

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO**

ARTUR LUCIANO FILHO

**Análise do Ensino de Física Moderna nos cursos de Licenciatura
em Física nas Instituições de Ensino Superior na Cidade de São
Paulo**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus* São Paulo – enquanto exigência parcial para a obtenção do título de Especialista em Formação de Professores - ênfase no Magistério Superior.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frajuca

São Paulo

2011

ARTUR LUCIANO FILHO

**Análise do Ensino de Física Moderna nos cursos de Licenciatura em Física nas
Instituições de Ensino Superior na Cidade de São Paulo**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Frajuca - orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Prof^{ta}. Dr^a. Cleide Matheus Rizzato - examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Prof. Ms. Márcio Vinícius Corrallo - examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Conceito: Aprovado

São Paulo, 12/08/2011

*À minha família, em especial a minha esposa **Simone**, que desde o início tem colaborado e me incentivado a alcançar meus ideais e a continuar a sonhar .*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Carlos Frajuca por aceitar ser meu orientador e poder oferecer contribuições ao meu trabalho. Por ter compreendido minhas dificuldades e colaborar com ações e conselhos visando a solução das questões.

Às amigas Vanessa e Jordana que colaboraram com revisões e por estarem sempre incentivando a realização deste trabalho.

Aos profissionais da secretaria da pós-graduação Meirice Alda de Moura, Creusa Oliveira e Silvana Bueno Gomes pela doçura, dedicação, clareza nas informações, disposição e incentivo.

Aos professores da especialização que doaram parte de seus conhecimentos enriquecendo este curso.

Ao professor Márcio Rogério Müller que colaborou com a minha pesquisa nas Faculdades Oswaldo Cruz.

À professora Cleide Matheus Rizzatto que viabilizou a minha pesquisa nas faculdades Oswaldo Cruz.

LUCIANO F^o, Artur. *Análise do Ensino de Física Moderna nos cursos de Licenciatura em Física nas Instituições de Ensino Superior na Cidade de São Paulo*. 2011. 77f. Monografia (Especialização em Formação de Professores – ênfase no Magistério Superior). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo. São Paulo.

RESUMO

Esta monografia visa analisar o ensino de Física Moderna nos cursos de Licenciatura em Física nas Instituições de Ensino Superior na Cidade de São Paulo, objetivando verificar as contribuições e implicações que este ensino tem promovido na prática docente. Foram analisadas ementas relativas ao ensino de Física Moderna. Também realizamos uma pesquisa junto a alunos, professores e coordenadores dos cursos de licenciatura em física. Os motivos para esta investigação estão relacionados às nossas observações na prática docente, pois um número expressivo de professores da rede pública não detém estes saberes científicos. Os conteúdos de Física Moderna constam do currículo do Estado de São Paulo para as escolas de nível médio. Necessitamos de docentes que não apenas conheçam os conteúdos de Física Moderna, mas que possuam capacidades e habilidades pedagógicas, que saibam praticar a transposição didática (CHEVALLARD, 1991). Em nossa análise observamos que as ementas contemplam textualmente os objetivos formativos. Entretanto, no questionário proposto percebemos um grande distanciamento da prática acadêmica com as propostas de curso, gerando grandes lacunas quanto ao ensino e aprendizagem dos tópicos de Física Moderna. Entretanto, boas iniciativas foram verificadas e serão apresentadas visando sua divulgação e se possível apropriação de sua utilização como método de ensino na formação docente como as ações didáticas praticadas pela iniciativa da professora Marisa Cavalcanti na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP.

Palavras-chave: Ensino de Física Moderna. Formação de Professores. Saber Científico. Práticas Pedagógicas. Transposição Didática.

LUCIANO F^o, Arthur. Analysis of the Teaching of Modern Physics in the Physics degree courses in higher education institutions in São Paulo. 2011. 77f. Monograph (Specialization in Teacher Education - emphasis in Teaching Superior). Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo. São Paulo.

Abstract

This monograph seeks to analyze the teaching of Modern Physics in the programs for teaching graduation Physics degree courses in higher education institutions in the city of São Paulo, aiming to verify the contributions and implications that this teaching has promoted in the teaching practice. Program curriculum menu were analyzed for the teaching of Modern Physics. We also conducted a survey of students, teachers and coordinators of undergraduate courses in physics. The reasons for this investigation are related to our observations on teaching practice, because a significant number of public school teachers do not hold this scientific knowledge. There are contents of Modern Physics in the curriculum of the State of São Paulo for the high schools. We need teachers who not only know the contents of Modern Physics, but who have skills and pedagogical skills, which can practice the didactic transposition (CHEVALLARD, 1991). In our analysis we found that the curriculum menus include verbatim the training objectives. However, the proposed questionnaire we see a major distance from the academic practice with the proposed course, creating large gaps on the teaching and learning topics of Modern Physics. However, good initiatives have been checked and will be presented in order disclosure of ownership and if possible its use as a teaching method in teacher education as the actions committed by the initiative of Teacher Marisa Cavalcanti at the Pontifical Catholic University of São Paulo, PUC-SP.

Keywords: Elementary Modern Physics. Teacher Education. Scientific knowledge. Pedagogical Practices. Didactic Transposition.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
1.PROPOSTA DA PESQUISA.....	13
1.1. - Problemática	14
1.2. - A formação de professores na legislação atual.....	19
1.3. - Justificativa.....	20
2.AS LICENCIATURAS E O ENSINO DE FÍSICA MODERNA	22
2.1. - Licenciatura, definição e surgimento.....	23
2.2. - O surgimento dos cursos de Licenciatura em Física.....	24
2.3. - O ensino de Física Moderna na formação docente.....	28
2.4. - Considerações.....	31
3.METODOLOGIA DA PESQUISA E BASES TEÓRICAS	33
4. ANÁLISE DA PESQUISA	38
4.1. O que dizem as ementas	38
4.1.1. - PUC-SP	38
4.1.2. - Faculdades Oswaldo Cruz	39
4.1.3 - IFSP – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo ...	53
4.1.4. - Considerações sobre as ementas	59
4.2. Análise dos questionários	61
4.2.1. - O que disseram os entrevistados.....	62
4.2.2. - Considerações sobre os questionários	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

APRESENTAÇÃO

“Primeiro descubra por que quer que os alunos aprendam o tema e o que quer que saibam, e o método resultará mais ou menos por senso comum” (FEYNMAN,1952).

Desde a infância questões que envolvem os fenômenos da natureza me intrigavam. De onde vem o ar, por que ele não acaba e o pensamento é feito de que, a dor da ausência, por que não aceitar o vazio. Essas são apenas algumas das questões que eu me fazia antes de estar na escola. Hoje entendo como questões epistemológicas.

Sempre fui aluno de escola pública e pobre, porém isto não me privou desses questionamentos - ao contrário, por não conhecer outras portas de acesso ao conhecimento fitava a escola como o mundo das descobertas. Meu respeito pelos docentes era exemplar, até hoje encaro tal profissão a mais linda e nobre que um ser humano possa enveredar, pois entendo que a partir dessa, todas as outras são forjadas.

A partir do momento em que as palavras começaram a ter vida para mim, agora o saber ler me pertencia, não mais havia barreiras para a busca do conhecimento, *isto eu acreditava*. Todos os livros possíveis eu lia. Embora pobre, era praxe por parte de minha mãe adquirir e disponibilizar livros, um luxo para a época, pagos em infindáveis prestações, livros e coleções adquiridos na porta de casa.

Aos poucos fui percebendo que quanto mais eu avançava em conhecimento, aquele que estava disponível, novas questões se avolumavam em minha mente.

Sempre fui pragmático.

Devido às necessidades prementes da vida aliadas a uma educação que não fornecia autonomia tampouco possibilidades conhecidas e ou divulgadas para um amadurecimento dos saberes isto se tornou um grande obstáculo para o meu desenvolvimento. Sobretudo em ter acesso aos saberes científicos e por que não dizer do meu desenvolvimento cognitivo, pois encarava que as pessoas, quaisquer, tinham a responsabilidade de divulgar o conhecido, e assim passei a ter uma visão míope do que poderia vislumbrar no campo dos saberes.

Hoje defendo que estas barreiras fazem parte de uma ideologia que consegue barrar o senso crítico de um número sem fim de seres humanos. A sociedade pós-moderna com políticas neoliberais faz parte desta ideologia.

Mas eu não me dei por satisfeito.

Ao ingressar em um curso técnico integrado em uma instituição de renome, acreditei que poderia ir além. Foi uma decepção. O pragmatismo e o tecnicismo se apresentaram como uma luva para a mim, eu era assim, pragmático.

Ao terminar esse curso, entendia que não devesse mais estudar, os novos conhecimentos estavam apenas vinculados às técnicas, e estas eu as adquiriria com o tempo, não havia incentivo ao desenvolvimento cognitivo, tampouco a apuração do senso crítico.

Novas angústias, as mesmas angústias continuavam a passear pelos meus pensamentos, mas ainda entendia que outros deveriam fazer o saber e divulgá-lo, não entendia e sequer sabia como isto se dava, é paradoxal dizer isso. Como pode alguém ter sede pelo saber e ainda assim contentar-se com o que tem e se manter apenas no estado de espera para novas divulgações? Ideologia implantada lentamente, vã ingenuidade ou quiçá pureza no modo de pensar.

Percebi minha ingenuidade ao procurar o curso de Licenciatura em Física.

Procurava uma nova profissão.

Sempre gostei de ensinar, sempre gostei de temas relacionados com a Física. Desenvolvi admiração pelas pessoas que palestravam ou escreviam sobre Física.

Mas e a minha ingenuidade onde fica?

Entendia que por ser um curso pouco procurado devido à sua profundidade de conceitos, para mim, estudar Física envolvia conhecer seus conteúdos e como um papagaio reproduzir estes saberes para meus alunos. Aqui estava me espelhando nos meus antigos professores, que vinculados a práticas behavioristas, privilegiavam a resolução de exercícios e não situações problemas. Assim, acreditava que com um pouco de preparação teria em algum momento oportunidade de ingressar em tal curso. Para minha surpresa ingressei entre os primeiros colocados, questioneei a profundidade do vestibular, o grau de conhecimento dos meus concorrentes, entendendo não que eu estivesse à frente deles, mas que estes estavam muito aquém do que eu achava ser o mínimo para o ingresso. Isto me fez refletir profundamente nas questões envolvendo o ensino.

Mas e quanto à minha ingenuidade, onde estava; não acredito ter sido respondida a pergunta!

De fato, depois de algumas semanas, já com o curso em pleno andamento, ao avistar um ex-professor, professor de saúde e higiene, cumprimentei-o e revelei o que lá fazia. Elogiou-me e pela primeira vez ouvi e não entendi o que ele quis dizer com as seguintes palavras: “parabéns, o Brasil precisa de massa crítica, vá em frente”.

Obrigado Doutor Ivan, médico da antiga Escola Técnica Federal de São Paulo e ainda presente nos dias iniciais do meu curso em Licenciatura no então CEFET-SP, Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo agora IFSP, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

Em meu pensar queria ser professor, dador de aulas, não sabia o que seria ter mente e fazer parte de uma massa crítica.

O meu pragmatismo e a minha ingenuidade revelaram-se durante o curso, pois seu formato era totalmente diferente do que eu imaginava. Quando obtive conhecimento para compreender as palavras do Doutor Ivan, haja vista que estas palavras não saíram da minha mente, queria respostas a elas também.

Com o amadurecimento no modo de pensar e, sobretudo ao compreender como se desenvolve o pensamento e como se absorve conhecimento com suas peculiaridades e especificidades voltei meu olhar para os conteúdos da Física Moderna, pois até o momento, os tópicos relativos à Física Clássica não me apresentaram nada de novo. A Física Moderna sim se mostrou fascinante, incompreensível, estimulante, motivadora, desafiadora, explicativa, razoável dentro de seus limites, infinita.

É assim que eu a vejo, porém entendo que todos devam vê-la, com os olhos do entendimento e com olhar físico para falarem, lerem, discutirem, criticarem sobre.

Motivado por este pensar percebi na Física Moderna um nicho de saberes que poderiam dar conta das demandas dos saberes desejados e ansiados.

Diante disso, entendo que se faz necessário que estes saberes estejam disponíveis aos seres humanos. Mas, não estão estes saberes disponíveis em formas tão distintas quanto os seus próprios conteúdos? Sim estão, mas isto não basta.

Aqui me reporto às palavras iniciais desta apresentação, ditas por *Richard Phillips Feynman*. Deve fazer parte do professor este planejamento que transcende os planejamentos engessados das instituições transcritos em papéis e mídias diversas. É imprescindível saber ensinar Física Moderna, saber praticar a transposição didática.

Analisando algumas instituições de ensino superior que oferecem o curso de Licenciatura em Física na cidade de São Paulo, procurei verificar o quanto deste espírito apresentado por Feynman está presente na formação dos novos docentes.

Ao iniciar a carreira docente pude verificar o quanto estão distantes os profissionais da área, ou os professores que ministram a disciplina de Física, sobretudo nos cursos de ensino médio, dos conteúdos relacionados com a Física Moderna.

Percebendo ser caso redundante nas escolas em que passei e com os profissionais com quem conversei, motivei-me então a verificar como são formados os professores. Não me concentrarei em fazer divisões sobre em quais níveis serão ou seriam aplicados estes conteúdos, pois entendo que fazem parte de um contexto muito maior de ensino. Poderão ser abordados em todos os segmentos educacionais; escolas de ensino médio, ensino técnico, cursos superiores de tecnologia, engenharias, medicina etc., conteúdos estes que estão inseridos em todo espectro do conhecimento científico e tecnológico.

Ainda cabe ressaltar que estes docentes por extensão serão formadores de outros docentes. Portanto, entendo não haver espaço para uma elite do saber, em qualquer saber, fazendo-se necessário que, mais do que estarem disponíveis, sejam minimamente compreendidos para serem criticados, ampliados e desejados por novas pessoas.

Em geral, os cursos de pós-graduação têm habilitado profissionais para o magistério superior. Porém, o que dizer das demandas referentes à formação de nível médio? É quase certo que a grande maioria dos professores, pós-graduados, procure outras atividades ou instituições de ensino que melhor remunerem seu trabalho, haja vista aos salários praticados pela rede estadual de ensino.

Entendo, portanto, que a formação do docente, leia-se Professor de Física, deva ser repensada, embora por extensão outras disciplinas possam fazer uso das ideias apresentadas.

Procurarei neste trabalho apresentar práticas de ensino com o intuito de colaborar com a formação do docente. Também verificar as lacunas existentes para que sejam conhecidas e assim preenchidas com novas metodologias de ensino.

O trabalho está estruturado na análise pura do que tem sido feito até então. Procurei olhar a legislação para os cursos de Licenciatura em Física. Também, como as instituições vêm aplicando estas diretrizes, objetivando ou não a formação crítica e autônoma do novo professor.

Também foram analisadas bibliografias que não contemplam apenas os conteúdos específicos de Física Moderna, mas também quanto à formação do futuro professor, “a gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática”(FREIRE, 1991,p. 32).

Preparei um questionário, contendo dez questões para verificar junto aos alunos, professores e coordenadores das Licenciaturas em Física de duas Instituições de ensino superior o seu pensar sobre o tema. Participaram desta pesquisa alunos, professores e coordenadores das Faculdades Oswaldo Cruz e IFSP, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo.

Estas perguntas foram adensadas e farão parte de um capítulo que tratará da formação no modo de pensar Física Moderna por parte do futuro docente.

Espero que estas análises permitam uma reflexão maior sobre o tema contribuindo assim para uma melhor e mais ampla formação dos docentes.

O capítulo 1 evidencia a proposta deste estudo, ressaltando a prescrição de alguns autores quanto à formação de professores de Física, ao se mostrarem interessados em inserir os conteúdos de Física Moderna nos cursos de Ensino Médio. Este capítulo também abordará as questões legais quanto à formação do docente e organização curricular nos cursos de formação.

No capítulo 2 será apresentado um breve histórico da elaboração e surgimento dos cursos de Licenciatura em Física e também uma breve análise sobre o ensino de Física Moderna na Formação do Docente.

O capítulo 3 considera o referencial teórico e a metodologia adotada para a pesquisa. Na metodologia são apresentados o tipo de pesquisa e suas perspectivas.

O capítulo 4 considerará as respostas às questões propostas na pesquisa, verificando as contribuições e lacunas apresentadas pelos entrevistados, bem como o modo de se pensar Física Moderna e as práticas já experimentadas no ensino desses saberes.

Serão apresentadas as considerações finais bem como as referências bibliográficas utilizadas e bibliografia complementar.

Não é meu objetivo em uma análise centrada em duas instituições apresentar todos os fatores que contribuam ou não para a formação plena do docente. Entretanto ao escolher uma instituição pública IFSP – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo e outra privada, Faculdades Oswaldo Cruz, penso que teremos uma excelente visão da realidade, pois o que se pratica em outras instituições estão próximos à prática dessas instituições.

