

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO
DE FÍSICA

HERBERT ALEXANDRE JOÃO

**AULAS-OFICINA DE FÍSICA MODERNA INTEGRANDO TIC E
DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL**

São Carlos
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SÃO CARLOS
PROGRAMA NACIONAL EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO
DE FÍSICA

HERBERT ALEXANDRE JOÃO

**AULAS-OFICINA DE FÍSICA MODERNA INTEGRANDO TIC E
DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa
Nacional de Mestrado Profissional em
Ensino de Física, para obtenção do título
de mestre em Ensino de Física

Orientação: Profa. Dra. Ducinei Garcia

São Carlos
2016



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Herbert Alexandre João, realizada em 22/08/2016:

Profa. Dra. Duchnei Garcia
UFSCar

Profa. Dra. Nilva Lúcia Lombardi Sales
UFTM

Prof. Dr. Marlon Caetano Ramos Pessanha
UFSCar

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos que me apoiaram e incentivaram, amigos, colegas de turma, professores da graduação e pós, minha orientadora, familiares, Aparecida, Alcides, Jessica e, especialmente, à minha esposa Jerusha. Dedico também aos professores com quem trabalhei e aos que prestigiaram meus cursos. Por fim, aos meus alunos do ensino médio, das escolas Objetivo de Brodowski e E.E. Prof. Francisco da Cunha Junqueira, onde pratiquei à docência com prazer.

AGRADECIMENTO

Seria difícil enumerar aqui as diversas pessoas e instituições que me apoiaram nesta jornada acadêmica, mas deixo meu muito obrigado a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram para que realizasse esse objetivo de vida.

À professora Dra. Ducinei Garcia por toda confiança e pela chance de compartilhar de momentos produtivos de reflexão sobre a prática docente. Sou muito grato por sua disposição em me orientar e colaboração para que fosse um profissional melhor a cada dia.

Aos professores que colaboraram com minha formação acadêmica, se preocupando em me oferecer o que há de mais atual nas discussões sobre o ensino de física.

À CAPES – Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

EPÍGRAFE

Trechos da “Carta de Paulo Freire aos professores”¹

“Um dos equívocos que cometemos está em dicotomizar ler de escrever, desde o começo da experiência em que as crianças ensaiam seus primeiros passos na prática da leitura e da escrita, tomando esses processos como algo desligado do processo geral de conhecer. Essa dicotomia entre ler e escrever nos acompanha sempre, como estudantes e professores. “Tenho uma dificuldade enorme de fazer minha dissertação. Não sei escrever”, é a afirmação comum que se ouve nos cursos de pós-graduação de que tenho participado. No fundo, isso lamentavelmente revela o quanto nos achamos longe de uma compreensão crítica do que é estudar e do que é ensinar”.

(...)

“Se estudar, para nós, não fosse quase sempre um fardo, se ler não fosse uma obrigação amarga a cumprir, se, pelo contrário, estudar e ler fossem fontes de alegria e de prazer, de que resulta também o indispensável conhecimento com que nos movemos melhor no mundo, teríamos índices melhor reveladores da qualidade de nossa educação. Este é um esforço que deve começar na pré-escola, intensificar-se no período da alfabetização e continuar sem jamais parar”.

(...)

“Pensando na relação de intimidade entre pensar, ler e escrever e na necessidade que temos de viver intensamente essa relação, sugeriria a quem pretenda rigorosamente experimentá-la que, pelo menos, três vezes por semana, se entregasse à tarefa de escrever algo. Uma nota sobre uma leitura, um comentário em torno de um acontecimento de que tomou conhecimento pela imprensa, pela televisão, não importa. Uma carta para destinatário inexistente. É interessante datar os pequenos textos e guardá-los e dois ou três meses depois submetê-los a uma avaliação crítica”.

“Ninguém escreve se não escrever, assim como ninguém nada se não nadar”.

