

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. 9:1 (2016)

February 2016

Article link:

http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=212&path%5B%5D=pdf_77

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



A inserção de conceitos de física moderna em sala de aula e as dificuldades encontradas por professores

Inclusion of the concepts of modern physics in the classroom and the difficulties encountered by teachers

Amorim, R.¹; Santos, O.; Cruz, A. R.; Santos, F. C.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop

Author for correspondence: rosana25.amorim@gmail.com

Resumo. Neste trabalho buscou-se evidenciar, por meio de uma revisão de literatura, os principais obstáculos que permeiam a introdução da Física Moderna pelos professores. Para isso, se fez necessário uma análise, nos documentos oficiais sobre que orientações eles trazem aos professores quanto à forma de trabalhar os conteúdos que abrangem a Física Moderna e a importância desse estudo para os alunos e, no livro didático de Física a respeito da abordagem desse tema, verificou-se que essa existe, mas, de forma bem básica. No que tange as dificuldades para ensinar Física comprovou-se que essas são as mais variadas possíveis, com ênfase na falta de instrução necessária durante a formação acadêmica para a abordagem em sala de aula e as pesquisas em ensino de Ciências que não contribuem para a prática docente. Para auxiliar os professores são apresentados alguns métodos de ensino com a finalidade de promover uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de Física Moderna.

Palavras-chave: dificuldades, Física Moderna, métodos de ensino.

Abstract. In the study, we aimed to demonstrate through a literature review, the main obstacles that permeate the introduction of Modern Physics by teachers. For this reason, if made necessary a analysis, in official documents on whichs guidelines they bring to teachers on how to work the content covering the Modern Physics and the importance of this study for the students and, in Physics textbook about the approach of this theme, it was found that this exists, but, in a very basic. With respect to the difficulties to teach Physics proved that these are the most varied possible, with emphasis on lack of necessary instruction during their academic training for the approach in the classroom and research into the teaching of Science that do not contribute to the teaching practice. To help teachers are presented some teaching methods with the purpose of promoting learning significantly more of the concepts of Modern Physics.

Keywords: Difficulties, Modern Physics, teaching methods

Introdução

Por muito tempo a Física foi palco de descobertas que mudaram o mundo. As ideias que revolucionaram a Física teve início na Grécia Antiga, principalmente com Aristóteles, séculos depois com as teorias de Newton sobre o movimento dos corpos e, por fim, chegando à Teoria da Relatividade de Einstein. Cada um desses personagens desenvolverem, em suas épocas, teorias que constituíram a base sólida da Física que temos hoje. Mas, muitos outros cientistas que, de

uma forma ou de outra, também contribuíram para o desenvolvimento da Física e que, conseqüentemente tiveram lugar de destaque na história.

Os conceitos da Física, até determinado período, são caracterizados por definições simples e de fácil assimilação, ou seja, seria bem provável que um aluno ao se deparar com esses conceitos, os entenderia com facilidade e compreenderia as suas aplicações. No entanto, não é bem isso que ocorre, pelo fato da Física fazer uso de ferramentas

matemáticas na descrição e quantificação dos fenômenos, tornando esse processo de difícil assimilação. Em se tratando da resolução de problemas da Física, o que se pode considerar é que eles expõem resultados de uma situação que acontece no cotidiano. Por exemplo, a quantidade de calorias consumida em um dia ou a quantidade de força que uma pessoa deve transferir para trocar o sofá de lugar, tudo isso se torna claro, porque mostra um contexto que o próprio aluno pode estar evidenciando, e quando há essa ligação entre o que se aprende na escola e o seu dia a dia tudo se torna mais fácil.

Segundo Valadares e Moreira (1998), é preciso resgatar o interesse dos alunos do Ensino Médio pela Física, pois seu estudo permite a compreensão básica da natureza, além de desenvolver nos alunos uma série de habilidades que podem dar vazão à sua criatividade, proporcionando satisfação pelo estudo da Física.