Assim, entendo ser uma grande contribuição e um convite para reflexão os tópicos abordados nesta pesquisa. As críticas sempre serão bem vindas com vistas a um amadurecimento na realização das pesquisas. Também, os dados apurados poderão contribuir na melhor formação de futuros professores de Física e que estes sejam capazes e mais engajados em disseminar os conteúdos de Física Moderna objetivando com esta promoção a formação de cidadãos críticos e com uma melhor leitura desses conteúdos.

CAPÍTULO 1

1. PROPOSTA DA PESQUISA

A Física Moderna inaugurou um novo modo de pensar não só na ciência como também em várias outras áreas do conhecimento, permitindo visualizar o mundo como uma teia inter-relacionada e interdependente de fenômenos. Essa visão permitiu relacionar as partes com o todo e o todo com as partes, rompendo com a causalidade linear e dando lugar à outra que contempla a interação, a probabilidade e a complementaridade que favorece a apropriação, o diálogo e a negociação, características necessárias na construção de uma nova organização social em que devem participar atores diferentes dados a complexidade atual. Por isso, a educação científica de hoje precisa contemplar aquilo que é antagônico e complementar¹.

Em função da relevância do texto, entendo ser imprescindível a verificação da formação do docente quanto à apropriação dos conteúdos de Física Moderna, contudo sendo também formado com vistas a colaborar com a transformação da sociedade. Cabe ao professor empenhar-se na busca de resultados em seus educandos como desenvolvimento cognitivo, senso crítico, capacidade de contribuir para a melhoria da sociedade em que vive e também capaz de tomar seus próprios rumos sendo independente e digno como cidadão. Assim, faz-se necessário que a formação dote o docente de ferramentas que lhe permita identificar os problemas e interpretá-los.

Como os conteúdos de Física Moderna podem colaborar com esta tarefa docente?

O desenvolvimento dos conteúdos de Física Moderna nas salas de aula contribui para a realização de um ensino voltado a realidade vivencial dos alunos, onde a tecnologia permeia as relações sociais cotidianas e necessita, portanto ser compreendida tanto em seus fundamentos como em seus aspectos mais gerais. Por outro lado, este procedimento suscita nos professores um repensar da programação usualmente seguida nas aulas e, conseqüentemente, abre possibilidades para que possam refletir sobre sua prática pedagógica².

¹ Disponível em: (<http://fisica.cdcc.usp.br/Professores?Eisntein-SHMCarvalho/node21.html>).

² Disponível em: (<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/viii/PDFs/SC3.pdf>)

Os conteúdos de Física Moderna estão presentes no cotidiano do educando, assim sua abordagem tem a probabilidade de atrair a atenção e despertar o espírito investigativo há muito perdido em nossos alunos. Desta forma, cabe ao docente não apenas passar em sua formação pelos conteúdos de Física Moderna, antes necessita de apropriação, de intimidade, de envolvimento, de objetivos para fazer com que sua implementação em sala de aula seja eficaz. Seja eficaz no sentido de auxiliar o docente na condução da formação dos educandos.

O ensino de Física Moderna colabora então para a formação do indivíduo, não sendo, portanto meramente propedêutica sua disseminação, visando apenas o conhecimento dos conceitos e técnicas inerentes ao tema. Tais conceitos propiciam uma maior reflexão aos discentes sobre o mundo que os rodeia, ampliando sua visão sobre o que ainda há de ser pesquisado, ampliando seu senso crítico não ficando a mercê de formadores de opinião.

Verificam-se na mídia constantes apelos para o uso racional de energia e ao mesmo tempo as excessivas divulgações que promovem o consumo desenfreado gerando novas demandas para uso e geração de energia. Ter conhecimento ou mesmo poder fazer uma leitura mais clara sobre estes tópicos poderá possibilitar ao cidadão, tomar posição em favor de mudanças reais, ou mesmo colaborar pelo entendimento, com ações promovidas por entidades que gerem e zelam por questões relativas ao tema.

Exemplo desta referência é a construção de novas usinas nucleares com objetivo de geração de energia elétrica. Na hipótese da não construção e proliferação destas usinas o cidadão precisa ser capaz de opinar sobre estas decisões. Poderá também participar por contribuir no desenvolvimento de novas tecnologias que utilizem outras fontes de energia. Não delegará a outros este papel, na maioria das vezes deixando nas mãos de pessoas que não possuem sequer o mínimo de conhecimento para opinar, porém com o poder para decidir.

O ser humano educado cientificamente, sobretudo com os conceitos de Física Moderna, será capaz de participar ativamente nestas bandeiras. Entendo que esta visão rompe com o pragmatismo na educação de que cumprir com os conteúdos satisfaz os programas curriculares e propostas de ensino. Há de se ir além, a tônica deve ser possibilitar que estes saberes façam parte da formação de uma sociedade que não pode viver alheia a estes conceitos.

1.1 Problemática

Desta feita, urge que a formação do docente seja crítica para que o mesmo seja atuante e não meramente um reprodutor de saberes.

Com o formato expositivo das aulas, contribuímos para uma aprendizagem passiva. Desta forma os futuros professores estarão mais habituados a receber conhecimentos e não a ajudar a gera-los, tampouco contextualizá-los.

As pesquisas em educação têm evidenciado o grande descompasso entre os ideais daqueles que planejam os currículos e a prática dos professores em sala de aula. Não basta desenhar cuidadosamente e com precisa fundamentação teórica um currículo se os professores não forem preparados para desenvolvê-lo. O problema não se resolve, por outro lado, proporcionando-se aos professores instruções mais detalhadas por meio de manuais ou de cursos *ad hoc*. Faz-se necessário uma profunda revisão da formação – inicial e permanente – dos professores, de forma a incorporar as aquisições da pesquisa sobre a aprendizagem das ciências. (PESSOA DE CARVALHO, 2006).

Os futuros professores precisam ser informados da importância que eles próprios têm para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos. Esta formação crítica e investigativa reforça o verdadeiro papel do docente.

Ter a aprendizagem desenvolvida a partir da pesquisa ressalta o caráter social do conhecimento, uma construção puramente humana, possibilitando que haja intercâmbio entre pesquisadores.

Ideologicamente, muitos saberes não são socializados, não formar professores com visão crítica também o é, pois quando se reproduz conhecimento em sala de aula, se reproduz efetivamente o que se pode reproduzir. É digno de nota que os formandos são avaliados, sobretudo pelo quanto se apropriaram e não pelo que são capazes de criar e desenvolver.

Mesmo quando analisamos outras disciplinas, como História, poderíamos tirar lições que pudessem evitar prejuízos à sociedade por ações irresponsáveis ou decisões tomadas pela falta do saber científico. Jared Diamond em seu livro *Colapso* relata razões científicas que justificam o desaparecimento de diversas civilizações ao longo da história humana. Apresenta inclusive ações políticas que alguns países adotaram para evitar novos colapsos, isto é, utilizar os saberes adquiridos através da história em benefício da sociedade. A história reconstruída com o caráter investigativo permitiu ações muito além do saber pelo saber. Um registro significativo neste livro é a frase: o que será que pensou o ilhéu de Páscoa ao cortar a última árvore disponível na ilha? Assim, deveríamos consumir todas as possibilidades de fornecimento de recursos de nosso planeta para fazer a mesma pergunta? Penso então que é para este fim que deva servir o saber científico, muito além de ser propedêutico.

Neste ponto quero fazer uma menção aos escritos sagrados, palavras registradas na Bíblia há aproximadamente dois mil anos no livro de Romanos 15:4 que diz: “que as coisas escritas outrora foram escritas para a nossa instrução”, isto subentende uma aquisição destes saberes para que, por exemplo, os erros não sejam cometidos novamente e os acertos sejam copiados e ampliados.

O processo de formação deve dotar os professores de conhecimentos, habilidades e atitudes para desenvolver profissionais reflexivos ou investigador. O eixo fundamental do currículo de formação do professor é o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre a própria prática docente. A formação inicial e permanente do profissional de educação deve preocupar-se fundamentalmente com a gênese do pensamento prático pessoal do professor, incluindo tanto processos cognitivos como os afetivos que, de algum modo, se interpenetram, determinando a atuação do professor. A reflexão do professor deve atravessar as paredes da instituição para analisar todo tipo de interesses subjacentes à educação, à realidade social, com o objetivo concreto de obter a emancipação das pessoas. A formação deve dotar o professor de instrumentos intelectuais que sejam úteis ao conhecimento e à interpretação das situações complexas em que se situa, para dar à educação a dimensão de vínculo entre o saber intelectual e a realidade social (IMBERNÓN, 2001).

Pois bem, como pode um cidadão exercer plenamente sua cidadania alheio aos saberes científicos que norteiam o viver?

Observa-se que o desenvolvimento tecnológico ganhou celeridade como nunca antes. Haja vista que as instituições de ensino tecnológico nunca foram capazes de acompanhar os passos deste desenvolvimento, isto é histórico. Tamanha distância fica mais evidente hoje com os sistemas de informações globalizados processados com ferramentas cada vez mais rápidas e potentes. Desta forma, apropriar-se de conhecimentos e da linguagem contemporânea dos saberes científicos e tecnológicos é permitir ao cidadão oportunidade de exercer sua cidadania.

Entretanto, quando olhamos para o passado recente, percebemos o quanto de conhecimento acumulou o ser humano. Desta maneira, pleitear que os futuros professores sejam tidos como formados por terem tido contato com estes saberes é como mostrar uma bola a um coxo e convocá-lo para uma final de campeonato de futebol.

Embora seja rústica a comparação, mas como relatei na apresentação deste tema, verifico o quanto os professores que ministram a disciplina de Física “fogem” dos conteúdos relativos à Física Moderna, estão como que coxos diante da bola.

Não podemos fechar os olhos a esta realidade. Toda e qualquer pessoa tem acesso às tecnologias e as usa, mesmo não sabendo os princípios envolvidos em seu funcionamento, talvez se tornando desnecessários estes saberes para muitos, porém nos tornamos cada vez mais reféns daqueles que possuem estes saberes. Digno de nota é ressaltar que nós brasileiros, como um dos maiores consumidores de produtos de alta tecnologia, não fabricamos nenhum dos componentes que fazem parte destes equipamentos, quiçá deter a tecnologia.

Diante desta breve abordagem, fica evidente o papel do docente na disciplina de Física, valorizar e priorizar o ensino dos conteúdos de Física Moderna. Entretanto, para que isto aconteça sua formação necessita de maior intimidade com o tema, e isto exige maior tempo de abordagem dos conteúdos e de suas formalidades, requerendo então que as instituições de ensino repensem seus currículos ou estaremos fadados a atuar como coxos nesta disciplina.

Necessitamos instigar novos alunos a mergulharem no mundo da pesquisa e do desenvolvimento científico e tecnológico. Carecemos de jovens interessados nestes temas, pois, eles não são ministrados de maneira que os dirijam para tal atividade. Sendo assim, o docente em Física necessita em sua formação que os conteúdos de Física Moderna tenham ampla abordagem histórica, conceitual formal, prática, investigativa e propositiva com vistas a uma ampla divulgação destes conteúdos.

Lembramos ainda que estes futuros professores em algum momento serão também formadores de novos professores!

Ainda hoje, nota-se que apenas uma “elite” detém estes conceitos, pois desde a pré-escola os saberes científicos ou são mal ministrados ou sequer são considerados. Quando analisamos estatísticas da participação brasileira em avaliações externas quanto ao saber científico percebemos a grande lacuna que temos deixado às nossas gerações quanto ao estudo de ciências. Para a grande massa isto é normal diante das dificuldades de apropriação que se apresentam pelo tema.

Esta realidade não se manifesta apenas com os conteúdos de Física Moderna, a Física como um todo tem seus conteúdos muito mal digeridos pela comunidade acadêmica, quer no ensino médio quer no ensino superior, devido à má formação inicial de nossos alunos e também dos professores. Portanto, todos que estão envolvidos com a educação científica e

tecnológica, deveriam estar interessados em promover mecanismos em que o acesso e apropriação a estes conteúdos tornem-se possíveis.

Para tanto, Anna M. Pessoa de Carvalho salienta a necessidade de se adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências. No livro de sua autoria em conjunto com Daniel Gil – Pérez, “Formação de professores de ciências”, apresenta um quadro sobre ações que deveriam nortear a formação de professores e as ações esperadas por estes em sala de aula.

Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências.

A. Reconhecer a existência de concepções espontâneas (e sua origem) difíceis de ser substituídas por conhecimentos científicos, se não mediante uma mudança conceitual e metodológica.
B. Saber que os alunos aprendem significativamente construindo conhecimentos, o que exige aproximar a aprendizagem das Ciências às características do trabalho científico.
C. Saber que os conhecimentos são respostas a questões, o que implica propor a aprendizagem a partir de situações problemáticas de interesse para os alunos.
D. Conhecer o caráter social da construção de conhecimentos científicos e saber organizar a aprendizagem de forma consequente.
E. Conhecer a importância que possuem, na aprendizagem das Ciências – isto é, na construção dos conhecimentos científicos -, o ambiente da sala de aula e o das escolas, as expectativas do professor, seu compromisso pessoal com o progresso dos alunos etc.

Fonte: Quadro 4 pp. 33

Saliento mais uma vez que o desenvolvimento dos alunos não deveria ser medido apenas pelo o quanto o mesmo se apropriou de determinado conteúdo, mas também pela sua capacidade crítica, investigativa e criativa. Não é objeto deste trabalho falar sobre avaliação tampouco da reformulação dos currículos³, mas trazer à tona estes questionamentos poderá colaborar para uma reflexão sobre o tema ou mesmo levar a investigação dos mesmos através de outras pesquisas.

³ Para uma discussão mais ampla dos currículos os leitores poderão consultar os seguintes autores: Millar e Osborne (1998) e Robin Millar (1996).

1.2 A formação de professores na legislação atual

Em função da aprovação da lei 9394/96, das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em destaque os artigos 62 e 63, que tratam da formação de docentes para atuar na educação básica, novos objetivos e metas para a formação desses profissionais da educação foram estabelecidos.

As Diretrizes Curriculares para a formação inicial de professores da Educação Básica, elaboradas no sentido de orientar a aplicação da nova legislação, preconizaram a necessidade de organização de,

cursos de formação que supram não só as deficiências resultantes do distanciamento entre o processo de formação docente e sua atuação profissional, mas também a necessidade de preparar um professor afinado com práticas pedagógicas centradas na construção de competências e habilidades do aluno de forma integrada, articulada e não fragmentada, sem, contudo banalizar a importância do domínio adequado dos conteúdos que deverão ser trabalhados para efetuar uma transposição didática contextualizada e integrada às atividades práticas e de pesquisa. (Diretrizes para a Formação de Professores).

Além disso, o artigo 2º da Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002, ressaltou que a “organização curricular de cada instituição observará além do disposto nos artigos 12 e 13 da Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, outras formas de orientação inerentes à formação para a atividade docente, entre as quais o preparo para”:

- I. o ensino visando à aprendizagem do aluno;
- II. o acolhimento e o trato da diversidade;
- III. o exercício de atividades de enriquecimento cultural;
- IV. o aprimoramento em práticas investigativas;
- V. a elaboração e a execução de projetos de desenvolvimento dos conteúdos curriculares;
- VI. o uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoios inovadores;
- VII. o desenvolvimento de hábitos de elaboração e trabalho em equipe.

Os elementos presentes na legislação contemplam, de certa forma, considerações que já vinham sendo apontadas por pesquisadores da área de formação de professores (Delizoicov, D. et al, 2002; Carvalho, A. M. P. 1993; Menezes, L.C. (org), 1996, dentre outros).

Mesmo não sendo novidade para diversos cursos de Licenciatura, essas orientações e exigências normativas, por identificarem uma concepção de formação de professores, sugerem que tais cursos deverão, a partir de agora, apresentar um formato distinto do tradicional “três mais um” (três anos de formação básica e um de formação pedagógica), fortemente presente no período que antecede as novas orientações.

Estas orientações legais necessitam agora de concretude, isto é, que sejam aplicadas em salas de aula. Para tanto, pesquisas deverão ser realizadas com vistas à formalização destas orientações.

Analisar a história das Licenciaturas e se posicionar diante dela, percebendo suas lacunas e acertos, poderemos auxiliar na incorporação destas orientações legais ao longo do tempo.

Com vistas ao ensino de Física Moderna, evidencia-se a plena necessidade da observação dos dispositivos legais, sem os quais muito pouco poderá ser construído, mantendo assim a prática docente há muito praticada.

1.3 Justificativa

Para promover a compreensão dos conceitos a partir de um conjunto de atividades a serem trabalhadas pelos alunos, em geral o professor recorre aos livros didáticos. Esta prática é comum em todas as disciplinas. Entretanto, pensando nos saberes de Física Moderna, verifica-se a necessidade de um maior contato por parte dos futuros docentes com atividades que os aproximem dos conteúdos, atividades práticas que permitam a apropriação do tema abordado visando no futuro sua prática em sala de aula.