¹ Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v15n42/v15n42a13.pdf>

RESUMO

O presente trabalho objetivou a produção e disponibilização de material instrucional aos professores do Ensino Médio (EM) de física, focando-se a metodologia de oficinas como alternativa viável às aulas de física. Propõe-se a instrumentalização do professor com ferramentas de inovação e de contextualização para o processo ensino-aprendizagem de física, baseada no uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e das práticas experimentais. Como produto foram elaborados roteiros detalhados para a implementação da metodologia e oferta das oficinas em salas de aulas sobre tópicos de Física Moderna (FM). A partir da literatura de referência observou-se que as oficinas, quando trabalhadas com os próprios professores, possibilitariam a superação de déficits na formação inicial, inclusive no que diz respeito ao uso da experimentação, da tecnologia, de metodologias inovadoras e, de conceitos em FM. Estudos tem demonstrado a necessidade real de se auxiliar os professores na busca por novas alternativas para inserção da física e do seu ensino na realidade social e tecnológica de seus alunos; assim como, a efetividade do material instrucional em suprir, mesmo que timidamente, algumas lacunas com relação à prática pedagógica e ao ensino de determinados conteúdos desafiadores, numa perspectiva contextualizadora e motivadora.

Palavras-chave: Ensino de Física; Física Moderna; Demonstração Experimental; TIC; Atividade Prática.

ABSTRACT

The present work intends to produce and provide instructional material to high school teachers of physics, focusing on workshop methodology as a viable alternative to physics classes. It is proposed to equip teachers with innovative tools and context for the process of teaching-learning physics, based on the use of Information and Communication Technologies (ICT) and experimental practices. Detailed scripts were developed for the implementation of the methodology and offer of workshops in classrooms about Modern Physics (MP). From the literature it was observed that the workshops when developed with its own teachers, would make it possible to overcome deficits in their initial formation, including those regarding to the use of experimentation, technology, innovative methodologies and concepts of MP. Studies have demonstrated the real need to help teachers in the search for new alternatives for insertion of physics and its teaching in the social and technological reality of its students; As well as the effectiveness of instructional material in overcoming, even if timidly, some shortcomings with regard to pedagogical practice and the teaching of certain challenging content, in a contextualizing and motivating perspective.

Keywords: Physics Education; Modern Physics; Experimental Demonstration; ICT, Workshop Activities.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	
1.1.	Motivações para este trabalho.....	11
1.2.	Justificativa do presente trabalho e seus objetivos: um olhar nos documentos oficiais.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	
2.1.	Os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea: tema estruturador para o Ensino médio e sua relevância na Formação de Professores.....	17
2.2.	Algumas temáticas de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio.....	25
2.3.	Oficinas como Metodologia de Ensino.....	35
2.3.1.	Caminhos para Organização de uma Oficina.....	38
2.3.2.	Estratégias pedagógicas das Oficinas	40
2.3.3.	As relações pedagógicas: o educador e o educando.....	41
2.3.4.	As técnicas e procedimentos essenciais para o funcionamento da oficina.....	42
2.4.	A interação social de Vygotsky: sua contribuição para efetivação do processo ensino-aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea.....	47
2.5.	As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Física.....	52
2.6.	As atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes abordagens.....	56
2.6.1.	Mas como escolher e planejar uma atividade de cunho experimental?	59
2.7.	Integrando Oficina, TIC e atividades experimentais.....	62
3	CAMINHOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL	
3.1.	Planejando o processo ensino-aprendizagem numa perspectiva de inovação.....	65
3.1.1.	Descrevendo o produto educacional.....	66
3.1.1.1.	Planos de aula – articulando a metodologia de oficinas, as atividades experimentais e TIC.....	67
4	RELATO DE EXPERIÊNCIA: O APRENDIZADO NO PROCESSO	
4.1.	Experiência na formação de professores utilizando a metodologia de oficinas associadas às TIC e a demonstração experimental para o ensino de FMC.....	73
4.2.	Observações sobre as lacunas para o ensino de FMC e o uso das TIC: aprendendo com a prática.....	83
5	COMENTÁRIOS FINAIS	88
	REFERÊNCIAS	90
	APÊNDICE A – Questionários aplicado aos professores em formação.....	97
	APÊNDICE B – Produto Educacional.....	101

1 INTRODUÇÃO

1.1. Motivações para este trabalho

Este item do trabalho é apresentado em primeira pessoa, mais para ter um tom de bate-papo do que uma apresentação formal de uma dissertação de mestrado. Espero que isso aproxime o leitor de minhas experiências e sirva como um quadro que retrate parte de minha história pessoal ligada à física e ao ensino.

Desde pequeno sempre observei as diversas dificuldades apresentadas pelos colegas de escola em relação à aprendizagem das exatas. Pelo gosto e por incentivo familiar acabei me interessando muito por ciências, em especial pela prática de experimentos. Cresci sempre vivenciando as ciências de forma contextualizada, admirando programas de ciências (TV Cultura). Acho que, inclusive por isso, escolhi como vocação profissional o ensino, logo que ingressei no ensino médio.