Além disso, nos últimos anos os avanços científicos e tecnológicos tem despertado nos jovens um novo olhar sobre a área das ciências, e a Física teve várias contribuições nesse sentido. Mas o ensino de Física não tem acompanhado esse desenvolvimento, ao contrário, cada vez mais vem distanciando das necessidades dos alunos quanto ao estudo de conhecimentos científicos mais atuais (Oliveira *et al.*, 2007).

Porém, no início do século XX, o mundo da ciência se depara com uma nova Física, caracterizada por conceitos que precisam de uma análise mais profunda para ser compreendida, sendo assim mais difícil de ser assimilada. Essa nova Física recebeu o nome de Física Moderna e se iniciou com a descoberta do quantum de Planck e com a formulação da Teoria da Relatividade de Einstein. Mas, como introduzir esses conceitos de Física Moderna em sala de aula, de uma forma que os alunos compreendam e assimilam? E como fazer essa relação com o seu dia a dia do aluno?

Segundo Ostermann e Moreira (2001), apesar de existir excelentes trabalhos e que podem ser usados como material didático para o ensino de Física Moderna, muitas vezes, alguns pecam pelo fato serem muito densos e que demandam um conhecimento prévio que, em geral os professores do Ensino Médio e pesquisadores em ensino de outras áreas não possuem.

Sabemos que, o ensino de Física vem passando por um processo de evolução ao longo dos tempos, mas esse ensino tem sido estagnado, principalmente, pelos muitos obstáculos encontrados para efetivar esse ensino, tal como a falta de locais mais apropriados para a realização de aulas práticas. Lembrando que, a aula prática pode ser realizada em locais específicos da escola, mas quando se tem um laboratório equipado para esse tipo de atividade, há uma maior facilidade em preparar materiais didáticos para a visualização, pois o ensino unicamente teórico se torna maçante

e cansativo, principalmente para alunos tão ativos, que não se sentem confortáveis só escrevendo matéria do quadro. Outro fato que interfere na realização de aulas práticas é a redução da carga horária da disciplina de Física, em alguns casos, se resume à uma hora/aula por semana, o que é pouco tempo para passar conteúdo, fazer prova e realizar aula prática, ou se prioriza uma coisa ou outra, porque fazer tudo ao mesmo tempo seria impossível.

Rezende Júnior e Cruz (2009) destacaram que o lento processo e a dificuldade de inserção de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio mostram a presença de obstáculos como, o objetivo com o que se pretende com essa inserção, falta de materiais didáticos e dificuldades enfrentadas na formação de professores.

Com esses obstáculos, o conteúdo de Física Moderna fica muito comprometido, pelo fato de ser o último conteúdo trabalhado e também, por ser encarado como o mais difícil de todos os conteúdos lecionados pelos professores formados na área de Física e, muito mais complicados ainda para aqueles que não são formados, mas lecionam Física, em virtude da ausência de profissionais formados na área.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo principal, realizar uma busca na intenção de encontrar meios ao qual o professor de Física, possa introduzir os conceitos de Física Moderna de uma maneira mais clara e objetiva, o que inclui estudos realizados por pesquisadores e resultados de experiências elaboradas e desenvolvidas em sala de aula. Além disso, procura-se entender as dificuldades e impedimentos que os professores encontram em introduzir os conceitos de Física Moderna, prejudicando a qualidade de ensino oferecida.

O estudo da Física e da Física Moderna segundo os documentos oficiais

Quando se questiona o ensino de Física, o documento base que propõe a forma com que ele deve ser desenvolvido são os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM). Com os PCNEM, o conhecimento da Física passou a ter um novo sentido, construindo uma nova visão da Física com o objetivo de formar um cidadão que possa compreender e participar da realidade a qual está inserido (Brasil, 2002).

Segundo os PCNEM, no novo Ensino Médio,

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos,

presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos (Brasil, 2002, p. 59).