Não é possível ensinar sem saber. Não é possível instigar sem saber de onde veio e para que sirva. Não é possível pesquisar sem saber ao menos o que deseja encontrar, mesmo que o tema da pesquisa e o seu corpo esteja apenas no campo das ideias. Portanto, quais seriam as práticas de ensino que deveriam compor os conteúdos de Física Moderna? Não há uma resposta pronta para tal questão.

Entretanto, abordar características históricas, ampliar a pesquisa, desenvolver projetos práticos na construção e ou reprodução de experimentos, utilizar as tecnologias disponíveis como simulações computadorizadas tendem a contribuir para melhor e ampla formação. Estas ações devem ocorrer concomitantemente aos conteúdos formais que como já apresentado é fundamental para a compreensão do tema.

Portanto, analisar o que as instituições de ensino superior vêm desenvolvendo nos seus cursos de formação de professores de Física, visa verificar as contribuições praticadas para este processo de formação crítica do futuro docente.

CAPÍTULO 2

2. AS LICENCIATURAS E O ENSINO DE FÍSICA MODERNA

Nos últimos anos houve um chamado para a carreira docente sabe-se que o docente na área de Física é escasso.

Há também a barreira para a transposição didática. Docentes que atuam em salas de aula no ensino de ciências não tem logrado êxito em suas atividades, na sua prática de ensino. Existem muitas razões que contribuem para estas constatações e pesquisas estão sendo realizadas na busca de propostas que minimizem estas lacunas, oferecendo subsídios à prática docente.

Diante da demanda de professores, sobretudo no ensino de Física, muitas instituições preocupadas em suprir esta carência, não apenas abriram cursos voltados para esta formação, também se preocuparam em dar conta de uma formação plena. Isto é, professores capazes de praticarem em sala de aula não apenas reprodução de conteúdos, mas sim professores preparados capazes de praticar a transposição didática, quer dizer, transmitir os saberes adquiridos de modo que os mesmos sejam incorporados pelos discentes. (CHEVALLARD)

Esta ação não visa meramente à prática docente na linha final de sua atuação, a sala de aula, antes esta forma de pensar o ensino deve estar presente durante a formação do futuro professor. Portanto, em análise, busca-se avaliar a capacidade do formando em transpor os saberes adquiridos, é o saber fazer. Pois, busca-se o profissional que atue na formação do cidadão, que não seja mero reproduzidor em sala de aula dos saberes adquiridos pela sociedade humana.

Quando se solicita a um professor em formação ou em exercício que expresse sua opinião sobre “o que nós, professores de Ciências, deveríamos conhecer – em um sentido mais amplo de ‘saber’ e ‘saber fazer’ – para podermos desempenhar nossa tarefa e abordar de forma satisfatória os problemas que esta nos propõe”, as respostas são, em geral, bastante pobres e não incluem muitos dos conhecimentos que as pesquisas destacam como fundamentais. (Gil-Pérez *et al.*, 1991c).

Estas declarações apresentam o distanciamento dos professores das pesquisas que são desenvolvidas como contribuições didáticas. Neste aspecto, a formação do docente deve pleitear maneiras em que o futuro profissional tenha o hábito de reportar-se às contribuições teóricas.

Pensar que habilidades próprias serão suficientes para suprir as demandas de sala de aula beira a ingenuidade. Destreza em transmitir conhecimentos e confiar na auto formação revelam ser atitudes que não contribuem com a prática docente. O trabalho coletivo deve ser o foco das discussões.

Desta maneira, analisar brevemente as propostas das instituições de ensino superior na formação de professores na área de Física, bem como um pouco da história dos cursos de licenciatura, podem sinalizar caminhos a serem explorados ou mesmo colocados efetivamente em prática.

2.1. Licenciatura, definição e surgimento.

Saber a definição do ponto de vista histórico e social do termo Licenciatura é imprescindível para todos que almejam a carreira docente.

O termo *licenciatura*⁴, grau universitário que permite o exercício do magistério do ensino médio, está relacionado aos elementos da história que constituiu a profissão docente e que norteou a institucionalização, isto é deu caráter legal às instituições que oferecem e participam dos processos de formação de professores, que foram sendo construídos, nos séculos XIX e XX, paralelamente ao desenvolvimento dos sistemas nacionais de educação e ensino.

Inicialmente exercida “de forma subsidiária e não especializada, constituindo uma ocupação secundária de religiosos ou leigos das mais diversas origens” (NÓVOA, 1995, p.15), foram sendo configurados, ao longo do século XVIII, determinados conjuntos de saberes, técnicas, normas e valores que passaram a ser entendidos como específicos da profissão docente.

É exatamente a configuração desses conhecimentos que começa a estabelecer exigências à tarefa docente e gera, em determinado momento, a ideia de que não é permitido ensinar sem ter uma “licença” ou autorização para exercer tal atividade.

⁴ O texto a seguir é baseado na análise de propostas de cursos de formação de professores de Física, na Unidade de Curitiba do CEFET-PR, Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná. Notas e destaques foram feitos para ressaltar o tema desta pesquisa.

Como consequência, já não é mais aceitável que a tarefa de ensino continue a ser não especializada e secundária. Esse é um “momento decisivo do processo de profissionalização da actividade docente, uma vez que facilita a definição de um perfil de competências técnicas que servirá de base ao recrutamento dos professores e ao delinear de uma carreira docente” (NÓVOA, 1995, p. 17).

Trata-se, de fato, de uma importante mudança que estabelece um espaço específico para o profissional do ensino. Contudo, a ideia de dar licença a alguém para ensinar e, ainda, a expressão Curso Normal (relativo a normas) que durante todo o século XIX – e parte do XX – foi usada para os cursos de formação de professores, devem ser examinadas mais cuidadosamente para que se compreendam algumas dimensões problemáticas dos modelos de formação inicial ainda presentes nas instituições formadoras. As ideias de “fornecer licença”, de “dar normas para ensinar”, são indicativas, em certa perspectiva, da existência de conhecimentos e técnicas específicos da profissão. Nessa direção, pode-se afirmar que se reconheceu socialmente a existência, de fato, de determinados saberes que se constituem em instrumentos essenciais para que alguém exerça a docência, e que devem estar presentes nos processos de formação profissional de professores. Na literatura recente sobre formação de professores (SEVERINO, 2003), esses conhecimentos são identificados como campo das “habilidades didáticas”, dos instrumentos técnicos e metodológicos da profissão.

Contudo, de outro lado, tais ideias podem ser reveladoras de uma forma particular de compreender a relação que o professor estabelece com a ciência de referência, com o conhecimento científico que se constitui em objeto de ensino, tomando-o como o conteúdo ao qual se “aplicariam” as chamadas “habilidades didáticas”.

2.2. O surgimento dos cursos de Licenciatura em Física⁵

A preocupação de se ter no Brasil um profissional de nível superior capaz de contemplar ao mesmo tempo o conhecimento técnico científico, específico de uma determinada ciência, e a técnica adequada de sua transmissão, surge com mais evidência a partir da década de 30.

⁵ O texto a seguir é baseado no Projeto Pedagógico de Física Licenciatura do Instituto de Física da UFAL, Universidade Federal de Alagoas elaborado com objetivo da sua adequação às Diretrizes Curriculares Nacionais.

Assim tem início em 1934 o primeiro curso de graduação em Física, o qual era oferecido pela Faculdade de Filosofia e Letras da Universidade de São Paulo. Esse curso tinha duração de 3 anos, onde eram abordados os conteúdos específicos, relativos a Ciência Física, e era comum a bacharelados e licenciandos. Para aqueles que tinham como objetivo o ensino de Física, era necessário frequentar mais um ano o Curso de Formação Pedagógica do Professor Secundário, este já no Instituto de Educação de São Paulo. Assim, o sistema utilizado para a formação do profissional habilitado para ensinar no antigo secundário, passou mais tarde a ser chamado de “3 + 1”, dessa forma os Cursos de Física que surgiram nas décadas seguintes tinham esse arcabouço, o Bacharel poderia obter a Licenciatura, se no quarto ano cursasse as disciplinas pedagógicas dentre elas Psicologia e Didática.

Seguindo a legislação oficial, uma regulamentação importante para as licenciaturas no Brasil, entre elas a de Física, ocorreu em 1962, através do parecer 296 de 17/11/62, quando o Conselho Federal de Educação, fixou um currículo mínimo para 22 cursos, com isso caberia à instituição de ensino uma complementação. A partir desse ponto surge uma nítida separação entre os currículos de Bacharelado e Licenciatura em Física. Tal dicotomia tinha como objetivo a formação de um maior número de professores secundários aptos a ensinar Física, suprimindo assim uma carência cada vez mais crescente no país. Destacam-se dois fatores que contribuíram para o aumento dessa demanda por professores Licenciados:

Primeiro, já no início da década de 60, ocorreu à promulgação da lei de diretrizes e Bases Educacionais, “que estabelecia a obrigatoriedade do ensino para os primeiros 4 anos, com complementaridade facultativa de mais dois anos” (VILLANI, 2002, pg. 4), com isso existia a expectativa de mais jovens chegando com a possibilidade de entrar no curso colegial (hoje ensino médio), e esse contingente aumentaria substancialmente depois de 1968, com a abolição dos exames de admissão ao ginásio, uma espécie de vestibular para entrar no curso ginasial.

Segundo, foi introduzida no curso ginasial uma disciplina chamada de Iniciação Científica, aumentando, portanto a carga horária de Física, Química e Biologia, o que necessitava de mais professores qualificados e com Licenciatura.

Outra questão muito debatida nos meios acadêmicos, em especial entre os professores de Física da época, e que certamente influenciou na reformulação do currículo das Licenciaturas em Ciências, era a qualidade na formação do professor secundário. A intenção era que o ensino de Física deixasse de ser meramente descritivo, e pudesse ser mais rico em experimentos. (O grifo é nosso)

Dessa forma, com o objetivo de melhor qualificar o Licenciado em Física, passa a existir nos currículos as chamadas disciplinas integradoras tais como: Prática de Ensino e Instrumentação para o Ensino de Física, além disso, foi incluída também a disciplina Química podendo o Licenciado em Física também ensinar esta matéria no secundário.

Um fato relevante é que a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física ficou com seu programa em aberto, ou seja, as instituições de ensino deveriam dentro da sua realidade (professores capacitados, laboratórios, oficinas), organizar sua programação. Assim, surgiram vários programas em diferentes universidades:

seminários, estudos de projetos de ensino, oficina de construção de equipamentos, elaboração de projetos, preparação de textos, recursos visuais, métodos dedutivos e indutivos, trabalhos individuais e em grupos e aulas convencionais (VIANNA, COSTA e ALMEIDA, 1988, p. 146).

Pela primeira vez, tem-se uma nítida separação entre os currículos da Licenciatura e do Bacharelado, e, para muitos estudiosos, esse aparte foi prejudicial às Licenciaturas, como afirmam Prado e Hamburger:

Quanto ao conteúdo de física para licenciatura, é opinião corrente entre os físicos que houve um esvaziamento quando esta se desvinculou do bacharelado. Este empobrecimento, justificado por alguns pela necessidade de suprir a demanda de professores secundários na década de 60, jamais foi reconsiderado, embora fosse intenção fazê-lo quando a falta de professores cessasse. (2001, p. 36).

Na década de 70, anos do chamado “milagre econômico” do Brasil, surgem os primeiros sinais da globalização da economia, avanço rápido dos meios de comunicação, e nesse contexto as políticas educacionais são voltadas às necessidades de qualificação profissional e os avanços da industrialização demandam mão de obra. Assim, ampliam-se consideravelmente as matrículas para o ensino médio, agravando ainda mais a falta de professores qualificados para o ensino de ciências, principalmente, em Física. Para tentar resolver este problema algumas medidas foram adotadas, como por exemplo:

Para fazer frente a esse problema, o Ministério de Educação e Cultura aprovou a licenciatura de curta duração, regulamentada pela Resolução CFE nº 30/74 que, na inspiração dos modelos de formação rápida sugeridos pelo banco mundial, atribuía um papel secundário ao professor a ser formado com uma iniciação muito limitada

às disciplinas ensinadas, em particular às científicas.(VILLANI, PACCA e FREITAS 2000, p.6).

Essa mesma resolução nº. 30/74, que criou as chamadas licenciaturas curtas, estabeleceu que as Licenciaturas Plenas em Física, Química, Biologia e Matemática se transformassem obrigatoriamente, em Licenciaturas em Ciências, com suas respectivas habilitações. Conseqüentemente,

O curso de Ciências será estruturado como licenciatura de 1º grau, de curta duração, ou como licenciatura plena, ou abrangendo simultaneamente ambas as modalidades de duração, de acordo com os planos das instituições que o ministram. (BRASIL, 1974).

Com esse novo arcabouço o currículo de Física passou a ser “composto por uma parte comum a todas as áreas científicas, uma parte diversificada correspondente às habilitações específicas, e uma parte relativa à instrumentação para o Ensino”. (PRADO e HAMBURGER, 2001, p.36).

Portanto, o diploma do curso de Ciências permitia o direito a docência, no estudo das Ciências pertinentes ao ensino de 1º grau, hoje ensino fundamental, quando obtido em duração curta ou plena, sendo que na Licenciatura de curta duração o estudante deveria cumprir, mil e oitocentas horas (1800), de dois a quatro anos. Já para o diplomado com a Licenciatura plena, ao qual caberia ensinar nas disciplinas científicas do 2º grau, hoje ensino médio, nessa modalidade de licenciatura, deveriam ser cumpridas duas mil e oitocentas horas (2800), num tempo variável de três a sete anos.

As reações a esse novo modelo de Licenciatura foram imediatas, e logo se iniciou nos meios acadêmicos e científicos um movimento contrário a implantação da resolução nº 30/74, mas os resultados dessa mobilização só ocorreram em 1978, onde nova resolução suspende a obrigatoriedade dessa lei controversa. E isto ocorre depois de muitas instituições, que já tinham Licenciatura em Física, adotarem o novo currículo, e constatarem que as qualidades de seus cursos sofreram uma sensível piora.

Evidencia-se na adequação deste curso Física Licenciatura, UFAL, preocupação em promover uma formação que atenda além da demanda numérica de professores exigida pelo mercado, antes sua formação plena objetivando sua autonomia e capacidade em transposição didática.

As preocupações voltadas para a formação do professor de Física ou Físico-Educador, especifica-se na formação de um profissional que tenha uma formação diferenciada do bacharel em Física, havendo a necessidade de ser capaz de ver a Física no cotidiano e ser capaz de realizar uma transposição didática compatível com cada segmento ou nível de alunos com quem há de trabalhar. Espera-se também que possua o saber se relacionar com outros, isto, entender a educação como uma atividade coletiva, buscando em seus pares subsídios que visem ampliar seu olhar para com a educação. Suas atitudes em contra partida também poderão propiciar em outros, mudanças reflexivas na sua atuação docente.

2.3. O ensino de Física Moderna na formação docente.

Cabe ressaltar algumas considerações já apresentadas neste trabalho, agora embasadas por pesquisadores (OSTREMANN, MOREIRA)⁶ que entendem a importância da inserção dos conteúdos de Física Moderna na formação docente.

É preponderante perceber que as análises são feitas concomitantes à inserção dos saberes de Física Moderna nos conteúdos curriculares para o Ensino Médio. Visa valorizar o trabalho docente e engajar jovens para a prática da ciência.

Nos Estados Unidos e, provavelmente, em nível internacional, a preocupação com o ensino de FMC nas escolas e nos cursos universitários introdutórios começou, ou intensificou-se, com a “Conferência sobre o Ensino de Física Moderna”, realizada no Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois, em abril de 1986, na qual, aproximadamente, 100 professores interagiram com cerca de 15 físicos. O objetivo específico da conferência era promover a abordagem de tópicos de pesquisa em Física, em especial Física de Partículas e Cosmologia, no ensino médio e em cursos introdutórios de graduação (AUBRECHT, 1986).

Para TERRAZAN (1992,1994), a tendência de atualizar-se o currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo.

⁶ Investigações em Ensino de Ciências – V5(1), pp. 23-48, 2000 – Uma Revisão bibliográfica sobre a Área de Pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”.

Na III Conferência Interamericana sobre Educação em Física (BAROJAS, 1988), foi organizado um grupo de trabalho para discutir o ensino de Física Moderna. Na discussão, foram levantadas inúmeras razões para a introdução de tópicos contemporâneos na escola média. Dentre elas destacam-se:

- despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles;
- os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente;
- é do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física;
- é mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino;
- Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la. Stannard (1990) justifica a atualização curricular ao relatar um levantamento feito com estudantes universitários que mostrou que é a Física Moderna - relatividade restrita, partículas elementares, teoria quântica, astrofísica - que mais os influencia na decisão de escolher Física como carreira. Em outro estudo, com o objetivo de preparar um livro introdutório sobre relatividade geral, o autor entrevistou 250 crianças de cerca de 12 anos para saber o que elas conheciam sobre tópicos relevantes ao assunto (gravidade, aceleração). Surpreendentemente, encontrou que um terço já havia ouvido falar em buracos negros e tinha uma vaga ideia do que se tratava. Um número razoável relacionava Big Bang com origem do universo. Elas mostraram-se intrigadas por estes tópicos e desejavam saber mais a respeito. O que sabiam, haviam aprendido pela televisão e através de filmes de ficção científica (e não sabiam que tais ideias interessantes vêm “sob o rótulo” de Física). Stannard, ao analisar os currículos secundários de Física, critica-os por darem a impressão de terem sido escritos há cem anos (como se nada tivesse ocorrido na Física deste século). O autor sugere que sejam escritos livros e textos com abordagens inovadoras de FMC como forma de encorajar a revisão curricular.

