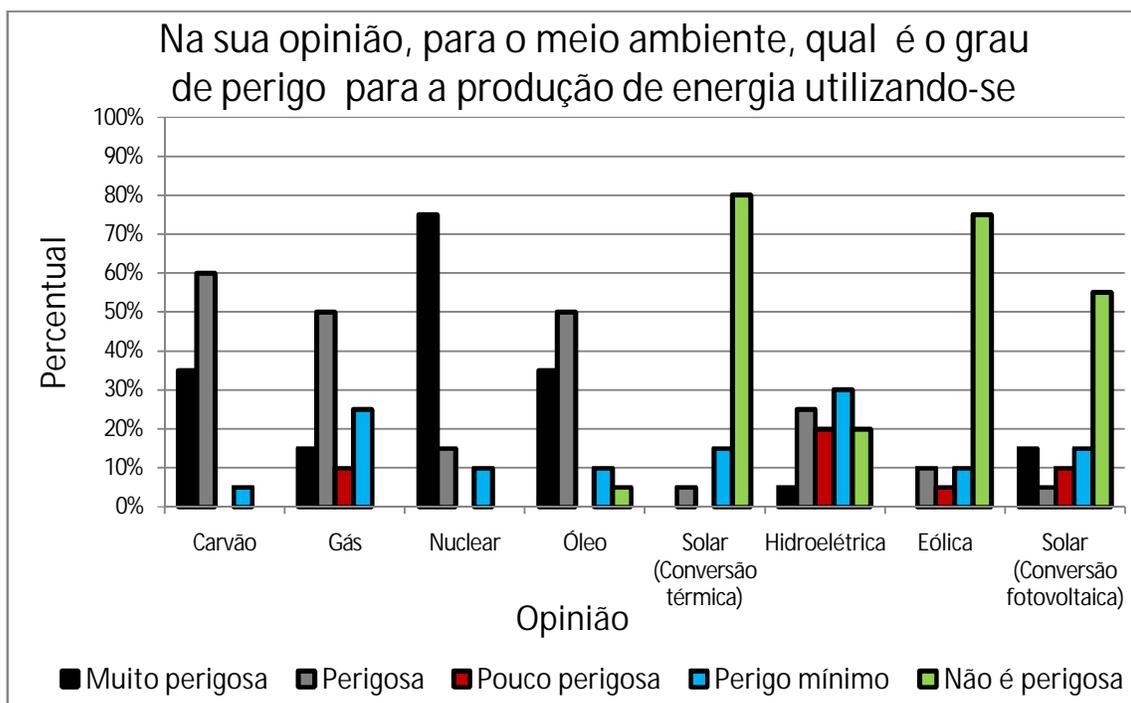


Figura 2: Opinião dos professores quanto à produção de energia.