Nesse sentido, o ensino de Física busca colocar o aluno cada vez mais em contato com a compreensão das tecnologias que fazem parte da sua vida, formando um cidadão contemporâneo, por meio de um ensino contextualizado e interação entre as disciplinas. No que tange a Física Moderna, esse processo de aprendizagem deve ser cada vez mais integrado a realidade do aluno, devido as variáveis tecnologias que, recentemente, os alunos têm acesso.

De acordo com os PCNEM, dentre as habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos alunos no ensino de Física está:

Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. “Descobrir o ‘como funciona’ dos aparelhos” (Brasil, 2000b, p. 29) e “Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, [...], estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, [...], na agricultura, ou, [...], na área de comunicações (Brasil, 2002, p. 68)”.

Como visto, o ensino de Física passou por reformulações, antes a preocupação era o que ensinar de Física (Brasil, 2002). Nota-se que a vertente mudou, mas a dificuldade em ensinar Física continua a mesma do que há alguns anos atrás, trata-se de dar uma finalidade para o estudo da Física, o que os alunos as vezes não compreende. Para que ela serve? Aonde eu vou usá-la? São perguntas feitas pelos alunos que, até mesmo o professor, as vezes, não tem resposta.

Visando superar o ensino tradicional os PCNEM (Brasil, 2002) e OCNEM (BRASIL, 2006), trazem os conteúdos de Física na forma de temas estruturadores, dentre os quais o que abrange a Física Moderna é o que diz respeito à Matéria e Radiação, onde as unidades temáticas são “matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática” (Brasil, 2006, p. 57). Segundo as OCNEM a escolha desse tema se deve

[...], pelo fato de ele ter grande potencial para inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio, e por estar fortemente ligado às tecnologias atuais; além disso, por que há pouco material didático que trate dessa temática (Brasil, 2006, p. 57-58).

Para esses temas, as competências que os alunos devem identificar são os tipos de radiações presentes no seu dia a dia e as tecnologias a ela associadas, compreender como se processa a

interação entre a radiação e o meio natural explicando os fenômenos por trás das telas de monitores e radiografias e, avaliar os efeitos da radiação no seu cotidiano (Brasil, 2006).

De acordo com os PCNEM o estudo da Física Moderna se torna importante para o aluno pois:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna são indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como constitui a matéria, de forma que tenha contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores (Brasil, 2002, p. 70).

Os PCNEM ainda enfatizam que se deve compreender a constituição da matéria, como ocorre a interação nuclear do átomo, além de saber identificar e reconhecer os diferentes tipos de radiação e suas principais utilidades, com isso permite ao aluno compreender o mundo microscópico de uma forma mais abrangente.

Dessa forma, os PCNEM e as OCNEM buscam orientar os professores sobre as formas como a Física Moderna pode estar sendo inserida no contexto da sala de aula, trazendo uma interação entre os conhecimentos aprendidos e a realidade do aluno, mostrando que a Física está cada vez mais presente em sua vida, sendo uma forma dele aprender a gostar da Física e saber da sua utilidade no seu dia a dia.

Conceitos vistos de Física Moderna em livro didático de escola pública

Com a perspectiva de visualizar os conceitos de Física Moderna no livro didático do Ensino Médio, fez-se uma análise no livro do aluno *Ser Protagonista Física*, Ensino Médio de Ângelo Stefanovits.

Na concepção de Silva e Martins (2010), “o livro didático como recurso de aprendizagem deve possibilitar ao aluno vislumbrar a ‘beleza’ da Física,..., e o prazer em aprender uma ciência auxiliadora na compreensão do mundo que nos cerca” (p. 256). Com isso, busca-se encontrar no livro didático essas propostas, a Física como algo impressionante e que aproxime os seus conceitos à realidade do aluno, para que ele possa entender a ciência por trás da tecnologia que está a sua volta. A Física Moderna, como responsável pelo desenvolvimento da tecnologia que se faz presente no nosso dia a dia, deve estar presente nos livros didáticos com maior destaque e ser transposta aos alunos de forma clara e objetiva.