TORRE (1998a) enuncia várias razões para justificar a necessidade de ensinar FMC(Física Moderna e Contemporânea) na escola:

- conectar o estudante com sua própria história;
- protegê-lo do obscurantismo, das pseudociências e das charlatanias pós-modernas;
- que o aluno possa localizar corretamente o ser humano na escala temporal e espacial da natureza;
- FMC possui múltiplas e evidentes consequências tecnológicas;
- por sua beleza, pelo prazer do conhecimento, porque é uma parte inseparável da cultura, porque o saber nos faz livres e valoriza a humanidade.

Gil et al. (1987) acreditam que o ensino de FMC a alunos secundaristas se reveste de grande importância, uma vez que a introdução de conceitos atuais de Física pode contribuir para dar uma imagem mais correta desta ciência e da própria natureza do trabalho científico. Esta imagem deve superar a visão linear, puramente cumulativa do desenvolvimento científico.

Olhando para toda a contribuição humana nos saberes científicos, fica evidente que não será em uma graduação que o docente há de se apropriar de todos os conteúdos já elaborados pela sociedade humana. Esta abordagem ressalta mais uma vez a necessidade de se praticar o ensino de modo contextualizado, maximizando o tempo dos cursos.

A auto formação pode não dar conta da própria formação, porém docentes que possuam formação que lhes deem autonomia, capazes de desenvolverem saberes ou mesmo incorporá-los poderão apropriar-se de conteúdos ou saberes já desenvolvidos se neles forem desenvolvidas habilidades para a prática do trabalho docente no coletivo. Teremos então, professores criativos e críticos, não meros reprodutores dos saberes construídos pela humanidade, como se não fizessem parte dela.

É importante assinalar esta diferença, porque mostra até que ponto as carências e os erros que evidenciam nossa formação não são o resultado de incapacidades essenciais, pois ao se proporcionar aos professores a oportunidade de um trabalho coletivo de reflexão, debate e aprofundamento, suas produções podem aproximar-se aos resultados da comunidade científica. Trata-se, então, de orientar o trabalho de formação dos professores como uma pesquisa dirigida, contribuindo assim, de forma funcional e efetiva, para a transformação de suas concepções iniciais. (Pessoa de Carvalho, 2006)

2.4. Considerações

Formar é preciso.

Entretanto, o número dos formandos com “licença” na área da Física diante da demanda ainda é pequeno. No estado de São Paulo, o Sindicato dos Professores, APEOESP, sinaliza que dos professores que estão lecionando Física, apenas 25% são formados na área. Na história recente do IFSP, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* São Paulo, nos últimos 10 anos foram formados aproximadamente 100 professores, isto é uma média de 10 professores/ano.

Existe um distanciamento por parte da população na procura de cursos na área de exatas, em destaque ao curso de Física.

Pode-se esperar que esta ausência de candidatos, não que eles não existam, seja em virtude da maneira, do método, do enfoque que é dado nos níveis iniciais da educação. Citando mais uma vez as avaliações externas como o PISA, Programa Internacional de Avaliação de Alunos (em inglês: Programme for International Student Assessment – PISA) que é uma rede mundial de avaliação de desempenho escolar, realizado pela primeira vez em 2000 e repetido a cada três anos. É coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com vista a melhorar as políticas e resultados educacionais, o Brasil ocupa o 49º lugar de 60 países avaliados.

Então, ter a “licença” para ensinar os saberes específicos, não deve encerrar em si a formação docente. Considerando o tema abordado, ensino de Física Moderna, acreditamos que sua abordagem com maior recorrência de citações e aplicações, por ser desafiador, instigante, ter o caráter investigativo poderá colaborar com um maior engajamento por parte dos alunos e se apropriar de seus conteúdos. Isto por si só, alavancaria o número de candidatos pelas áreas de exatas, ao perceberem que por se tratar de uma construção humana, estes saberes, eles próprios também poderão incorporá-los.

Deixaríamos, portanto, que apenas uma elite, ideologicamente falando, tivesse pleno acesso à estes saberes.

Assim, não basta formar, precisamos formar com qualidade e responsabilidade, sabendo quais objetivos queremos atingir, não apenas dar conta de demandas para o mercado de trabalho. Hoje muito se fala da falta de engenheiros e que uma das razões para isto é a má formação em Física devido à carência de docentes capacitados. Esta pode ser uma visão propedêutica, de formar para formar, porém não deixa de ser uma realidade. Poderíamos a

partir destas carências, estabelecer metas para a formação de massa crítica em todos os seguimentos das áreas tecnológicas e sem embargo, a Física e os saberes científicos de Física Moderna têm e muito para colaborar com este olhar para a educação. Educação que seja capaz de influenciar na transformação social e do meio em que vivemos. Esta formação humanística pode permitir aos alunos visualizar no cotidiano a Física e ainda oferecer possibilidades ao cidadão de tomar decisões à base destes conceitos.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA DA PESQUISA E BASES TEÓRICAS

“Primeiro descubra por que quer que seus alunos aprendam o tema e o que quer que saibam, e o método resultará mais ou menos por senso comum”. (FEYNMAN, 1952)

Estas palavras já foram utilizadas na apresentação deste trabalho, entretanto cabe neste momento procurar entender essa expressão. Em geral, senso comum está relacionado com os conhecimentos comuns a uma sociedade local ou parte da cultura de um povo, independentemente de afirmações científicas sobre o tema. Enfim, somos levados em um primeiro olhar a entender desta forma as palavras de Feynman. Na verdade, é exatamente isto o que ele procurava ao ensinar, pleiteando conhecimentos já adquiridos por sua plateia, por mais simples que pudessem parecer. Esta não é uma prática simplista, longe dos formalismos, pois é uma técnica apurada, possibilita a abertura de um canal de comunicação entre quem ensina e quem busca o conhecimento.

Essa técnica aproxima-se do que chamamos Transposição Didática.

Vejamos um exemplo da maneira como Feynman ‘gerava’ esse senso comum em sua plateia, relatado por Robert B. Leighton e Matthew Sands acerca de uma de suas palestras públicas tratando sobre probabilidades:

Vejam bem, a coisa mais surpreendente ocorreu comigo esta noite. Estava vindo para cá, a caminho da palestra, e entrei pelo estacionamento. Vocês não acreditarão no que aconteceu. Vi um automóvel com placa ARW 357. Podem imaginar? De todas as milhões de placas do estado, qual a chance de que eu visse essa placa específica esta noite? Incrível!

Para leitores críticos pode parecer uma atitude simplista do ato de ensinar, entretanto não podemos esquecer que ao ensinar, deveríamos procurar atingir o maior número de ouvintes o possível. Estaríamos rompendo com o elitismo do saber? Talvez em outra discussão isso seja objeto de pesquisa.

Perceba que em neste exemplo citado, Feynman procurou uma ótica que seria comum a todos com vistas a palestrar sobre probabilidades. Revela haver pleno domínio do conteúdo, pois a ilustração ou analogia utilizada está em plena concordância com o tema proposto. Pode parecer um desvio do formalismo, mas o que caracterizou o mestre Feynman foi exatamente

isto, quebrar com um formalismo elitista e disponibilizar conteúdos densos os mais palatáveis o possível.

Os conteúdos de Física em geral são muito mal apropriados pelos alunos, vide as citações dos desempenhos de nossos alunos no Pisa⁷ 2009, a carência de profissionais nas áreas tecnológicas, a má formação científica de nossos profissionais, o pífio desempenho de nosso país no desenvolvimento de novas tecnologias frente a outras sociedades. Desta forma perguntamos: nós professores de Física temos o hábito de gerar o senso comum entre nossos alunos, visando o pleno entendimento dos conteúdos abordados? Se não corremos o sério risco de colaborarmos com a mesmice praticada a séculos, como bem descreve o mestre Paulo Freire uma educação bancária.

CHEVALLARD em seu trabalho (1991) define a Transposição Didática como;

um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado).

Segundo essa teoria, um conceito ao ser transferido, transposto, de um contexto ao outro, passa por profundas modificações. Ao ser ensinado, todo conceito mantém semelhanças com a ideia originalmente presente em seu contexto da pesquisa, porém adquire outros significados próprios do ambiente escolar no qual será alojado. Esse processo de transposição transforma o saber, conferindo-lhe um novo status epistemológico (ASTOLFI,1995).

Assim, quando pensamos no ensino dos conteúdos de Física Moderna o novo docente necessita reconhecer a diferença entre os saberes, o Saber Sábio, o Saber Ensinar e o Saber Ensinado. Esta necessidade não é privilégio do professor de Física. Torna-se primordial nesta disciplina diante dos dados históricos. Há uma grande aversão por parte dos alunos para com a Física, fato que desejamos modificar fazendo com que esta disciplina seja percebida no cotidiano dos indivíduos e entendida com suas formalidades e com a linguagem da Física para Físicos.

⁷ Programa Internacional de Avaliação de Alunos (em inglês: Programme for International Student Assessment – PISA)

Evidentemente poderemos alcançar estes objetivos se tornarmos estes conteúdos, por mais densos que sejam acessíveis aos educandos. Neste aspecto os futuros professores devem estar preparados para perceber que não basta entender o que se ensina é necessário também saber ensiná-la, quer dizer ter pleno domínio dos saberes apontados por CHEVALLARD.

CHEVALLARD aponta para que os saberes desenvolvidos em sala de aula não sejam meras simplificações.

Ciência e sala de aula são diferentes domínios epistemológicos. Historicamente há grande defasagem entre o Saber Sábio e o Saber Ensinado. Até quando estaremos ensinando a Física de Newton, preterindo os conteúdos da Física Moderna e Contemporânea?

O conhecimento acadêmico deve visitar a sala de aula de modo que os Saberes conversem entre si. Isto é, epistemologicamente como fora desenvolvido tal conhecimento, permitindo assim abrir novos horizontes do saber aos nossos alunos. Romper com o modo tradicional de ensino poderá permitir a inserção dos conteúdos de Física Moderna nas escolas.

Ensinamos mal, pois somos mal formados, aliado a isso temos toda a precariedade de nossa escola, sobretudo as escolas públicas.

É certo que ao pensar nestas questões o currículo que é cumprido deveria ser repensado, entretanto não é objeto de estudo neste trabalho o currículo escolar.

Em *Investigações em Ensino de Ciências – V10(3)*, pp. 387, Guilherme Brockington e Maurício Pietrocola apontam para os enormes desafios relacionados à implementação de tópicos de teorias modernas e contemporâneas relativas à Física.

Indicam também haver poucas pesquisas relacionadas à inserção de tais conteúdos, contribuindo para que professores da escola média movam-se lentamente quanto à inserção de tais tópicos em sala de aula. Lembramos que os tópicos relativos à Física Moderna fazem parte do currículo escolar do governo do Estado de São Paulo.

Brockington e Pietrocola apontam ainda para o “descaso com a escola pública, engessada, presa a prescrições de conteúdo, horários” e acrescento, espaços inadequados para a prática do ensino de Física, quiçá o ensino de Física Moderna.

Sob essa ótica devemos observar a necessidade de formarmos bem para continuarmos formando. Entretanto, esta revela ser uma ação conjunta que não se encerra nas instituições de ensino. Todos devem participar e ter ciência de sua responsabilidade quanto a este processo de ensino e aprendizagem. Políticas educacionais devem ser revistas, atualizadas e implementadas. Não se pode continuar à margem de interesses elitistas e econômicos que determinam o que ensinar, quando ensinar e como ensinar.

Os futuros professores não são preparados para a realidade da escola. Embora haja programas de estágio supervisionado o mesmo não é capaz de estimular o novo docente a uma prática que seja significativa e lhe renda satisfação em sua ação. Há de se lembrar de que um número expressivo de docentes procura esta profissão por desejá-la querendo contribuir com as transformações necessárias em nossa sociedade, visando melhoria na qualidade e manutenção da vida. Assim, em sua formação precisamos buscar desenvolver autonomia e capacidade de realizar a transposição didática de maneira eficiente permitindo que este profissional permaneça dignamente atuando nesta área que ao nosso olhar é fundamental para a transformação da sociedade humana e para o meio em que nela habitamos.

Entendemos que Pesquisar é dedicar-se na investigação mediados pelo trabalho disciplinado, sistemático e metódico visando encontrar informações que possam responder nossas inquietações, enquanto jovens pesquisadores. Assim, conforme Gatti (2002) o fruto de nossa investigação é a produção de um corpo de conhecimento que transcenda o “entendimento imediato na explicação ou na compreensão da realidade que observamos”, visando produzir um conhecimento científico (p. 9). Essa pesquisadora evidencia a importância de critérios de escolhas dos procedimentos

que subsidiarão a análise e a interpretação das informações coletadas no processo da pesquisa, uma vez que os resultados vão ao encontro não só de quem pesquisa, mas de um grupo que compartilha as mesmas inquietações, além de outros pesquisadores que poderão tomar esses resultados enquanto ponto de partida para novas investigações (GATTI, 2002).

Atentos às orientações e às evidências de Gatti (2002) e em busca de subsídios para a nossa análise concentramos nossa pesquisa nas seguintes ações:

1. Buscamos saber como algumas instituições de ensino, formadoras de professores de Física, contemplam em suas ementas os espaços para o ensino dos conteúdos de Física Moderna, se existe algo inovador objetivando que os saberes desenvolvidos pela comunidade científica possam chegar até à sala de aula.
2. Também elaboramos um questionário contendo dez perguntas que foi direcionado a alunos, professores, coordenadores dos cursos de Licenciatura em Física, (40) quarenta entrevistados, visando verificar contribuições e lacunas que poderiam apontar para as devidas ações de pesquisa na busca de

propostas a serem incorporados nestes cursos diante das demandas apontadas pelos entrevistados. Cabe ressaltar que os questionários foram respondidos por acadêmicos de duas instituições uma particular, Faculdade Oswaldo Cruz e outra pública o IFSP, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo. Foi mantido total sigilo de cada entrevistado tendo os mesmos, liberdade total na elaboração de suas respostas.

Estas abordagens metodológicas serão apresentadas no capítulo à frente com suas devidas considerações e reflexões, buscando sempre um argumento teórico para embasar nossas ideias.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISE DA PESQUISA

A análise das ementas de três Instituições de Ensino Superior na formação de professores de Física e também dos questionários respondidos, objetiva identificar e comentar as contribuições e lacunas existentes na formação dos professores.

4.1. O que dizem as ementas

4.1.1. – PUC-SP

A PUC-SP, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo ministra entre outros o curso de Licenciatura em Física e em sua ementa consta ações específicas quanto ao ensino de Física Moderna. São dois momentos com abordagens diferenciadas para o conteúdo.

Para os cursos de licenciatura e bacharelado em Física há um primeiro momento para tratar os conteúdos como disciplina comum. É ministrada a disciplina Estrutura da Matéria teoria I e II sendo realizada nos 1^{os} e no 2^{os} semestres. No 5^o semestre e no 6^o semestres são ministrados os conteúdos de Estrutura da Matéria em laboratório.

Revela-se um projeto interessante, sobretudo ao pensar que o formalismo inerente aos conteúdos da Física Clássica e Moderna são abordados primeiramente objetivando a aproximação do docente com os conteúdos trabalhados posteriormente em laboratório facilitando a compreensão e apropriação do conteúdo.

A outra abordagem é pedagógica. São trabalhados projetos para o desenvolvimento de experimentos de baixo custo para serem demonstrados e ou reconstruídos em salas de ensino médio. Esta abordagem acontece concomitantemente às aulas de laboratório no 5^o e no 6^o semestres. O foco desta disciplina é a Transposição Didática dos conceitos estudados em Física Moderna teoria e laboratório.

Característica marcante da Física como ciência é a experimentação. Portanto, ao contemplar os conteúdos de Física Moderna não podemos esperar ações que venham preterir a experimentação.

Os cadernos de orientação fornecidos pela Secretaria da Educação do governo do Estado de São Paulo orientam algumas ações nesse sentido. Porém, pouca capacitação é

oferecida para realização de tais atividades que sejam eficientes no programa de ensino e aprendizagem. O professor fica à margem de sua própria atuação para realizar se as realizar em suas aulas.

Como ressalta TERRAZAN em seu trabalho sobre a Inserção dos Conteúdos de Física Moderna no Ensino Médio, realizado pelo grupo de trabalho de professores de Física no Núcleo de Educação em Ciências do Centro de Educação da Universidade de Santa Maria (2002), temos muitos profissionais em sala de aula que necessitam de orientação para a implantação dos novos currículos e conteúdos, revelando a necessidade de ações que os capacitem a este exercício.