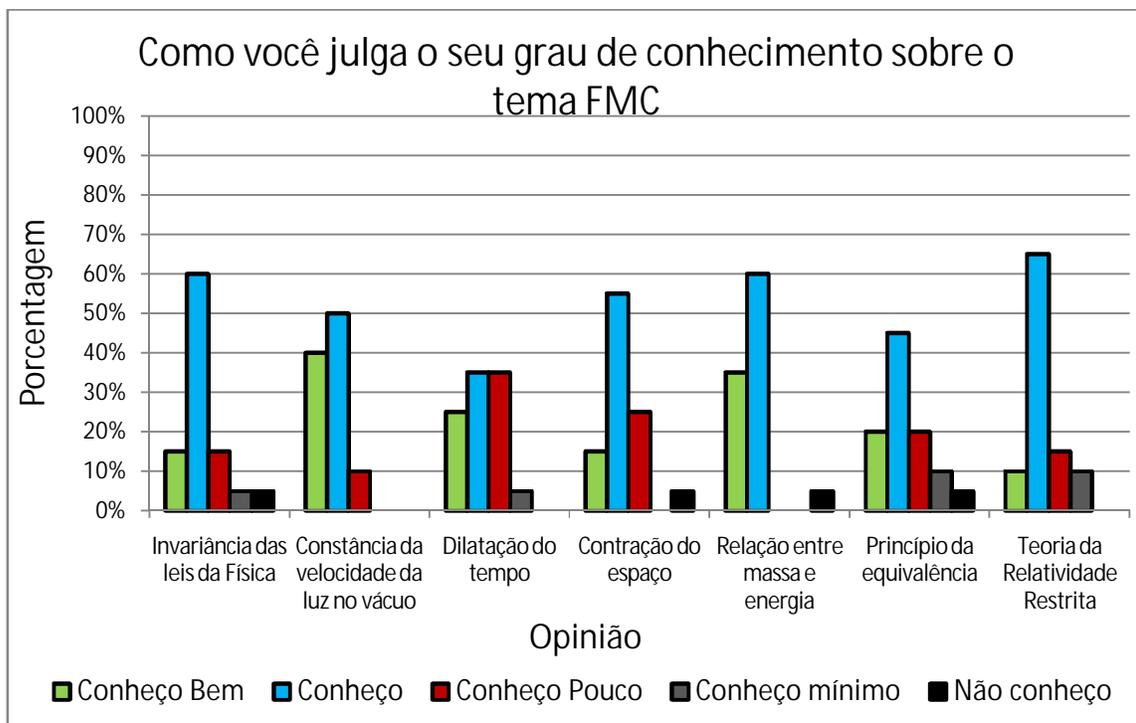


Figura 3: Grau de conhecimento dos professores sobre alguns tópicos de FMC.