Dominguini (2012) realizou uma pesquisa em livros didáticos de Física do PNLEM (Programa

Nacional do Livro Didático do Ensino Médio), na intenção de conhecer as opiniões dos autores no que tange a inserção da Física Moderna no Ensino Médio e os conteúdos abordados em tais obras. Os livros didáticos analisados, com exceção de uma obra, trazem alguma abordagem sobre Física Moderna, seja em capítulos e unidade ou dispersos ao longo do livro, demonstrando que os autores dão pesos diferentes no que se refere à importância desse conteúdo para o aprendizado do aluno, cabendo assim, ao professor a escolha do livro didático que atenda às necessidades do aluno na compreensão do mundo que nos cerca (Dominguini, 2012).

A coleção de livros de Física analisada é composta por três livros abordando os conceitos abaixo:

- Volume I: Unidade 1. Cinemática, Unidade 2. Dinâmica e Unidade 3. Estática.
- Volume II: Unidade 1. Calorimetria, Unidade 2. Termodinâmica, Unidade 3. Oscilações, ondas e acústica e Unidade 4. Óptica.
- Volume III: Unidade 1. Eletricidade, Unidade 2. Eletromagnetismo e Unidade 3. Física moderna.

A unidade 3 do volume III que aborda conceitos de Física Moderna é dividida em 2 capítulos, (capítulo 9 e 10). O capítulo 9 A Física do “muito pequeno” é dividido em 4 módulos: Estrutura da matéria, Física quântica, A Física das partículas elementares e Física nuclear.

No módulo 1 o autor trás: o átomo de Dalton, o átomo de Thomsom, o átomo de Rutherford, as limitações do modelo atômico de Rutherford, as linhas espectrais e o átomo de Bohr.

Módulo II: o trabalho de Planck, o efeito fotoelétrico, a dualidade onda-partícula, o princípio da incerteza, o princípio da correspondência e o modelo contemporâneo do átomo.

Módulo III: tipos de partículas elementares.

Módulo IV: a descoberta da radioatividade, decaimento radioativo, alteração do núcleo atômico, efeito biológico da radiação ionizante, aplicações tecnológicas.

O capítulo 10 A Física do “muito grande” também é dividido em 4 módulos: Medidas astronômicas, Estrelas, Teoria da Relatividade e Modelo padrão do Universo.

Módulo I: medidas astronômicas.

Módulo II: classificação das estrelas, o combustível estelar, as gigantes vermelhas e o destino das estrelas.

Módulo III: contexto histórico-científico, Teoria da relatividade especial de Einstein e Teoria da relatividade geral de Einstein.

Módulo IV: quanto à geometria e à estrutura do Universo, a expansão do Universo e o *big bang*.

Também analisamos o guia didático do Programa Nacional do Livro Didático - PNLD 2015, do Ensino Médio de Física, que são disponibilizados aos professores como ferramenta de escolha do livro didático. Nele observamos que há somente um

momento em que é mencionado sobre o conceito de Física Moderna.

O professor deve ficar atento, pois a opção de se organizarem os temas desses capítulos em A Física do muito pequeno e A Física do muito grande, sem uma seleção de tópicos considerados mais significativos, pode resultarem uma abordagem superficial e de difícil compreensão (Brasil, 2014, p. 97, grifo do autor).

Nesse ponto o PNLD ressalta a importância do conteúdo a ser abordado nas aulas de Física, o livro traz os conteúdos superficialmente e que o professor deve buscar uma alternativa que leve o aluno a aprofundar os conhecimentos, e encontrar uma metodologia de ensino que propõe uma compreensão mais fácil para o aluno, pois o conteúdo de Física Moderna abordado neste livro são de difícil compreensão.