Esse comentário vem destacar a importância das ações formativas pela PUC-SP. A construção de material de apoio é associada à compreensão dos fenômenos para que a formalidade Física não seja abandonada.

Sob a orientação da Professora Marisa Cavalcanti a PUC-SP mantém oficinas de capacitação em Física Moderna, programa até esta data não institucionalizado, tendo, portanto que ser reconhecido o mérito ao pioneirismo da professora Marisa. Professores que atuam na rede pública e alunos do Ensino Médio são atendidos por meio destas oficinas. Existe um programa de Iniciação Científica Júnior devidamente regulamentado no CNPQ para alunos da rede pública de ensino que são orientados por seus próprios professores de Física.

Ação esta deve ser valorizada, divulgada, ampliada e reproduzida pelas instituições formadoras de professores de Física.

4.1.2. – Faculdades Oswaldo Cruz

Analisando a ementa das Faculdades Oswaldo Cruz para formação de professor de Física, pautados no documento *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio* (BERGER FILHO, PEREIRA et al., 1996), destaca-se em seus objetivos o desenvolvimento de capacidades e habilidades do futuro docente como Físico Educador em “planejar, aplicar, sistematizar e comunicar experimentos da área científica e experiências didáticas”. Ressalta o aspecto “ético-social, dentro de uma formação humanística que valoriza as diferenças e as necessidades especiais”. Também, “dominar princípios gerais e fundamentais da Física, apresentando familiaridade com as suas áreas clássicas e modernas. Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais”.

Abaixo alisto a Estrutura Curricular envolvendo os tópicos de Física Moderna e Contemporânea.

2. ESTRUTURA CURRICULAR

2.1. Organização Curricular:

<i>3ª Série</i>			
Código	Disciplina	Carga Horária	
		semanal (h)	anual (h)
1413	Física Contemporânea I	2	080
1414	Mecânica Geral	2	080
1415	Física Moderna I	2	080
1416	Introdução à Astronomia I	2	080
1417	Cálculo Diferencial e Integral II	2	080
1418	Prática de Ensino de Física I	4	160
1419	Organização e Estrutura Escolar	2	080
Total		16	640

<i>4ª Série</i>			
Código	Disciplina	Carga Horária	
		semanal (h)	anual (h)
1420	Introdução à Astronomia II	2	080
1421	Física Contemporânea II	2	080
1422	Física Moderna II	4	160
1423	Projetos De Ensino De Física	2	080
1424	Prática De Ensino Da Física II	4	160
1425	Física – Matemática	2	080
Total		16	640

Nesta Estrutura Curricular encontramos o espaço de 400h de ensino relacionados com os tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Isto equivale a aproximadamente 11% de todo o tempo destinado à formação do professor.

A seguir analisemos os Planos de Ensino correlatos a estes conteúdos.

3. PLANO DE ENSINO				
Curso: Licenciatura em Física				Ano: 2010
Disciplina: Física Contemporânea I			Código: 1413	Série: 3ª
Carga horária semanal: 2	T: 2h	Lab.: 0h	Projeto: 0h	Carga horária anual: 80h

3.1. Objetivos Gerais:

Fornecer ao futuro licenciado, fundamentos teóricos e conceituais da física, bem como as correspondentes ferramentas formais, necessárias ao desenvolvimento de suas atividades profissionais, seja na pesquisa científica, seja na docência.

Conhecer os fundamentos e a natureza das pesquisas no ensino analisando e incorporando os resultados em sua prática pedagógica e identificando problemas que possam vir a se configurar como temas de pesquisa do próprio professor e dos alunos.

3.2. Objetivos Específicos:

Apresentar conceitos, formalismos e aplicações da estática e dinâmica dos fluidos, ondulatória, termodinâmica e leis de conservação, voltados para a compreensão dos fenômenos da natureza e do desenvolvimento tecnológico, com ênfase especial às aplicações teóricas e práticas destes conceitos.

3.3. Ementa:

Oscilações. Gravitação. Ondas em meios elásticos. Ondas sonoras. Hidrostática e hidrodinâmica. Viscosidade. Temperatura. Calorimetria e condução de calor. Leis da termodinâmica. Teoria cinética dos gases

3.4. Conteúdo Programático:

Mecânica dos Fluidos

Os fluidos e o mundo que nos cerca. Definição. Densidade e pressão. Fluidos em repouso. Medida de uma pressão. Princípio de Pascal. Princípio de Arquimedes. Movimento de um

fluido. Linhas de corrente e a equação da continuidade. Equações de Bernoulli e suas aplicações. escoamento de um fluido "real".

Oscilações

Oscilações. Movimento harmônico simples: a lei da força e considerações sobre energia. Movimento harmônico simples angular. Principais tipos de pêndulo. Movimento harmônico simples e movimento circular uniforme. Movimento harmônico simples amortecido. Oscilações forçadas e ressonância

Movimento Ondulatório

Ondas e partículas. Ondas em cordas esticadas. Comprimento de onda e frequência. A velocidade de ondas progressivas. Velocidade de uma onda numa corda esticada. A velocidade da luz. Energia e potência numa onda progressiva. O princípio da superposição. Como enviar sinais por meio de ondas. Interferência de ondas. Ondas estacionárias e ressonância. Ondas sonoras. A velocidade do som. Ondas sonoras progressivas. Intensidade e nível sonoro. Fontes sonoras na música. Batimentos. O efeito Doppler.

Termodinâmica

Sistemas termodinâmicos, reversibilidade, termometria. Variáveis e equações de estado, diagramas PVT. Trabalho e primeira lei da termodinâmica. Equivalente mecânico de calor. Energia interna, entalpia, ciclo de Carnot. Mudanças de fase. Segunda lei da termodinâmica e entropia. Funções termodinâmicas. Aplicações práticas de termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Distribuição de velocidades moleculares.

3.4.1 Atividades Complementares da Disciplina:

Listas de exercícios dos tópicos abordados.

3.5. Metodologia:

Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes acompanhada da resolução de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas, com vistas à interdisciplinaridade. Execução de trabalhos individuais e/ou em grupos. Utilização de equipamentos de áudio visual tais como retroprojetor e projetor multimídia.

3.6. Bibliografia Básica:

HALLIDAY, D., RESNICK, R., e WALKER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica** - Vol. 1. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 4 v.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., e WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica** - Vol. 2. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 4 v.

CHAVES, A. **Física Básica, v. 1 (Mecânica) e v. 2 (Gravitação, Fluidos, Ondas, Termodinâmica)**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2007.

3.7. **Bibliografia Complementar:**

KELLER, F. J., GETTYS, W. E., SKOVE, M. J., **Física**, v. 1. São Paulo: Makron Books, 1999.

LUIZ, A. M. **Termodinâmica – Teoria e Problemas Resolvidos**. São Paulo: Ed., Livros Técnicos e Científicos, 2007.

3. PLANO DE ENSINO

Curso: LICENCIATURA EM FÍSICA

Ano: 2010

Disciplina: Física Moderna I

Código: 1415

Série: 3ª

Carga horária semanal: 2h	T: 2h	Lab.: h	Projeto: h	Carga horária anual: 80 h
----------------------------------	--------------	----------------	-------------------	----------------------------------

3.1. **Objetivos Gerais:**

A física moderna é base para o entendimento das aplicações modernas da física, sendo assim, esta disciplina visa dar subsídios para que entenda o funcionamento do mundo moderno e das tecnologias emergentes.

3.2. **Objetivos Específicos:**

O aluno deverá ser capaz de compreender o contexto histórico, os conceitos, e resolver problemas e situações problema que envolva os fundamentos da física moderna: Relatividade; Fótons, Elétrons e Átomos e Física Nuclear.

O aluno deverá se tornar apto a ensinar física moderna, no nível médio, fundamentada em seu contexto histórico e de forma contextualizada, valorizando suas aplicações mais recentes e suas possíveis futuras aplicações. (Este grifo é nosso)

3.3. Ementa:

- Relatividade:

Contexto histórico e experimento de Michelson-Morley; Postulados de Einstein. Relatividade da simultaneidade, dos intervalos de tempo e comprimento; As transformações de Lorentz; O efeito Doppler relativístico; Momento relativístico; Conversão de massa em energia e a energia de ligação; Massa invariante; Relatividade geral e aplicações.

- Fótons Elétrons e Átomos:

Contexto histórico; Emissão e absorção da luz; O efeito fotoelétrico; Produção de raios X e o efeito Compton; Dualidade onda partícula e aplicações.

- Física Nuclear:

Fundamentos históricos; Propriedades do núcleo, Ligação nuclear e estrutura nuclear; Estabilidade nuclear e radioatividade, Decaimentos: Alfa, Beta e Gama, Atividade, meia-vida e camada semi-redutora; Efeitos biológicos da radiação; Reações nucleares; Fissão nuclear; Fusão nuclear e aplicações.

3.4. Conteúdos Programáticos:

Relatividade: Contexto histórico e experimento de Michelson-Morley; Postulados de Einstein. Relatividade da simultaneidade, dos intervalos de tempo e comprimento; As transformações de Lorentz;

Relatividade: O efeito Doppler relativístico; Momento relativístico; Conversão de massa em energia e a energia de ligação; Massa invariante; Relatividade geral e aplicações.

Fótons Elétrons e Átomos: Contexto histórico; Emissão e absorção da luz; O efeito fotoelétrico; Fótons Elétrons e Átomos: Produção de raios X e o efeito Compton.

Fótons Elétrons e Átomos: Dualidade onda partícula e aplicações

Física Nuclear: Fundamentos históricos; Propriedades do núcleo; Ligação nuclear e estrutura nuclear; Estabilidade nuclear e radioatividade.

Física Nuclear: Decaimentos: Alfa, Beta e Gama; Atividade; Meia-vida e Vida média.

Outubro - Física Nuclear: Camada semi-redutora e Efeitos biológicos da radiação;

Física Nuclear: Reações nucleares; Fissão nuclear; Fusão nuclear e Aplicações.

3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

- 1º Bimestre: Relatividade - parte 1;
 2º Bimestre: Relatividade - parte 2 e Fótons;
 3º Bimestre: Elétrons e átomos e física nuclear – parte 1;
 4º Bimestres: Física nuclear – parte 2.

3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Listas de exercícios dos tópicos abordados.

3.7. Metodologia:

- 1) Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas da resolução de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas, com vista à interdisciplinaridade.
- 2) Execução de trabalhos individuais e em grupos.
- 3) Utilização de equipamentos de áudio visual tais como retro-projetor e projetor multimídia.

Utilização de laboratório de informática.

3.8. Bibliografia Básica:

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; MERRILL, J. **Fundamentos de Física – vol. 4.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1993. 4 v.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Sears e Zemansky Física IV: Ótica e Física Moderna.** 2. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 1985. 4 v.

SERWAY R. A. and JEWETT JR. J.W. **Princípios de Física: Mecânica Clássica - Vol. 1.** São Paulo: Thomson Learning, 2003. 4 v.

3.9. Bibliografia Complementar:

TIPLER, P. A; LIEWELLYN, R.A. **Física Moderna – 3ª ed.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

3. PLANO DE ENSINO				
Curso: <i>Licenciatura em Física</i>				Ano: 2010
Disciplina: <i>Física Contemporânea II</i>			Código: 1421	Série: 4ª
Carga horária semanal: 2	T: 2h	Lab.: 0h	Projeto: 0h	Carga horária anual: 80h

3.1. Objetivos Gerais:

Fornecer ao futuro licenciado, fundamentos teóricos e conceituais da física, bem como as correspondentes ferramentas formais, necessárias ao desenvolvimento de suas atividades profissionais, seja na pesquisa científica, seja na docência.

Conhecer os fundamentos e a natureza das pesquisas no ensino analisando e incorporando os resultados em sua prática pedagógica e identificando problemas que possam vir a se configurar como temas de pesquisa do próprio professor e dos alunos.

3.2. Objetivos Específicos:

Apresentar conceitos, formalismos e aplicações do eletromagnetismo, voltados para a compreensão dos fenômenos da natureza e do desenvolvimento tecnológico, com ênfase especial às aplicações teóricas e práticas destes conceitos.

3.3. Ementa:

Lei de Coulomb, campo elétrico, lei de Gauss, potencial elétrico, capacitância, corrente e resistência, força eletromotriz e circuitos elétricos, campo magnético, lei de Ampère, lei da Indução de Faraday, indutância, propriedades magnéticas da matéria, oscilações eletromagnéticas, correntes alternadas, equações de Maxwell.

3.4. Conteúdo Programático:

Análise Vetorial

Definições. Álgebra vetorial. Gradiente. Integração. Divergente. Rotacional. Operador diferencial vetorial. Desenvolvimentos adicionais.

Eletrostática

Carga elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico. Potencial eletrostático. Condutores e isolantes. Fluxo do campo elétrico. Lei de Gauss: simetrias linear, plana e esférica. Dipolo elétrico. Expansão multipolar dos campos elétricos.

Solução de Problemas Eletrostáticos

Equação de Poisson. Equação de Laplace em coordenadas esféricas e retangulares. Equação de Laplace em duas dimensões. Solução geral. Imagens eletrostáticas. Carga pontual em um fluido dielétrico. Condições de contorno sobre os vetores de campo. Problemas de valores de contorno que envolvem dielétricos. Esfera dielétrica em um campo elétrico uniforme. Força atuante sobre uma carga pontual imersa num dielétrico.

Energia Eletrostática

Energia potencial de um grupo de cargas pontuais. Energia eletrostática de uma distribuição de carga. Densidade de energia de um campo eletrostático. Energia de um sistema de condutores carregados. Coeficientes de capacitância e indução. Capacitores. Forças e torques. Força atuante sobre uma distribuição de carga. Interpretação termodinâmica da energia eletrostática.

Corrente Elétrica

Natureza da corrente. Densidade de corrente. Equação da continuidade. Lei de Ohm. Condutividade. Correntes estacionárias em meios contínuos. Passagem para o equilíbrio eletrostático. Redes de resistências e leis de Kirchhoff. Teoria microscópica da condução.

Campo Magnético de Correntes Estacionárias

Definição de indução magnética. Forças atuantes sobre condutores em que circulam correntes. Lei de Biot e Savart. Aplicações elementares da Lei de Biot e Savart. Lei circuital de Ampère. Potencial vetorial magnético. Campo magnético de um circuito distante. Potencial escalar magnético. Fluxo magnético.

Lei da Indução de Faraday

Duas simetrias. Duas experiências. A lei da indução de Faraday. A lei de Lenz. A indução: estudo quantitativo. Campo elétrico induzido. O betatron.

Indutância

Capacitores e indutores. Indutância. Auto-indução. Circuito LR. Energia e campo magnético. Densidade de energia e campo magnético. Indução mútua.

Propriedades Magnéticas da Matéria

Ímãs. Magnetismo e o elétron. Momento angular orbital e magnetismo. A lei de Gauss do magnetismo. O campo magnético da Terra. Paramagnetismo. Diamagnetismo. Ferromagnetismo.

Oscilações Eletromagnéticas

Oscilações num circuito LC: aspectos qualitativos. Identificação de analogias mecânicas.

Oscilações num circuito LC: aspectos quantitativos. Oscilações amortecidas num circuito LC. Oscilações forçadas e ressonância. Outros osciladores: sensores eletrônicos. Correntes Alternadas. O círculo LCR em série. Potência em circuito de corrente alternada. O transformador.

Equações de Maxwell

Campos magnéticos induzidos. Corrente de deslocamento. Equações de Maxwell.

3.4.1 Atividades Complementares da Disciplina:

Listas de exercícios dos tópicos abordados.

3.5. Metodologia:

Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas da resolução de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas, com vista à interdisciplinaridade.

Execução de trabalhos individuais e/ou em grupos. Utilização de equipamentos de áudio visual tais como retroprojetor e projetor multimídia. Utilização de laboratório de informática.

3.6. Bibliografia Básica:

CHAVES, A. **Física Básica – Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2007.

SERWAY R. A. and JEWETT JR. J.W. **Princípios de Física: Eletromagnetismo- Vol. 3**. São Paulo: Thomson Learning, 2003. 4 v.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., e WALKER, J. **Fundamentos de Física:**

Eletromagnetismo - Vol. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 4 v.

3.7. Bibliografia Complementar:

SADIKU, M. N. O., **Elementos de Eletromagnetismo**. 3. ed. São Paulo: ARTMED, 2004.

KELLER, F. J., GETTYS, W. E., SKOVE, M. J. **Física**. v. 2. São Paulo: Makron Books, 1999.

YOUNG, H. D., FREEDMAN, R. A. **Física**. v. III. 12. Ed. São Paulo: Pearson, 2008.

TIPLER, P. A., MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. V. 3, 6ª Ed., Livros Técnicos e Científicos, 2009.

3. PLANO DE ENSINO				
Curso: LICENCIATURA EM FÍSICA				Ano: 2010
Disciplina: Física Moderna II			Código: 1422	Série: 4 ^a
Carga horária semanal: 4h	T: 4h	Lab.: h	Projeto: h	Carga horária anual: 160h

3.1. Objetivos Gerais:

Este componente curricular busca apresentar uma contextualização histórica e epistemológica da revolução intelectual que culminou com o desenvolvimento da física quântica e também apresentar alguns tópicos significativos para o estabelecimento da física quântica.