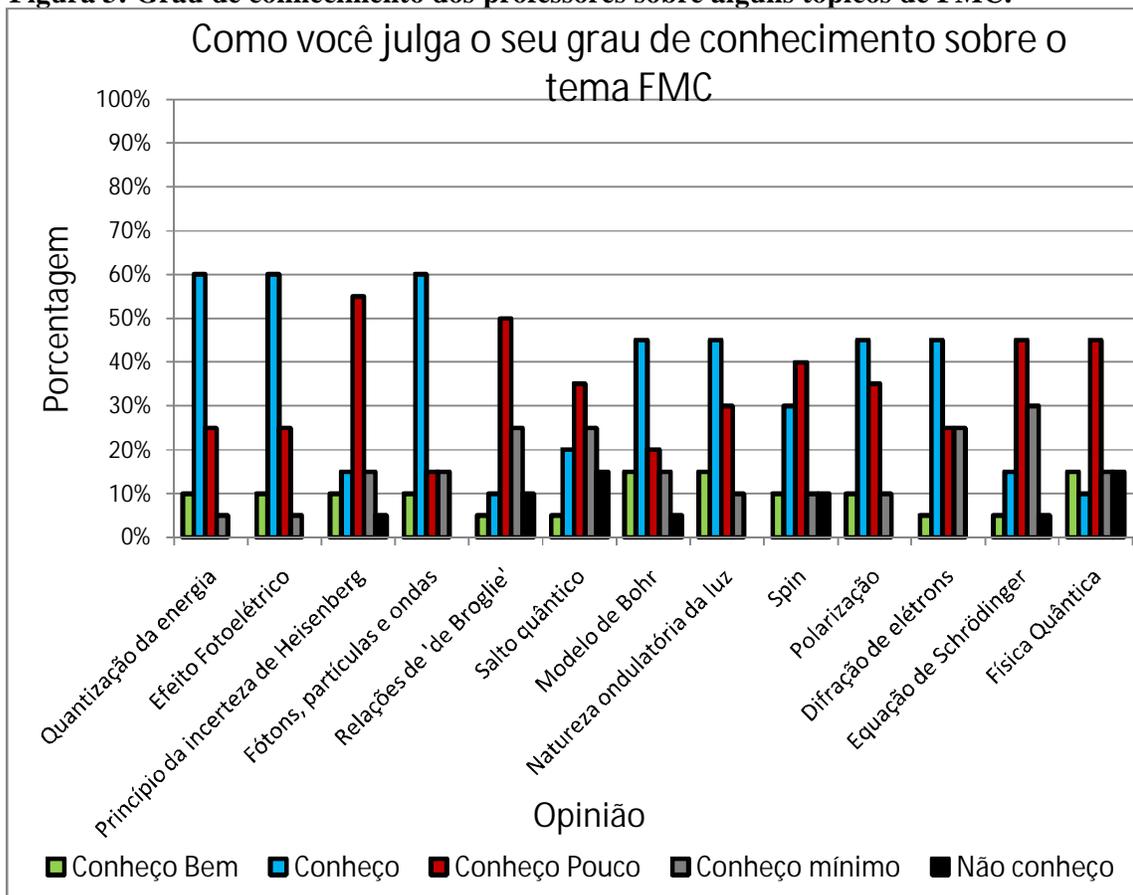


Figura 4: Grau de conhecimento dos professores sobre alguns tópicos de FMC.

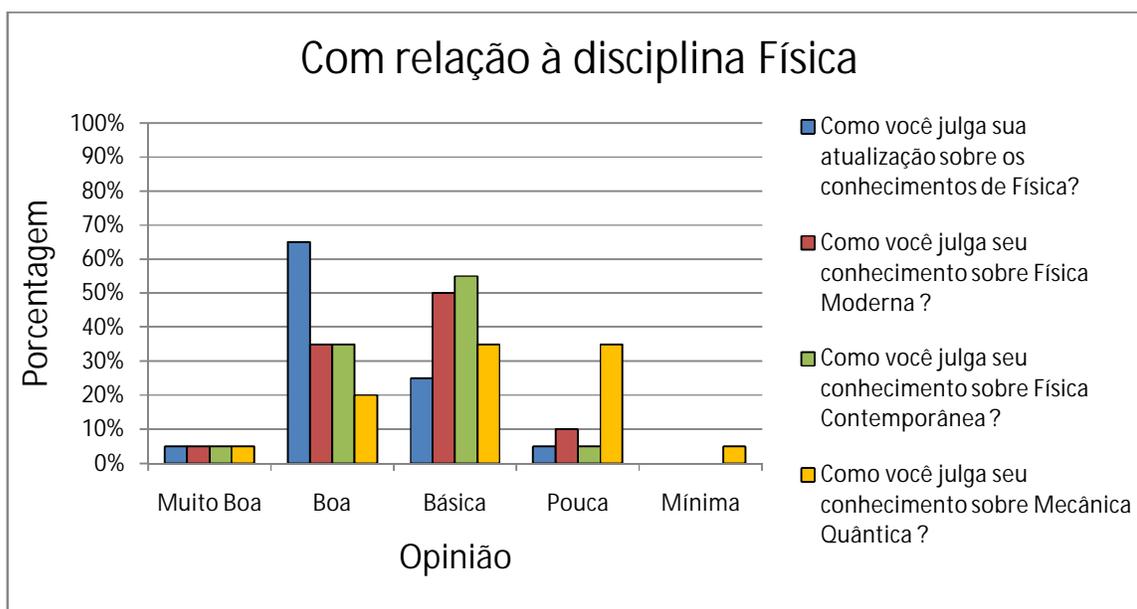


Figura 5: Grau de conhecimento dos professores sobre alguns tópicos de FMC.