Dificuldades que os professores encontram para programar o ensino de Física

Assim, como qualquer disciplina que faz parte da grade curricular do Ensino Médio, a Física apresenta algumas abordagens que dificultam o aprendizado dos alunos e, faz com que ela não seja vista com bons olhos pelos mesmos. E, o professor enfrenta dificuldades maiores na tentativa de esclarecer os conceitos que fazem parte, principalmente, da história recente da Física. De acordo com Ostermann e Moreira (2001), uma das alternativas para resolver essa questão seria a atualização do currículo no Ensino Médio, ou seja, introduzir temas mais atuais dentro do currículo das escolas. Essa proposta de atualização curricular também é defendida por Brockington e Pietrocola (2005), que atribui à insegurança para mudar o contexto escolar ao sistema de ensino, sendo uma dificuldade na tentativa de inovar o currículo.

Ostermann e Moreira ainda ressaltam que

A abordagem de temas atuais de Física em revistas dirigidas a professores é, sem dúvida uma contribuição importante para a atualização curricular. Mas, além disso, é preciso investir na possibilidade de introduzir alguns desses tópicos no Ensino Médio, verificando resultados de aprendizagens em condições reais de sala de aula (Ostermann e Moreira, 2001. p. 136).

Mas, no que tange as dificuldades enfrentadas por professores de modo geral, é a falta de instrução sobre as práticas pedagógicas. Existe uma separação entre o mundo dos professores nas escolas e o dos pesquisadores, muitos desses professores não buscam a pesquisa para melhorar suas práticas e os pesquisadores só interagem com professores na intenção de gerar dados para suas

pesquisas (Zeichner, 1998 *apud* Rezende e Ostermann, 2005).

Algumas pesquisas realizadas com professores de Física, a saber, Monteiro *et al.* (2009), Rezende e Ostermann (2005) Rezende Júnior e Cruz (2009), Souza (2013) e de revisão bibliográfica, tal como Pena e Ribeiro Filho (2008; 2009), apresentam as dificuldades e obstáculos que os professores encontram, tanto em conceitos atuais como de modo geral, para ensinar Física de uma maneira em que os alunos compreendam.

Um dos fatores que interverem nessa transposição, diz respeito à distância entre a pesquisa e a prática realizada em sala de aula. Mesmo com o sucesso alcançado por alguns grupos de pesquisas junto à professores, vê-se ainda dificuldades em aproximar a pesquisa em Ensino de Ciências e o ensino de Ciências (Pena e Ribeiro Filho, 2008).

Com a intenção de verificar tais dificuldades, Rezende e Ostermann (2005), realizaram uma pesquisa com um grupo de professores de Física para constatarem os principais problemas para programar o seu ensino. Dentre, os quais se destacam os que se referem ao ensino e aprendizagem como, insatisfação com os métodos tradicionais de ensino, insuficiência de livros-textos, dificuldades em usar o laboratório de Física e as tecnologias de informação, em contextualizar o conteúdo, pouco tempo para planejar avaliação de aprendizagem, além do comportamento dos alunos.

Em Monteiro et al. (2009), os professores alegaram que o reduzido período de tempo destinado semanalmente ao estudo de Física, tem impossibilitado a introdução de conteúdo, assim como a falta de experiência em relação a certos assuntos, decorrente do processo de formação que priorizava o formalismo com aulas totalmente expositivas, não oportunizando, aos professores, novas metodologias de ensino que não sejam os métodos tradicionais e um entendimento maior sobre os conceitos da Física.

Marandino (2003) *apud* Pena e Ribeiro Filho (2008), destacam que as práticas realizadas por professores da área ainda é marcada por modelos tradicionais de ensino e aprendizagem, isso se deve a motivos políticos e econômicos da própria educação e problemas na formação dos professores.

A questão da relação entre a Física e Matemática, foi citada por professores em Rezende Jr. e Cruz (2009) como um dos obstáculos em que os professores se deparam no ensino de Física, na qual o uso frequente da Matemática para a resolução de problemas faz com que os alunos se distanciam dos conteúdos da Física. Com isso, a Matemática está sendo usada como uma fuga para o entendimento conceitual pelos alunos.