3.2. Objetivos Específicos:

O aluno deverá:

- 1) ser capaz de perceber o debate epistemológico que se instaurou na física em decorrência do nascimento da física quântica, vislumbrando a natureza histórica, filosófica, social e pedagógica desse conhecimento e sua relevância para a formação geral do cidadão do mundo contemporâneo.
- 2) dominar alguns conteúdos disciplinares específicos da física como: a determinação da constante de Planck, o efeitos fotoelétrico e Compton, o modelo atômico de Rutherford e o modelo semi-clássico de Bohr, a experiência de Franck-Hertz, as ondas de matéria de Broglie, o princípio da incerteza de Heisenberg, a equação de Schrödinger, a dualidade onda-partícula e algumas interpretações da mecânica quântica
- 3) ser capaz de conduzir e desenvolver práticas educacionais com base nos conteúdos disciplinares e pedagógicos abordados no decorrer do curso com o objetivo de inserir tópicos da física moderna e contemporânea na sua prática docente.

3.3. Ementa:

A revolução conceitual que ocorreu na física no final do século XIX e início do século XX implicou em uma revisão de conceitos fundamentais da física como o conceito de espaço, tempo, matéria, determinismo, causalidade e, conseqüentemente, em uma revisão da visão de mundo estabelecida pela física clássica.

Este componente curricular busca apresentar uma contextualização histórica e epistemológica da revolução intelectual que culminou com o desenvolvimento da física quântica e também apresentar alguns tópicos significativos para o estabelecimento da física quântica como: a radiação de corpo negro, a determinação da constante de Planck, o efeito fotoelétrico e Compton, o modelo atômico de Rutherford e o modelo semi-clássico de Bohr, a experiência de Franck-Hertz, as ondas de matéria de Broglie, o princípio da incerteza de Heisenberg, a equação de Schrödinger, a dualidade onda-partícula e algumas interpretações da mecânica quântica, o paradoxo de EPR e as desigualdades de Bell.

Ao final da disciplina o aluno deve ser capaz de: 1) perceber de forma geral o debate epistemológico que se instaurou na física após o abalo da visão de mundo determinista estabelecida pela física clássica e que culminou com o nascimento da física quântica, 2) estar familiarizado com alguns experimentos e conceitos significativos da teoria quântica (citados anteriormente) bem como com algumas propostas didáticas que visam levar conteúdos de física quântica para o contexto escolar do ensino médio. (O grifo é nosso)

3.4. Conteúdos Programáticos:

1. Os primórdios da teoria quântica
2. O nascimento da física quântica: contextualização histórica
3. Propriedades da radiação térmica
4. Lei de Stefan-Boltzmann
5. Lei de Wien
6. Radiação de cavidade (o corpo negro)
7. A hipótese de Planck
8. Propriedades corpusculares da radiação
9. O efeito fotoelétrico
10. O efeito Compton
11. Fótons e a produção de raios X
12. Propriedades ondulatórias da matéria
13. A hipótese de de Broglie
14. Difração de elétrons
15. O átomo
16. Rutherford e a descoberta do núcleo
17. O modelo atômico de Bohr

18. Espectros atômicos (construção de um espectroscópio)
19. A experiência de Franck-Hertz
20. Pacotes de ondas
21. Princípio de incerteza de Heisenberg
22. O microscópio de raios gama
23. A equação de Schrödinger
24. O poço quadrado
25. Dualidade onda-partícula
26. Contradição entre onda e partícula
27. O interferômetro de Mach-Zehnder clássico
28. O interferômetro de Mach-Zehnder para fótons únicos
29. Informação x caminho
30. Interpretações da mecânica quântica
31. Interferometria com duas partículas
32. Paradoxo do EPR
33. Desigualdades de Bell

3.5. Estimativa de cronograma para o desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos:

1º Bimestre: Itens 1 a 8;

2º Bimestre: Itens 9 a 16;

3º Bimestre: Itens 17 a 24;

4º Bimestre: Itens 25 a 33.

3.6. Atividades desenvolvidas fora de sala de aula:

Listas de exercícios dos tópicos abordados.

3.7. Metodologia:

Aulas expositivas, com a participação ativa dos estudantes, acompanhadas da resolução de exercícios relacionados com os assuntos abordados na teoria e voltados às suas aplicações em situações práticas, com vista à interdisciplinaridade.

Execução de trabalhos individuais e/ou em grupos.

Utilização de equipamentos de áudio visual tais como retroprojektor e projetor multimídia.

Utilização de laboratório de informática.

3.8. Bibliografia Básica:

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; MERRILL, J. **Fundamentos de Física – vol. 4.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1993. 4 v.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Sears e Zemansky Física IV: Ótica e Física Moderna.** 2. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 1985. 4 v.

SERWAY R. A. and JEWETT JR. J.W. **Princípios de Física: Mecânica Clássica - Vol. 1.** São Paulo: Thomson Learning, 2003. 4 v.

3.9. Bibliografia Complementar:

TIPLER, P. A; LIEWELLYN, R.A. **Física Moderna – 3ª ed.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

Analisando a Estrutura curricular bem como os Planos de Ensino, percebe-se a preocupação na formação do professor que seja capaz de ensinar os conteúdos de Física Moderna nos cursos de Ensino Médio. Que saiba interpretar os tópicos que estejam sendo propagados e discutidos pela mídia em geral. Saiba também relacionar os conhecimentos científicos com as conquistas tecnológicas. Entretanto, nota-se um distanciamento na elaboração e execução de experimentos de Física Moderna, entendendo que a Física como ciência carece de experimentação para a validação de suas teorias. A elaboração e construção de materiais para experimentação de Física Moderna, mesmo que sejam de baixo custo mostram ser um vetor positivo na Transposição Didática destes saberes, sobretudo se o objetivo principal for a educação de jovens no Ensino Médio.

4.1.3 – IFSP – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo

Apresentamos agora a ementa do IFSP, com os conteúdos de Física Moderna que há dez anos vem formando professores de Física para atuarem no Ensino Médio. Trata-se de uma instituição pública Federal. Empenhando-se em quebrar o caráter de ser uma Instituição voltada para a formação técnica/tecnológica reserva em seu espaço 20% na formação de

Professores, sendo o curso de Física o primeiro a ser implantado, isto no *Campus* São Paulo, tendo agora migrado para outros *campi* do Instituto no estado de São Paulo.

Espaço curricular:	<i>Estrutura da matéria</i>				Código:	<i>ESM</i>	
Semestre:	<i>05</i>	Carga horária semestral:	<i>75h</i>				
Número de aulas/semana:							
Conteúdos Curriculares:	<i>04</i>	Prática de Ensino:	<i>00</i>	Estudos:	<i>01</i>	Orientação de estágio:	<i>00</i>
Ementas e objetivos:							
<p>Estudamos nesse espaço curricular processos tecnológicos de transformação e manipulação dos materiais que resultaram no estabelecimento da física moderna no início do século XX e contribuíram para o advento da Terceira Revolução Industrial. O curso se propõe a desenvolver um estudo da modelagem microscópica da matéria abordando princípios gerais da física e a aplicação de leis para a descrição de propriedades físicas dos materiais. As atividades de estudo e os experimentos propostos, auxiliam a compreensão dos efeitos dos campos magnéticos na matéria (diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, domínios magnéticos), os fenômenos de interação luz-matéria nas regiões do visível, do infravermelho e do ultravioleta, a análise espectral de elementos, a descoberta do elétron (experimento com Tubo de Crookes), efeito fotoelétrico, espalhamento Rutherford. A natureza histórica e social da construção desses conhecimentos e sua relevância para a compreensão do mundo contemporâneo possibilita, além de uma percepção evolutiva das técnicas científicas, uma conexão da física com outras áreas do conhecimento humano. Temos por objetivo que os alunos reconheçam a ruptura conceitual com a visão clássica; se apropriem do conceito de dualidade onda-partícula, percebam as inter-relações dos fatos teóricos e experimentais que culminaram no modelo proposto por Bohr; tenham domínio mínimo dos argumentos matemáticos centrais dessa construção; <u>que tenham a perspectiva da inserção desses temas no ensino médio.</u> (O grifo é nosso)</p>							

Espaço curricular:	<i>Introdução à física moderna</i>				Código:	<i>FMO</i>	
Semestre:	<i>05</i>	Carga horária semestral:	<i>75h</i>				
Número de aulas/semana:							
Conteúdos Curriculares:	<i>04</i>	Prática de Ensino:	<i>00</i>	Estudos:	<i>01</i>	Orientação de estágio:	<i>00</i>
Ementas e objetivos:							
<p>A grande revolução conceitual ocorrida na física no início do século XX implicou numa revisão de conceitos fundamentais como o de espaço, tempo, matéria, determinismo, causalidade. Este espaço curricular enfatiza as bases históricas e conceituais dessa revolução que levaram ao advento da Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica. São abordados os seguintes temas: a teoria da relatividade restrita e os postulados de Einstein; transformações de Lorentz; dilatação dos tempos; contração das distâncias; paradoxos da relatividade; noções sobre a teoria da relatividade geral; momento e energia relativísticos; conversão de massa em energia; Princípio da Equivalência de Einstein; hipótese de De Broglie; Ondas de matéria; funções de onda; princípio da incerteza; dualidade onda-partícula; a interpretação probabilística da função de onda; a história da física moderna, da teoria da relatividade e da física quântica – da radioatividade à física de partículas. As atividades de estudos contemplam seminários e leituras que enfocam as implicações filosóficas da mudança conceitual produzida nas ciências pela Física Moderna e Contemporânea, seus impactos e releituras em outras áreas do conhecimento humano. Apresentar e discutir os conceitos básicos da Teoria da Relatividade.</p> <p>O nosso objetivo é apresentar os conceitos estruturadores da Física Quântica, de forma a compreender a natureza quântica da matéria; compreender a construção histórica da Física Moderna e Contemporânea durante o século XX.; <u>estimular no aluno de licenciatura - e futuro professor – posturas e ações que permitam a introdução de forma orgânica e estruturada da Física Moderna e Contemporânea em suas futuras aulas de Física na Educação Básica.</u> (O grifo é nosso)</p>							

Espaço curricular:	<i>Física atômica e molecular</i>			Código:	<i>FAM</i>
Semestre:	<i>06</i>	Carga horária semestral:	<i>75h</i>		
Número de aulas/semana:					
Conteúdos Curriculares:	<i>05</i>	Prática de Ensino:	<i>00</i>	Estudos:	<i>00</i>
Orientação de estágio:					
<i>00</i>					
Ementas e objetivos:					
<p>A aplicação do formalismo da <i>Mecânica Quântica</i> no estudo da matéria conduziu a um quadro bem sucedido da descrição científica dos fenômenos microscópicos. Este espaço curricular enfatiza a utilização de técnicas e procedimentos matemáticos no entendimento da estrutura atômica e molecular da matéria. São abordados o estudo da equação de Schroedinger em três dimensões, quantização do momento angular e da energia do átomo de hidrogênio, o conceito de spin do elétron, o princípio da exclusão e a tabela periódica dos elementos, o Efeito Zeeman, a física estatística quântica: distribuições de Bose-Einstein e Fermi-Dirac, ligações moleculares (iônica, covalente e híbridas) e espectros de emissão e absorção.</p> <p>Objetivos:</p> <p>Apresentar os modelos da mecânica quântica e suas implicações;</p> <p>Compreender a descrição matemática e propriedades físicas da equação de Schroedinger, assim como entender as aproximações que são utilizadas;</p> <p>Utilizar os modelos matemáticos para entender alguns pontos não compreendidos pela física clássica.</p>					

Espaço curricular:	<i>Física nuclear e de partículas</i>				Código:	<i>FNP</i>	
Semestre:	<i>07</i>	Carga horária semestral:	<i>75h</i>				
Número de aulas/semana:							
Conteúdos Curriculares:	<i>04</i>	Prática de Ensino:	<i>01</i>	Estudos:	<i>00</i>	Orientação de estágio:	<i>00</i>
Ementas e objetivos:							
<p>O domínio do processo de fissão nuclear, a confecção e a explosão da bomba atômica tiveram repercussões decisivas na história mundial durante o século XX. Por outro lado, os estudos para o controle da fusão nuclear conectam conhecimentos sobre o micro e o macrocosmo.</p> <p>Este espaço curricular traça um panorama sobre os dilemas da utilização da ciência para duas finalidades distintas mas tão características da espécie humana: a guerra e o desejo de alcançar uma explicação sobre o funcionamento do cosmos e da origem do universo. O espaço curricular oferece ao aluno uma visão da evolução dos modelos da constituição da matéria. Utiliza as radiações como meio para se chegar a este conhecimento, ao mesmo tempo que mostra suas aplicações na vida, na sociedade e na tecnologia. Também abordamos especificamente o núcleo e suas propriedades fundamentais e os processos de decaimento, além do modelo de quarks e do modelo padrão. O estudo das reações nucleares, suas implicações e aplicações devem possibilitar ao aluno uma posição crítica embasada, além de fornecer elementos teóricos básicos. São abordados as propriedades do núcleo atômico e os modelos e as reações nucleares, radioatividade, conversão de massa em energia e a energia de ligação e aplicações da física nuclear: processos de fissão, fusão e reator nucleares, usos e efeitos biológicos da radiação, classificação e propriedades das partículas elementares, o Modelo Padrão, a teoria do Big Bang. <u>Como atividade de prática de ensino são estudados e propostos projetos voltados à divulgação da utilização, riscos e benefícios da energia nuclear e sobre as aplicações e contribuições da Física nuclear para a sociedade, tais como a produção, de armas, purificação de alimentos, utilização de radiofármacos, proteção radiológica , entre outros.</u> (O grifo é nosso)</p>							

Espaço curricular:	<i>Física do estado sólido</i>				Código:	<i>FES</i>	
Semestre:	<i>07</i>	Carga horária semestral:	<i>75h</i>				
Número de aulas/semana:							
Conteúdos Curriculares:	<i>04</i>	Prática de Ensino:	<i>01</i>	Estudos:	<i>00</i>	Orientação de estágio:	<i>00</i>
Ementas e objetivos:							
<p>No dimensionamento de uma apresentação da física do estado sólido que seja mais fenomenológica, <u>panorâmica e não aprofunde as questões técnicas infrutíferas para o ensino médio, como por exemplo, a medição dos índices cristalográficos, a densidade de portadores em determinado semicondutor, ou o uso da teoria dos grupos aplicada à cristalografia, permite a formação de uma visão geral e interligada de diversas áreas da Física.</u> A utilização de resultados da Mecânica Quântica realça a importância daquela teoria, fartamente usada quando da discussão da condução nos diversos materiais, na apresentação das teorias de bandas, da emissão de fótons ou da foto-condução. <u>São previstas nesse espaço curricular experiências com diodos de junção, transistores bipolares e de efeito de campo e outros componentes a semicondutores com a finalidade de proporcionar num primeiro momento a familiarização do futuro professor com os mesmos, e num segundo momento potencializar a estruturação de atividades didáticas para o ensino médio.</u> Além disso proporcionamos a aprendizagem do uso de diversos tipos de instrumentos eletrônicos. O curso prevê atividades paralelas como seminários e apresentações de teorias e novas tecnologias, como a dos nanotubos e dos supercondutores, que servirão para atualizar e motivar o aluno e poderão não ter ligação imediata com o assunto tratado no fluxo principal do curso. <u>O nível de aprofundamento não deve ser pré-estabelecido uma vez que o grupo de alunos pode ou não ter um maior interesse na formulação matemática dos diversos fenômenos envolvidos e/ou maior ou menor número de lacunas na formação anterior. O conhecimento especializado descontextualizado e propedêutico não é a proposta do curso.</u> (O grifo é nosso).</p>							

4.1.4. Considerações sobre as ementas

Ao analisar os espaços curriculares reservados para o estudo de temas relacionados com a Física Moderna, observa-se a perspectiva de que os conteúdos propiciem ao docente a inserção dos mesmos em aulas para o Ensino Médio.

É relevante perceber que se trata de perspectivas, não de ações concretas com propostas devidamente elaboradas para que possa ocorrer a inserção destes tópicos no Ensino Médio. Estão ausentes também, elaboração e construção de experimentos de Física Moderna voltados ao Ensino Médio.

Digno de nota é destacar que não existe nenhum espaço reservado para a formação docente como futuro formador, sendo formado ou preparado apenas para atuar no nível médio. Será que as pós-graduações sejam elas *lato senso* ou *stricto senso* dentro de suas especificidades serão suficientes para que estes docentes ministrem os conteúdos de Física quaisquer que sejam em cursos de formação?

É certo que alterações se tornam necessárias ao longo do tempo diante das percepções apontadas no desenrolar dos cursos. Estar aberto para modificações faz parte de um ambiente acadêmico voltado para a modernidade, entendendo que as universidades devem ser fóruns adequados para estas discussões e implementações.