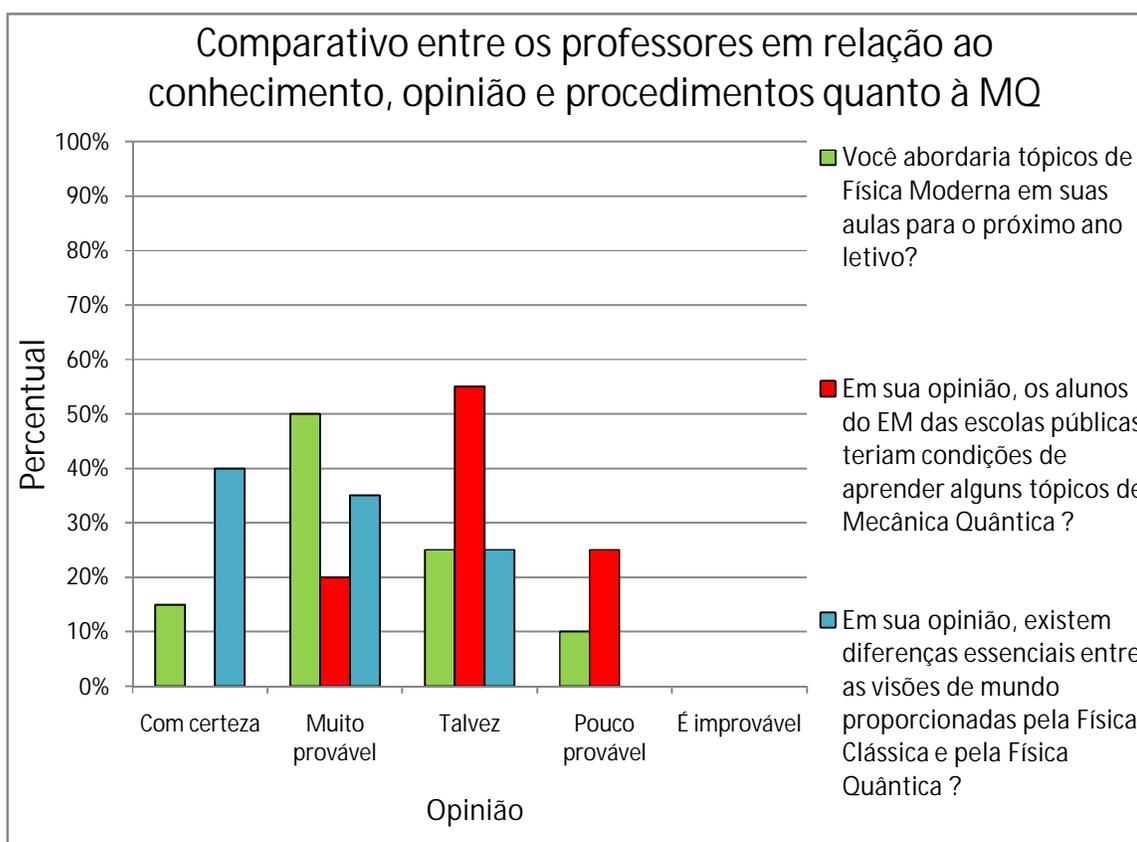


Figura 6: Opinião dos professores emitida nas questões expostas no gráfico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa procurou dentro de seus limites, averiguar alguns conhecimentos de FMC por parte dos professores e analisar a viabilidade de se ensinar tópicos de MQ aos alunos da 3ª série do EM, por meio de um tema gerador, de acordo com a “Teoria da Aprendizagem Significativa” de Ausubel, utilizando-se de recursos de informática por meio da multimídia. Como argumentado anteriormente e também reafirmado por muitos outros pesquisadores, faz-se necessária urgentemente a inclusão de FMC no currículo de Física.

No que diz respeito ao conhecimento dos professores sobre FMC, há indícios de que está aquém do desejado e necessário, uma vez que, com base nas respostas dadas, há sérios equívocos conceituais. Por exemplo, o fato de que:

- 60% deles acham que é provável que exista alguma diferença entre as visões de mundo proporcionadas pela Física Clássica e pela Física Quântica;
- 45% acham que há algum tipo de perigo para o meio ambiente na produção de energia utilizando-se a luz do sol no processo de conversão fotovoltaica;
- 25% deles acham que existe algum tipo de perigo para o meio ambiente na produção de energia pelo processo eólico.