Pena e Ribeiro Filho (2009), através de uma pesquisa em realizada, apontam as dificuldades

para o uso da experimentação, como metodologia didática, nas aulas de Física. Sendo, a carência em pesquisa sobre o que se aprende por meio de experimentos, o despreparo do professor em trabalhar com essa prática e as condições de trabalho, os principais empecilhos para efetivar essa prática. No que se refere as condições de trabalho, Rezende e Ostermann (2005) abordam que, os professores na qual, a escola possui laboratório de Física, se queixam da falta de preparo em utilizá-lo, e muitas vezes deixam de fazer uso dele, impossibilitando o aluno de ter uma visão mais clara da Física.

Alguns dos principais fatores que delimitam a abordagem de conceitos específicos em Física pelos professores, segundo Cunha (2013), são a falta de material didático para o professor, a carga horária reduzida para a disciplina, o conhecimento matemático ao ensino dos conteúdos, além do despreparo em ao introduzir certos conteúdos. Necessitando assim, de um processo de atualização para sentirem segurança no momento de abordarem tais conteúdos, apesar desses serem amplamente discutidos durante a formação (Cunha, 2013).

Fica evidente que deve haver mudanças no intuito de melhorar o ensino de Física, e essa mudança deve começar nos cursos de graduação em licenciatura, visando preparar melhor os professores para a prática docente, deixando-os com uma expectativa maior quanto aos temas que serão trabalhados em sala de aula. Destacando também a importância da pesquisa no Ensino de Ciências/Física em orientar as práticas pedagógicas. Fomentar essas pesquisas trará ao professor uma nova perspectiva de ensino, deixando para trás as aulas tradicionais, investindo em novos modelos de aprendizagem que priorize a compreensão dos alunos diante de temas que exigem uma maior atenção. A Física não se trata somente de decoração de fórmulas e conceitos, ela deve ser mais que isso, é preciso transpor aos alunos os assuntos de Física de uma maneira que eles gravem na memória e não esqueçam. Por isso, as pesquisas em ensino de Física devem ter como meta o estudo de metodologias que apresentem resultados positivos quanto a aprendizagem dos alunos e que possam ser aproveitados pelos professores em sala de aula.

Metodologias para o ensino de Física Moderna

Com o mundo cada vez mais desenvolvido e atualizado, tem-se a necessidade de levar ao aluno os conceitos de Física de forma clara e que os alunos entendam e, quando se trata de Física Moderna essa necessidade se torna imprescindível, visto que a compreensão permite aos alunos ter uma nova visão sobre a Física, principalmente sobre a tecnologia presente na sua vida. Valadares e Moreira (1998) reconhecem que é de fundamental

importância para o aluno conhecer os fundamentos da tecnologia atual, pois ela está inserida em sua vida e poderá contribuir para o seu futuro profissional. Por isso, eles destacam que introduzir os conceitos de Física Moderna permite fazer uma ligação entre a física ensinada em sala de aula e o físico presente no seu cotidiano.

Uma forma de ensino que possibilita uma investigação dos fenômenos físicos e que pode ser trabalhado até mesmo nas aulas de Física Moderna é a experimentação. Essa seria uma das maneiras mais vantajosas para minimizar as dificuldades para se aprender e ensinar Física de forma mais significativa e consistente (Araújo e Abib, 2003 *apud* Pena e Ribeiro Filho, 2009).

Alguns dos conteúdos de Física Moderna que podem ser trabalhados de forma experimental com materiais que estão ao alcance dos alunos como a Radiação de Corpo Negro e o Efeito Fotoelétrico. Para que se possa investigar esses dois fenômenos é necessário uma breve introdução da Física dos “quantas” que trata do mundo microscópico da Física Moderna.

O grande precursor da Mecânica Quântica foi o célebre físico Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), onde apresentou uma fórmula matemática que descrevesse a radiação emitida por um corpo negro (Souza, 2014).

Partindo das ideias de Planck, Albert Einstein no ano de 1905 explica o comportamento da luz que se propaga feito uma onda eletromagnética composta de pequenos pacotes de energia com certo comprimento de onda e frequência, cita o fenômeno do Efeito Fotoelétrico descoberto por Hertz no ano de 1887 e realizado em laboratório por Lenard no ano de 1902 e por Millikan, de 1906 à 1916 (Eisenberg e Resnick, 1979).