Modificar padrões, alterar o que está posto, tende a receber resistência, que sem dúvida pertence ao progresso do desenvolvimento acadêmico. O que não podemos compactuar é com a permanência do que há muito tem sido realizado, que em geral mantém o estado elitista do saber, impulsionando muitos a atender o mercado em busca de pós-graduações.

Não é objeto desta pesquisa, analisar ementas sem fim, porém em uma pequena amostra, com pequenas alterações entre elas, percebemos o mesmo formato que sempre tem sido aplicado, não aparecendo nada de novo e revolucionário, exceto as oficinas da PUC-SP.

Comparando as ementas citadas, notamos um conjunto de saberes desenvolvido ao longo dos séculos, séculos, séculos que em geral queremos dar conta em 03 ou 04 anos de cursos onde os graduandos são extenuados ao extremo. É comum relatos de ex-alunos acerca de grandes lacunas percebidas em sua graduação. Muitos acabam por culpar os professores e a instituição ou mesmo encaram serem eles próprios insuficientemente capazes em absorver um sem fim de saberes, gerando frustrações.

Os conteúdos diversos poderiam ser abordados ao longo da carreira acadêmica e esta realidade deveria ser evidenciada aos licenciandos. Dessemelhante aos formandos de áreas tecnológicas que em geral recebem capacitação para sua adequação no local de trabalho, os futuros professores ficam a mercê de atualizações. Os professores também estão cientes da adaptação necessária, porém somente quando estão em sala de aula, e a sós com seus alunos percebem o quanto lhes fora negado diante de tamanhas exigências.

Ainda sobre o acima não há tempo suficiente para este resgate, pois o sistema tem que funcionar e muitos acabam por se adaptar ao sistema, contribuindo para a desfiguração da educação ou para ao que ela se destina formar cidadãos autônomos e críticos. Estas lacunas não estão relacionadas apenas aos conteúdos propostos nos currículos escolares, a própria praxe escolar lhes falta. Saber lidar com situações reais virá com o tempo de prática escolar ou com a experiência, dizem muitos, porém o que se percebe é que boa parte do professorado não consegue dar conta das novas demandas. Existem pesquisas sendo realizadas diariamente, de maneira globalizada inclusive, porém estas não chegam à escola ou demoram a chegar.

Outra realidade é o grande ingresso de alunos nas universidades. Como nunca antes as escolas de nível superior no Brasil têm sido procuradas pela sociedade que vivia à margem dos cursos superiores, destinados a uma elite, chamo de elite do saber. Entretanto, colhemos hoje os frutos da promoção automática, que em sua raiz não seja toda culpada dos maus resultados apurados, porém sua aplicação sem preocupação com o futuro dos formandos torna-se cada vez mais excludente do que para o que ela se destinou ser uma escola de inclusão. Temos, portanto, alunos mal formados no nível médio avolumando o crescente número de ingressos nas universidades, devido a universalização do ensino. Esta crescente demanda não está sendo atendida plenamente, não basta oferecermos conteúdos sem fim, é de vital importância que os docentes estejam preparados para formar cidadão críticos e autônomos.

Assim como esperamos que profissionais de outras áreas sejam críticos e capazes de desenvolver competências e habilidades que venham contribuir com o desenvolvimento de uma nação, encaramos a formação do professor como espinha dorsal deste processo.

Os Saberes Sábios desenvolvidos em Física são fundamentais para a formação de profissionais de áreas diversas e na formação do cidadão.

A Física é vista como a mais fundamental e abrangente das ciências e historicamente exerceu um profundo efeito em todo o desenvolvimento científico. A Química, a Biologia, a Astronomia, a Geologia e a Psicologia entre outras Ciências são influenciadas diretamente pelos saberes da Física. Atualmente, os conteúdos de Física Moderna vem contribuir sem

precedentes para o desenvolvimento desta e de outras ciências. Estas observações devem valorizar a formação deste profissional, professor de Física que em muito há de contribuir com o desenvolvimento da ciência como um todo, sendo capaz de transitar por temas atuais relacionados à Física Moderna.

4.2 Análise dos questionários

A proposta em elaborar um questionário partiu do anseio de descobrir o que pensam sobre o tema indivíduos envolvidos com a Física sejam alunos, professores ou mesmo coordenadores de área. Ter a mão o pensar livre tende a contribuir com o desenvolvimento do tema, oferecendo subsídios para a pesquisa e compreensão dos motivos e razões de suas ocorrências ou ausências.

Foram elaboradas 10 questões e distribuídas para 40 entrevistados, que dispuseram de tempo e liberdade para oferecer suas considerações e contribuições ao tema. Não farei uma tabulação gráfica destas respostas, pois entendo que a questão não seja numérica e sim pontual, vista por ângulos diferentes embora fique evidente haver uma vertente comum em respostas oferecidas para perguntas iguais.

Portanto, a análise deste questionário torna-se parte central deste trabalho por apresentar o pensamento do coletivo dando consistência às considerações abordadas.

Para uma melhor consideração serão agrupadas as respostas semelhantes. As respostas que se distanciam da vertente comum não serão desprezadas, antes como um ponto fora da curva, ficarão para análise posterior, entendendo haver significância e significado em suas apresentações. Não há por nossa análise respostas simplistas e ingênuas, tampouco perguntas que devam ser rotuladas como tais. Partimos de uma proposta e nela faremos nossa análise. Para cada grupo de respostas procuraremos pautar um teórico que sustente estas considerações. Na ausência de teóricos que tratem do tema ofereceremos a nossa própria análise.

A seguir as 10 perguntas do questionário.

1. Por que devemos conhecer e ensinar Física Moderna?
2. O ensino de Física Moderna poderia ter influência no exercício da cidadania?
Se sim, como?

3. Como tornar a Física Moderna mais acessível ao estudante de Física, sobretudo nos cursos e Licenciatura?
4. Saber os conceitos de Física Moderna pode interferir positivamente na formação de profissionais das diversas áreas?
5. Quais as competências que o ensino de Física Moderna deve promover?
6. Podemos abrir mãos dos conteúdos básicos do ensino de Física para a inserção dos conteúdos de Física Moderna no ensino Médio? Quais as vantagens ou desvantagens?
7. Quais as experiências que possui no Ensino de Física Moderna?
8. Quais propostas ao seu entender poderiam ser implementadas visando uma maior compreensão dos conteúdos da Física Moderna?
9. Como capacitar professores, que já atuam na educação e que ainda não se apropriaram do tema, dificultando a aplicação desses conceitos em sala de aula?
10. Qual a importância da formação continuada dos professores?

Fica evidente que não conseguiremos esgotar o assunto com 10 perguntas, entretanto entendemos que a partir destes questionamentos outros debates poderão surgir.

4.2.1. O que disseram os entrevistados

Apresentaremos agora as respostas oferecidas livremente por nossos entrevistados. Algumas respostas foram adensadas por fazerem parte de uma vertente comum entre os entrevistados. Cabe ressaltar que as perguntas permitiram respostas abertas, sendo assim procuramos agrupar as respostas mais comuns entre os entrevistados.

Respostas à pergunta nº 01 - “Por que devemos conhecer e ensinar Física Moderna”?

Foram unânimes as considerações sobre esta questão. Entre as quais podemos destacar:

✓ Formar cidadãos críticos que possuam leitura científica e compreendam os fenômenos atrelados aos equipamentos tecnológicos presentes em nosso cotidiano.

✓ Está na LDB, a lei de diretrizes e bases disciplina (LDB, artigo 35, inciso IV), deve ser uma das finalidades do ensino médio no país, que deve ser organizado de forma que, em sua conclusão, o educando demonstre, entre outros aspectos, o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (LDB, artigo 36, § 1º, inciso I).

✓ Para que a beleza desta ciência continue a se desenvolver ou fruir entre os saberes.

✓ Acelerar o desenvolvimento científico e tecnológico.

Respostas à pergunta nº 02 - “O ensino de Física Moderna poderia ter influência no exercício da cidadania”? “Se sim, como”?

✓ Todos os entrevistados entendem que seria impossível o pleno exercício da cidadania estando o indivíduo alheio aos conceitos atrelados à Física Moderna.

✓ Decisões importantes quanto ao uso e geração de energia estão relacionadas com os saberes de Física Moderna, sobretudo ao uso da energia nuclear.

✓ Poderão participar ativamente em como serão investidos recursos públicos destinados ao desenvolvimento científico ou mesmo no que implica a ausências destes investimentos.

✓ Muitos mostraram preocupação em que estes saberes não atendam as demandas imediatistas como entender como funcionam os equipamentos de última tecnologia com puro caráter propedêutico destrelado da educação.

Respostas à pergunta nº 03 – “Como tornar a Física Moderna mais acessível ao estudante de Física, sobretudo nos cursos e Licenciatura”?

- ✓ Tendo contato com experimentos reais.
- ✓ Conceituação formal.
- ✓ Conhecer aparatos tecnológicos.
- ✓ Leituras paradidáticas.
- ✓ Grupos de estudos

Respostas à pergunta nº 04 - “Saber os conceitos de Física Moderna pode interferir positivamente na formação de profissionais das diversas áreas”?

✓ Sim, em função de equipamentos modernos estarem repletos de inovações tecnológicas que encontram nos conceitos de Física moderna sua compreensão.

✓ Algumas preocupações foram apresentadas entre elas o perigo da generalização sendo que a Física moderna não pode dar conta de todas as demandas.

✓ Mantê-la como ciência não propedêutica.

✓ Utilizá-la para compreensão de outros fenômenos.

Respostas à pergunta nº 05 – “Quais as competências que o ensino de Física Moderna deve promover”?

✓ Promover competência em física;

✓ Na abstração, no trato com o formalismo; nas possibilidades de leitura do universo; na própria construção da ciência, compreendendo-a como parte integrante da cultura humana.

✓ Se buscarmos os PCN ou PCN+, encontraremos outras possibilidades, por exemplo, os temas estruturados não prescindem da física moderna, ainda que não a explicitem como uma listagem de tópicos a serem tratados; ela pode comparecer em “Imagens, som e informação” ou em “Terra, universo e vida” – depende do leitor, de sua formação e da relação que ele estabelece com a ciência e com seu conhecimento desta.

- ✓ - entendimento do mundo que o cerca;
- ✓ - raciocínio crítico;
- ✓ - investigativa
- ✓ - análise e síntese
- ✓ - extrapolação

Respostas à pergunta nº 06 - “Podemos abrir mão dos conteúdos básicos do ensino de Física para a inserção dos conteúdos de Física Moderna no ensino médio”? “Quais as vantagens ou desvantagens”?

✓ Não foi a resposta presente, porém com ressalvas, entre elas:

✓ Ter o professor autonomia para planejar seu curso e definir de quais conteúdos poderia ou não abrir mão,

✓ Diminuir o volume dos conteúdos ministrados,

✓ Direcionar o curso concomitantemente atrelar conteúdos de Física Moderna,

✓ As vantagens e desvantagens estão diretamente relacionadas com os temas que serão abortados ou contemplados nos cursos.

Respostas à pergunta nº 07 - “Quais as experiências que possui no ensino de Física Moderna”?

✓ Em geral todos os professores entrevistados possuem alguma experiência no ensino de física moderna, porém apresentaram as seguintes considerações:

✓ Muito difícil aplicar os conceitos de Física moderna nas escolas de Nível Médio,

✓ Necessidade dos conteúdos estarem relacionados com o curso,

✓ Ausência de experimentação.

Respostas à pergunta nº 08 – “Quais propostas ao seu entender poderiam ser implementadas visando uma maior compreensão dos conteúdos da Física Moderna”?

✓ Expondo o futuro professor à percepção da Física moderna no cotidiano, e de sua importância na sociedade, para que ele se aproprie da necessidade de estudá-la e ensiná-la.

✓ Integrando esse conteúdo com outros, de Física e demais Ciências, de tal forma que ele surja como parte integrante da tradição científica, e não como algo externo ou acessório.

✓ Propiciando ao futuro professor amplas oportunidades de pensar em como lidar com um conhecimento que necessita de aparato tecnológico para ser vivenciado, ou seja, é preciso interpretar os resultados de uma medição para entender a situação.

Respostas à pergunta nº 09 – “Como capacitar professores, que já atuam na educação e que ainda não se apropriaram do tema, dificultando a aplicação destes conceitos em sala de aula”?

✓ Oficinas de capacitação nos diversos centros de formação que estejam de acordo com a realidade vivenciada pelo professor.

✓ Confecção de material didático.

✓ Cursos em EAD com atividades interativas.

- ✓ Cursos de atualização.

Respostas à pergunta nº 10 – “Qual a importância da formação continuada dos professores”?

- ✓ Vital para o professor estar em plena sintonia com o desenvolvimento científico tecnológico.
- ✓ Novas pesquisas em ensino trazem novas perspectivas de abordagens, daí a necessidade de formação continuada.
- ✓ Não ser meramente um curso, se não será mais um curso, deve ter objetivo fazer sentido sua realização.

4.2.2. Considerações sobre os questionários

Não se torna uma tarefa simples considerar um espectro tão amplo de pensamentos dispostos nestes questionários para um tema complexo e denso como os tópicos de Física Moderna. Porém, cientes de sua importante relevância nos cursos nas áreas tecnológicas, médica, engenharias e suas especificidades, Ensino Médio e etc. procuramos obter embasamento teórico para indicar a preocupação que precisamos ter na formação de professores de Física.

Grupos de estudo e de pesquisa estão preocupados com a inserção do ensino de Física Moderna no Ensino Médio⁸ e ressaltam:

A Física Moderna inaugurou um novo modo de pensar não só na ciência como também em várias outras áreas do conhecimento, permitindo visualizar o mundo como uma teia inter-relacionada e interdependente de fenômenos.

⁸ Disponível em, http://devotuporanga.edunet.sp.gov.br/OFICINA/Fisica_fisicamoderna.pdf,

A Física Moderna inaugurou um novo modo de pensar não só na ciência como também em várias outras áreas do conhecimento, permitindo visualizar o mundo como uma teia inter-relacionada e interdependente de fenômenos. Essa visão permitiu relacionar as partes com o todo e o todo com as partes, rompendo com a causalidade linear e dando lugar à outra que contempla a interação, a probabilidade e a complementaridade que favorece a apropriação, o diálogo e a negociação, características necessárias na construção de uma nova organização social em que devem participar atores diferentes dados à complexidade atual.

A introdução da Física Moderna no ensino médio é de suma importância conforme atestam vários estudos na área. Podemos destacar dentre os motivos mais convincentes aqueles que permitem que os alunos dialoguem com os fenômenos físicos que estão por trás do funcionamento de aparelhos que, atualmente, são utilizados de forma corriqueira no dia-a-dia da maioria das pessoas, fato, aliás, que torna o assunto bastante interessante.

É imprescindível que o estudante conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos da Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano.

A importância de se fazer essa relação é candente para o estudante/cidadão, pois através dela é possível analisar algumas implicações da ciência no aspecto social, cultural, ecológico, enfim, global. Conhecendo essas implicações é possível adotar posturas éticas e políticas, cada vez mais necessárias, quanto ao uso das modernas tecnologias que o avanço da ciência possibilita.

O exercício da cidadania baseia-se no conhecimento das formas contemporâneas de linguagem e no domínio dos princípios científicos e tecnológicos que atuam na produção moderna.

Como pudemos perceber, são inúmeras as razões para que o ensino da Física Moderna seja trabalhado de acordo com o nosso Currículo nas escolas do ensino médio.

Mas, parafraseando o professor João Zanetic, da USP, sabemos que é necessário que "ensinemos a física do século XX antes que ele acabe". Bem, o século XX já acabou e outra forma de ver o mundo se iniciou, temos que correr atrás do prejuízo.

Mas, é importante percebermos que a Física é mesmo uma teia de conhecimentos interligados e interdependentes e notar que aqueles que a veem somente como uma ciência "formulista", não veem mais do que a ponta de um enorme iceberg, portanto não conhecem esta maravilhosa ciência.

Entendemos, portanto, que todos os esforços que se fizerem necessários para o melhor preparo e formação de Físicos Educadores, hão de colaborar para uma sociedade mais crítica e preparada para tomadas de decisões que nortearão o futuro da sociedade humana enquanto seres históricos e sociais.

É certo que não será apenas a Física responsável por este papel, todas as disciplinas devem colaborar com este processo, porém entendemos que o ensino de Física e suas peculiaridades tem muito a colaborar com estas transformações e negá-los à comunidade é como colocar entre os dentes de uma grande engrenagem uma trava ou objeto que a fará parar, pois ao olhar para a história poderemos entender o quanto o pensamento de seres humanos tais como Galileu, Newton, Marie Curie, Planck, Einstein, Bohr, Feynman, César Lattes e tantos outros contribuíram para a quebra de paradigmas.

O modo de pensar da sociedade moderna foi modificado por intermédio do olhar destes seres humanos que ousaram ver mais longe, ver o que não se podia com olhos físicos e sim com o olhar que somente um Físico poderia ter.