Em relação às respostas dadas nas questões das figuras 1, 2, 3 e 4 e olhando as respostas dadas na questão da figura 5, vê-se mais alguns disparates:

- Sobre sua atualização dos conhecimentos de Física, 95% considera que está entre “muito boa” e “básica”;
- Sobre seus conhecimentos de Física Moderna, 85% considera que está entre “muito bom” e “básico”;
- Sobre seus conhecimentos de Física Contemporânea, 95% considera que está entre “muito bom” e “básico”;
- Sobre seus conhecimentos de MQ, 60% considera que está entre “muito bom” e “básico”.

Observando-se esses percentuais, eles não condizem com as respostas dadas nas questões anteriores (de 1 a 4). Um dos possíveis motivos é o fato de termos somente 25% dos profissionais com licenciatura específica em Física ou com habilitação em Física; conseqüentemente, há um número muito grande de professores não habilitados em Física lecionando nas salas de aula.

Outro fator preocupante é que a maioria dos professores é relativamente jovem no EM, já que somente 20% deles atua há mais de 10 anos no EM, aliado ao fato que 60% dos professores formou-se há menos de 10 anos. Era de se esperar que uma parte significativa deles tivesse tido algum contato com FMC na graduação, mas não há indícios deste fato, pelas respostas dadas nesta pesquisa. Também é preocupante a carga horária semanal dos professores; 80% deles atua em duas ou mais escolas, com uma média próxima de 31 aulas semanais.

Preocupante também, embora esperado, é o fato de que somente 20% dos professores considera que “provavelmente” os alunos do EM teriam condições de aprenderem tópicos de MQ.

Acredita-se que estas falhas podem ser parcialmente sanadas com a utilização da proposta pedagógica da SEE/SP e dos materiais que estão sendo enviados às escolas estaduais, em adição a uma ênfase maior na capacitação dos professores. Salienta-se que não se trata de questionar a formação destes professores, pois são inúmeras as causas que convergem para esse estado de coisas. O que se sugere é que se desenvolvam métodos para capacitar estes professores, visando a que sua formação seja para a prática do ensino de Física Moderna no EM, dentre outras medidas possíveis que estão além desta pesquisa.

Com relação aos alunos, ainda não se tem resultados finais quanto à intervenção que está ocorrendo, mas já há indícios de que é possível ensinar tópicos FMC aos alunos do EM. A resposta obtida até o momento é muito positiva por parte dos alunos tendo em vista a participação e o empenho demonstrados por eles.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996, Brasília, MEC, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/SEMTEC, 4v - p.123-199. 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio - Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

CAMPOS, C.A; Catalano, C. J.; ZANESCO, R.; VEIGA, J.S.; MACIEL, M. Delourdes. **Quando a Química, a Física, a Biologia e a Matemática falam a mesma língua na escola**. I seminário Hispano-Brasileiro de Avaliação das Atividades Relacionadas com Ciências, Tecnologia e Sociedade (PIEARCTS) / II Jornada Internacional de Ensino de Ciências e Matemática, 2008.

MACHADO, D.I.; NARDI, R.. **Construção de conceitos de Física Moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 473-485, (2006).

MOREIRA, Marcos Antônio. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Editora Universidade. 1983.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A..**Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa, “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”**. Porto Alegre, *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, p.24-48. 2000.

PINTO, C. A. e ZANETIC, J. **É Possível Levar a Física Quântica Para o Ensino Médio?**.*Caderno Catarinense Ensino Física*, v. 16, n. 1: p. 7-34, 1999.

REZENDE JR, M.F..**O Processo de conceitualização em situações diferenciadas na formação inicial de professores de Física**. Tese, 2006.

SANDRIN, M.F.N.; PUORTO, G.; NARDI, R..**Serpentes e Acidentes Ofídicos: Um Estudo Sobre Erros Conceituais em Livros Didáticos**. *Investigações em Ensino de Ciências – V10(3)*, p. 281-298; 2005.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual da educação do Estado de São Paulo. **Parâmetros Curriculares da Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo (SEE/SP)**. 2008

WEBBER, M.C.M.. **Inserção de Mecânica Quântica no Ensino Médio: uma proposta para professores**. Dissertação. UFRGS. 2006.