Na explicação de Einstein para o Efeito Fotoelétrico o mesmo propôs que, como a luz é composta de pequenos pacotes de energia, quando incidida em material metálico, cada fóton de energia é absorvido por um elétron do átomo do metal e dessa forma o mesmo desprenderia do átomo após ganhar certa quantidade de energia, mas para ocorrer o efeito fotoelétrico seria necessária uma determinada frequência, pois uma frequência muito baixa não irá desprender os elétrons dos átomos e, como a frequência está ligada ao comprimento de onda da Luz concluiu-se que nem toda luz faz incidir elétrons dos metais, pois é necessário um determinado comprimento de onda limite, denominado como comprimento de onda de corte (Caruso e Oguri, 2007).

Dentre as metodologias de ensino, citada anteriormente, que possibilitam introduzir esses conceitos de Física Moderna está a experimentação. Valadares e Moreira (1998) trazem experimentos que exemplifica a radiação do corpo negro e do laser, que também está inserido nos conceitos de Física Moderna e, aplicações do efeito

fotoelétrico. Sobre a radiação do corpo negro, os autores mostram um experimento que funciona como um aquecedor solar, para isso usa-se uma caixa de madeira com tampa de vidro, seu interior é preto e contém um termômetro, com uma lâmpada incandescente ilumina-se a tampa, com isso a radiação é absorvida ficando aprisionada na caixa.

No efeito fotoelétrico Valadares e Moreira traz a aplicação sobre o princípio de funcionamento do sistema de iluminação pública durante o dia e a noite, do controle automático das portas dos elevadores e das esteiras de supermercado. Quanto ao laser eles exemplificam o funcionamento das fibras óticas, com um tubo de ensaio ou garrafa pet com gotas de água, leite e detergente sendo incidido por um laser, assim como o funcionamento do leitor de código de barras.

Meggiolaro e Betz (2012) abordaram sobre o uso da instrumentação desenvolvido por Cavalcante e Haag (2005) para alunos do curso de graduação, podendo ser utilizado também para o Ensino Médio e de baixo custo, para o estudo da radiação do corpo negro. Os autores também mencionam as animações disponíveis em sites da internet como método para o professor trabalhar em sala de aula que, oferecem recursos necessários para os alunos assimilarem os conceitos de Física Moderna, principalmente sobre o corpo negro, tais como Radiação do Corpo Negro e Luminosidade Estelar, Simulações interativas – PhTE, Mini aplicativo do Corpo Negro e A radiação do corpo negro.

Em uma metodologia diferente das demais Caruso e Freitas (2009) trazem as tirinhas de história de quadrinhos como forma de introduzir o conceito de espaço-tempo de Einstein em sala de aula, sendo uma maneira lúdica e divertida de mostrar a Teoria da Relatividade, sem abordar a parte matemática da teoria que não é bem vista pelos alunos.

Essas são algumas das metodologias que podem ser utilizadas para introduzir Física Moderna no Ensino Médio. Mas, depois que esses métodos forem realizados será necessário indagar aos alunos o que eles entenderam sobre determinado conteúdo através dos métodos desenvolvidos pelo professor, fazendo perguntas sobre os fenômenos físicos observados. Dessa maneira, permitirá que o aluno formule respostas condizentes, com o que foi observado, criando possibilidades que possam estar de acordo com o que foi abordado. E, ao professor cabe explicar a teoria por trás desses conceitos, de forma que as dúvidas dos alunos sejam sanadas, desta maneira a qualidade com que se aprende e ensina se torna muito maior.

Considerações Finais

Ao analisar os documentos oficiais, observa-se que eles trazem uma abordagem sobre o ensino da Física Moderna no Ensino Médio, que

buscam orientar os professores sobre como pode ser trabalhado em sala de aula de maneira em que não haja barreiras para o processo de ensino aprendizagem. Na análise do livro didático também há uma abordagem sobre a Física Moderna, ele traz vários temas de modo bem básico, não adentrando muito nos conceitos.