Estamos diante de revoluções para uma nova sociedade ainda sequer imaginadas. Como em filmes de ficção, que para a grande maioria não passa de especulação existem olhos atentos em busca de concretização destes fenômenos. Entre eles conhecer outras dimensões, desenvolver sistemas semelhantes aos nossos em outros planetas que possibilitem a vida, encontrar respostas de onde viemos, para onde vamos e porque estamos aqui, teletransporte e um sem fim de possibilidades.

Com os pés bem calçados temos outras fronteiras a desbravar que são muito mais próximas de nós e da sociedade. Acabar com a fome, encontrar fontes de energia seguras que nos deem maior autonomia e conforto, curas de algumas doenças, melhores materiais para construção, previsão do tempo em tempo de salvar vidas, reabilitação de mutilados e também um sem fim de possibilidades e necessidades.

Nestes casos entendemos que os saberes científicos relacionados à Física, sobretudo aos conteúdos de Física Moderna associada a outras Ciências terão papel preponderante em suas consecuições e êxito.

Ao socializarmos o conhecimento a um número cada vez maior de seres humanos talvez seja provável que novas realizações tornar-se-ão possíveis e mais céleres em sua ocorrência e aplicação.

Portanto, para logarmos êxito diante destas e outras possibilidades e necessidades que são infinitas, precisamos formar bem para continuarmos a formar cidadãos críticos e atuantes nas transformações sociais.

Certa oportunidade fora-me dito com desdém, palavras de um académico da área de humanas, questionar a minha proposta: “para que ensinar Física Moderna”? Talvez uma resposta seja para que esta pergunta nunca seja feita com desdém.

Esta análise incipiente revelou questões importantes que tendem ao nosso olhar contribuir com a formação de futuros professores.

Alguns autores, e.g. Kelly, Ausubel *et. al.* e Novak, têm teorizado, e a pesquisa em ensino tem retificado,

que não apenas os alunos chegam à escola trazendo concepções alternativas para explicar o mundo físico, mas que também estudantes recém-ingressos na universidade trazem concepções inadequadas sobre a natureza da ciência, e não raramente, saem da universidade em iguais condições.

Tradicionalmente o curso de Física e também os livros didáticos privilegiam uma formação académica com enfoque altamente empirista-indutivista isto é, um enfoque no qual o conhecimento advém da generalização indutiva a partir da observação, sem qualquer influência teórica ou subjetiva, e dessa forma capaz de assegurar a verdade absoluta às informações científicas. Nosso pressuposto básico, e frequentemente defendido na literatura, é que essas visões superadas (empiristas-indutivistas) da natureza da ciência sustentadas por futuros professores de Física acabam resultando em práticas docentes inadequadas.

A Práxis escolar em muito pode ser melhorada e só ocorrerá com plena conscientização e ação por parte dos agentes envolvidos neste processo.

Notoriamente em seu livro “Pedagogia da Autonomia”, introdução página 10, Paulo Freire escreveu:

A ideologia fatalista, imobilizante, que anima o discurso neoliberal anda solta no mundo. Com ares de pós-modernidade, insiste em convencer-nos de que nada podemos contra a realidade social que, de história e cultural, passa a ser ou a virar “quase natural”. Frases como “a realidade é assim mesmo, que podemos fazer”? ou “o desemprego no mundo é uma fatalidade do fim do século” expressam bem o fatalismo desta ideologia e sua indiscutível vontade imobilizadora. Do ponto de vista de tal ideologia, só há uma saída para a prática educativa: adaptar o educando a esta realidade que não pode ser mudada. O de que se precisa, por isso mesmo, é o treino técnico indispensável à adaptação do educando, à sua sobrevivência. O livro com que volto aos leitores é um decisivo não a esta ideologia que nos nega e amesquinha como gente

Acrescentou:

A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo.

O que me interessa agora, repito, é alinhar e discutir alguns saberes fundamentais à prática educativo-crítica ou progressista e que, por isso mesmo, devem ser conteúdos obrigatórios à organização programática da formação docente. (pp. 11)

Encontro nas palavras de Paulo Freire motivos para continuar a sonhar com mudanças possíveis, reais e transformadoras. Ações que promovam o desenvolvimento dos Saberes Sábios e que estes estejam a serviço da sociedade e de conquistas para o bem estar dos seres humanos.

Não podemos nos contentar com o ensino propedêutico que alimenta o capital e mantém o sistema político e econômico que conhecemos opressivo e inseguro.

Na arte quem critica e quem é criticado?

Somente os que participam do processo artístico.

Na educação não é diferente, criticamos para sermos criticados, contudo visando um quadro cada vez mais bem definido e belo de se contemplar, seres humanos capazes de promover transformações que valorizem e promovam a vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao trabalhar em uma pesquisa com o intuito de efetuar uma análise sobre o ensino de Física Moderna, a questão motivadora deste trabalho, possibilitou deparar com informações úteis e capazes em colaborar com a formação docente.

Ao realizar esta pesquisa incipiente, tive o privilégio de conhecer a professora Marisa Cavalcanti que é docente da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, e dar início como orientador a um projeto de iniciação científica júnior em Física Moderna. Trabalho com uma aluna do ensino médio da Escola Estadual Jorge Duprat Figueiredo, e juntos, com a supervisão da professora Cristiane Tavoralo estamos desenvolvendo experimentos de baixo custo, não PET's, para o ensino de Física Moderna nas escolas públicas. Hoje tenho uma orientanda aluna do 3^o ano do ensino médio da Escola Estadual Jorge Duprat Figueiredo, Natasha Braga Arraes.

É gratificante perceber uma jovem que até a alguns dias atrás compartilhava sala de aula onde não havia muitas pretensões referentes aos conceitos científicos e agora vislumbrar à partir de suas ações contribuir com o ensino de ciências na rede pública. Tenho convicção de que será apenas o começa para ela.

Embora seja uma pesquisa inicial sobre o tema, foi possível verificar a preocupação de muitos teóricos. Preocupação esta que criou em mim o poder acreditar que seja possível formar professores com maior autonomia investigativa, conhecimentos formais, mas também saber ensinar praticando a transposição didática com maior fluência.

Ações deste porte têm colaborado com a disseminação de conceitos científicos que em médio e em longo prazo poderão dar frutos, sobretudo na formação de novos profissionais na área das ciências, formação de massa crítica capaz de gerar e de manter mudanças e ao mesmo tempo estimular novos talentos com o desejo de praticarem ciência.

O cientista brasileiro Miguel Nicolelis em uma entrevista cedida a Natasha Madov para o IG notícias em 18-07-2011 destacou entre outras ações o intuito de “espalhar ciência pelo Brasil”. Segundo Nicolelis “as normas e práticas da ciência no País ainda são do século 19. Isso precisa mudar rápido, porque é um parto de ostra fazer ciência de alto nível no Brasil”.

Algumas escolas na região nordeste do Brasil já foram contempladas com o projeto e Miguel Nicolelis. Alguns resultados obtidos são citados por Nicolelis como jovens “saindo do quase semianalfabetíssimo aos 10, 12 anos, para hoje ler um livro, se expressar, entender conceitos básicos de ciência”. Apesar da idade aparentemente tenra para a aquisição de conceitos científicos Nicolelis destaca outros ganhos obtidos pelas crianças ao terem contato com uma educação científica como os: “conceitos éticos e humanísticos que elas adquiriram com este ensino elas não teriam de forma alguma e não iam ter na escola que frequentavam”.

Torna-se evidente que pessoas de vanguarda entendem a necessidade da divulgação científica desde a formação inicial de nossos alunos. Esta visão indica o olhar para o futuro com expectativa de desenvolver uma sociedade capaz de gerar mudanças e propor soluções para um sem número de desafios que estão à nossa frente. Perceba em suas palavras esta visão:

“queremos fazer desse projeto um projeto ligado, através de uma plataforma de *crowdsourcing*⁹, a todas as escolas públicas do Brasil, para as crianças participarem com desafios científicos, com propostas, de modo que elas se sintam coparticipantes. Quero que esse seja um projeto catalisador do estudo de ciências no Brasil e que as crianças vejam o impacto da ciência na vida cotidiana através da sua participação”.

Percebe-se nestas ações a real importância da disseminação dos saberes científicos desde os primeiros anos escolares. Apresenta também a necessidade de professores capazes de ensinar ciências com propriedade em todos os níveis. O tema central da pesquisa de Miguel Nicolelis embora esteja voltado para a disciplina de biologia, ele é um neurocientista onde toda a problemática de sua pesquisa está permeada com tópicos relacionados à Física Moderna. Estão presentes no desenvolvimento da pesquisa, nos conceitos e modelos considerados. Entre eles a capacidade de utilizarmos a energia de nosso cérebro para realizar ações remotamente podendo desta forma trazer conforto a pessoas que sofrem de enfermidades ou que estejam incapacitadas de locomoção em função de acidentes diversos. O limite para as possíveis aplicações não é definido

⁹ O *crowdsourcing* é um modelo de produção que utiliza a inteligência e os conhecimentos coletivos e voluntários espalhados pela internet para resolver problemas, criar conteúdo e soluções ou desenvolver novas tecnologias.

É estimulante saber que em nosso país, cidadãos participam de projetos audaciosos como este. Podemos então imaginar o que poderíamos realizar se um número crescente de jovens fosse alfabetizado cientificamente. Pensamos em uma educação científica séria não uma educação pró-forma, uma educação comprometida em formar cidadãos.

Faz-se necessário um basta neste processo antiquado de ensino que nos cega. Nos cega quando somos obrigados a decorar fórmulas e equações. Cegam-nos quando nunca temos acesso a laboratórios e aos recursos para desenvolvimento de pesquisas. Muitos ainda praticam a ciência PET que em si tem a sua utilidade, porém o ensino de ciências não pode ser resumido a isto.

Toda a sociedade deveria estar clamando mudanças, desta maneira deixaríamos de ensinar e mal a Física do século XIX e passaríamos sem preteri-la a ensinar conteúdos de Física Moderna.

Entendemos, portanto, que a formação do futuro professor de Física deva ser integral sendo o mesmo capaz de produzir conhecimentos e não de apenas reproduzi-lo. Não basta atendermos as demandas por profissionais, precisam ser críticos e autônomos. Atender a estas demandas provaria apenas uma visão imediatista e propedêutica.

A formação dos professores de ciências necessita ter uma relação imbricada com todo avanço alcançado e proposto pelas pesquisas educacionais. Não se intenciona uma educação com caráter único, unificação do ensino, mas que seja possível ao docente propor conceitos e desenvolvê-los de acordo com as necessidades da sociedade atendida.

Os currículos urgem por mudanças para que deem conta destas demandas formativas.

Durante a pesquisa, ao analisar as ementas, ficou evidente a preocupação das universidades em dar conta da demanda formativa conforme a legislação vigente. Entre elas a de o futuro professor ser capaz de dominar os conceitos de Física Moderna e aplica-los em sala de aula. Entretanto, contrastando as ementas com os questionários é possível perceber a grande lacuna existente entre as propostas curriculares quanto à formação docente e as práticas em sala de aula.

Entendemos, portanto, que a formação do professor seja o verdadeiro desafio a ser enfrentado se realmente desejamos levar conhecimento científico para as salas de aula.

Não obstante, se faz necessários investimentos responsáveis para que este objetivo seja alcançado. Alunos da graduação precisam de subsídios com a premissa de dedicar tempo para a pesquisa. As instituições necessitam de subsídios para ampliação, modernização e manutenção de laboratórios de Física Moderna. Os professores formadores necessitam de salários compatíveis para que sua permanência na instituição seja possível. Assim, as pessoas

responsáveis pela educação na esfera governamental precisam ser cobradas sistematicamente ao mesmo tempo em que a população seja educada para fazer coro a esta cobrança.

Uma formação docente deficitária apenas irá colaborar para a manutenção ou mesmo a deterioração do que já tem sido realizado com o ensino de ciências. O descompasso entre os ideais daqueles que planejam os currículos e a prática dos professores em sala de aula é cada vez mais evidente. Corremos o risco de perder outra geração ou outras gerações sendo elas incapazes de atuarem no campo das ciências.

Os futuros professores precisam mais do que apenas conhecer os conteúdos, precisam saber desenvolvê-lo em sala de aula, atraindo assim o que há de mais criativo no ser humano, sua curiosidade. Talvez assim possamos aumentar o número de indivíduos interessados em fazer ciência e desta forma a partir de um grande colegiado dar conta de tantas indagações ainda deixadas de lado.

A formação docente precisa ser revista profundamente. Falta aos futuros professores o profissional que ao seu lado desenvolva o papel de tutor, capacitando-o para a prática docente. Em outras especialidades, como na medicina, isto ocorre com frequência.

O futuro docente necessita de formação inicial e permanente ao ponto que o mesmo seja capaz de incorporar as aquisições das pesquisas desenvolvidas sobre ensino, aprendizagem e avaliação quanto aos conteúdos de ciências.

Neste momento aflora o desejo de continuarmos a vasculhar todos os mecanismos possíveis para promover a Transposição Didática no ensino de Física Moderna. Entre estes mecanismos incluo o projeto em que participo na PUC-SP da construção de experimentos para o ensino de Física Moderna que possam ser utilizados nas escolas públicas de nosso país.

O desejo de querer e de propor mais é um reflexo desta pesquisa. Para mim fica claro que muito ainda pode ser realizado em prol do ensino de Física Moderna priorizando a formação de professores que por extensão há de colaborar na formação de cidadãos críticos, capazes de promover o desenvolvimento e a transformação de nossa sociedade. Ao mesmo tempo em que poderemos aumentar o número de seres humanos que leiam ciência, comentem ciência e façam ciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, Maria Cristina B. O discreto charme das partículas elementares. São Paulo. Editora UNESP, 2006.
- BRASIL, Anna Maria. Equilíbrio Ambiental e Resíduos na Sociedade Moderna. 3ª ed. São Paulo. FAARTE Editora, 2007.
- BRENMAN, Richard P. Gigantes da física: uma história da física moderna através de oito biografias / Richard P. Brenman; tradução, Maria Luiza X. de A. Borges; revisão técnica, Hélio da Motta Filho e Henrique Lins de Barros. – ed.rev. – Rio de Janeiro. Jorge Zahar. Ed.,2003.
- BROCKINGTON, Guilherme. PIETROCOLA, Maurício. SERÃO AS REGRAS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA APLICÁVEIS AOS CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA? Investigações em Ensino de Ciências – V10(3). Pp. 387-404, 2005.
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física / Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemática. Departamento de Física – v.19, n.1 (2002). Florianópolis. Departamento de Física, 2002.
- CHEVALLARD, Yves; BOSCH, Marianna; GASCÓN, Josep. *Estudar Matemáticas: O elo perdido entre o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- CARUSO, Francisco, OGURI, Vitor. Física moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006 – 2ª reimpressão.
- CAVALCANTI, Marisa Almeida; TAVORALO, Cristiane R.C. Física Moderna Experimental 2ª ed. Barueri, SP. Manole, 2007.
- FEYNMAN, Richard P. Física em seis lições/ Richard P. Feynman; tradução Ivo Korytowski; introdução de Paul Davies. – Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.
- FIGUEIREDO, Anibal. Faces da energia : livro texto. São Paulo. FTD, 2000.
- FIGUEIREDO, Anibal. Luz e cores. São Paulo. FTD, 2000.
- FREIRE, Paulo. A educação na cidade. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1991.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia. 1996.
- GATTI, Bernadete Angelina. *A construção da pesquisa em educação no Brasil*. Brasília: Editora Plano, 2002.
- GILMORE, Robert. Alice no país do quantum: uma alegoria da física quântica. Rio de Janeiro. Jorge Zahar, 1998.

GIL-PÉREZ, Daniel. Formação de professores de ciências: tendências e inovações / Daniel Gil-Pérez, Anna Maria Pessoa de Carvalho; revisão técnica da autora: tradução Sandra Valenzuela. 8. Ed – São Paulo : Cortez, 2006.

NARDI, Roberto. Pesquisas no ensino de Física, 2. Ed – São Paulo. Escrituras Editora, 2001.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico. 1992.

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 – V5 (1)*, pp. 23 – 48, 2000.

OKUNO, Emico. Radiação: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo. HARBRA, 2007.

PAIS, Luis Carlos. Transposição Didática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (Org.). *Educação Matemática: uma (nova) introdução*. 3. ed. (revisada). São Paulo: EDUC, 2008. p. 11-48.

PIMENTA, Selma Garrido. A Didática como mediação na construção da identidade do professor – uma experiência de ensino e pesquisa na licenciatura. In: ANDRÉ, Marli. E. D. A.; OLIVEIRA, Maria Rita N. S. (Org.). *Alternativas no Ensino de Didática*. 9. ed. Campinas: Papyrus, 2008.

REGO, Teresa Cristina. Vygotsky uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ. Vozes, 1995.

São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias./Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2010.

VON BAEYER, Hans Christian. A física e o nosso mundo: como entender fenômenos e mistérios através da física/Hans Baeyer; tradução de Luiz Euclides Trindade Frazão Filho. – Rio de Janeiro. Elsevier, 2004.