As dificuldades que os professores encontram em ensinar Física, vem, principalmente, da falta de instrução durante a formação acadêmica, na qual os futuros professores não são bem orientados quanto a métodos de ensino que podem ser desenvolvidos em sala de aula. Outro ponto são quanto as pesquisas em ensino de Ciências, que, não norteiam a prática de ensino nessa área, pois essas pesquisas não contribuem de modo significativo com metodologias de ensino para auxiliarem os professores em sala de aula. Outros empecilhos também são relevantes, como a falta de material didático, dificuldade em usar o laboratório, contextualizar os conteúdos e a mínima carga horária para a disciplina.

Com todos esses fatores, torna-se necessário a busca de metodologias que facilitem o trabalho dos professores quanto ao ensino de Física Moderna, dentre os quais estão a experimentação, programas de animação em sites da internet, aplicações de certos conceitos no cotidiano do aluno, a instrumentação e, até mesmo história em quadrinhos. A busca por tais metodologias se justificam pelo fato de a Física Moderna ser de difícil assimilação, tanto para os professores quanto para os alunos, essas seriam maneiras mais didáticas e práticas de entender os fenômenos que abrangem a área da Física Moderna.

Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

BRASIL, **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: física: ensino médio**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Parte III. Brasília: MEC, 2000b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2014.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e**

suas Tecnologias. Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2014.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volu_me_02_internet.pdf. Acesso em: 18 dez. 2014.

CARUSO, F.; FREITAS, N. Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, p. 355-366, ago. 2009.

CAVALCANTE, M. A.; HAAG, R. Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 343-348, 2005.

DOMINGUINI, L. Física Moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, 2012.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos Núcleos e Partículas**. São Paulo: Elsevier Ltda, 1979.

MARANDINO, M. A prática de ensino das licenciaturas e a pesquisa em ensino de Ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, ago. 2003.

MEGGIOLARO, G. P.; BETZ, M. E. M. Ensino da radiação do corpo negro em sala de aula. In: IX ANPED SUL SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9, 2012. Caxias do Sul. **Anais do IX Anped Sul Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. Caxias do Sul, 2012, p. 1-17.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 3, p. 557-580, 2009.

OGURI, V; CARUSO, F **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos**. São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2006.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de Física na escola de Nível Médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 135-151, ago. 2001.

- PARANHOS, R. R. G.; LOPEZ-RICHARD, V.; PIZANI, P. S. Lâmpada de Hg para experimentos e demonstrações de física moderna: introdução ao efeito fotoelétrico e outros tópicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 2008.
- PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Relação entre a pesquisa em ensino de Física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 424-438, dez. 2008.
- PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicadas em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.
- REZENDE JR, M. F.; CRUZ, F. F. S. Física Moderna e Contemporânea na formação de licenciandos em Física: necessidades, conflitos e perspectivas. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 2, p. 305-321, 2009.
- REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 316-337, dez. 2005.
- SILVA, C. A. S.; MARTINS, M. I. Analogias e metáforas nos livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 255-287, ago. 2010.
- SOUZA, A. P. G. **A Física Moderna e Contemporânea nos cursos de Engenharia e na indústria: concepções de formadores e de engenheiros em atuação**. Florianópolis, 2014, 192 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- SOUZA, J. C. D. **A inserção de temas relacionados à Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio sob a ótica dos professores de escolas públicas e sua abordagem em algumas obras didáticas do PNLD**. Niterói, 2013, 76 p. Monografia (Graduação). Universidade Federal Fluminense, Instituto de Física.
- STEFANOVITS, A. **Ser Protagonista: Física**, 3º ano: Ensino Médio. 2ª edição, São Paulo: Edições SM, 2013.
- VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.
- ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.) **Cartografias do trabalho docente**. Campinas: Mercado de Letras, 1998.