Minhas grandes alegrias eram as Olimpíadas de Física e Matemática que me propiciaram, em decorrência do meu bom desempenho, os primeiros contatos com a Universidade Pública.

Para a graduação fui impulsionado, primeiramente, para o curso de matemática, mas acabei cursando Licenciatura em Ciências Exatas, por perceber que possuía como foco principal o ensino, a interdisciplinaridade. Neste, tive contato com professores que apresentavam, mesmo que teoricamente, metodologias inovadoras. Sem dúvida nenhuma foi o melhor curso que poderia ter feito.

Tive diversas experiências profissionais que me ensinaram muito. Em 2003 ingressei no setor de física do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC), local responsável por toda minha trajetória profissional. Como o CDCC recebe alunos de escolas públicas e privadas para atividades de cunho experimental, além de cursos e oficinas, tive a oportunidade de ministrar aulas, lidar com indisciplina, elaborar projetos de ensino, planos de aula, além de ter contato com projetos como o “Mão na Massa”, originalmente, “La main à la pâte”, que me ajudou muito na escolha de uma perspectiva teórica preponderante no meu pensamento de ensino, o construtivismo. Já no terceiro ano de graduação comecei a lecionar em algumas escolas do ensino básico, o que me permitiu maior contato com a realidade escolar. Assumo que essa fase foi fundamental para minha evolução profissional. Durante os dois últimos anos de minha formação consegui muitas vitórias, ao atuar como tutor de um grupo

de alunos em projetos olímpicos, com demonstrações práticas que poderiam contribuir muito no conhecimento da física e culminaram na premiação do grupo com uma viagem à Eslováquia.

Hoje, mais do que nunca, tenho certeza de que a escolha de minha profissão foi correta. Busco o que muitos dos meus professores não conseguiram, quando eu observava os colegas de escola, incentivar o aluno, mostrar a importância de aprender ciências de forma contextualizada, com o uso de experimentos, demonstrações interativas e mesmo que muitas vezes sejam apenas lúdicas.

Após sete anos como professor do ensino básico, assumi o cargo de Educador no curso de licenciatura em Ciências Exatas do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, onde me formei.

Atualmente, trabalho com formação inicial e continuada de professores e me deparo com as mesmas dificuldades que via enquanto aluno. Durante a graduação os licenciandos não são formados para um ensino contextualizado e com práticas inovadoras. Isso porque a própria Universidade mantém um ensino tradicional, servindo de exemplo para esses novos professores. Há ainda uma enorme resistência, por parte dos docentes, no uso das tecnologias, da experimentação e de metodologias que tirem o foco do professor, onde o aluno se torne ativo no processo de aprendizagem.

Já na formação continuada, pude observar através de diversos cursos e palestras ministradas em Diretorias de Ensino para professores ou coordenadores da área de exatas pertencentes ao quadro da Secretária de Educação do Estado de São Paulo, uma imensa dificuldade dos mesmos em trabalhar Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Acredito que aqui consegui demonstrar as razões pelas quais fui motivado a tratar nessa dissertação sobre o uso de metodologias inovadoras associadas às tecnologias e à demonstração experimental para o ensino de física, com o propósito de pensar sobre a inovação curricular, onde andam juntas a inovação de conteúdos e a inovação metodológica. Abordar a FM nos moldes de um ensino tradicional faz com que este conteúdo não seja compartilhado adequadamente para o aluno de ensino médio e não ajuda o professor nesta tarefa.

1.2. Justificativa do presente trabalho e seus objetivos: um olhar nos documentos oficiais.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000) para o ensino de física indicam uma série de competências e habilidades essenciais e que precisam ser alcançadas. O documento apresenta e divide essas competências e habilidades em

três categorias: (i) representação e comunicação, (ii) investigação e compreensão e (iii) contextualização sociocultural. Dessa forma, a proposta é que a primeira categoria leve os alunos a desenvolver sua capacidade de comunicação; à segunda categoria o aluno deve desenvolver a capacidade de interrogar sobre processos naturais e tecnológicos, descobrindo as regularidades, apontando explicações e predizendo evoluções, aprimorando seu raciocínio e seu aprendizado. Com relação à terceira categoria, os alunos precisam assimilar e empregar a ciência, como meio para interpretar e intervir, além de utilizar a tecnologia enquanto conhecimento sistematizado na prática.

O PCNEM (BRASIL, 2000), como complementação às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio – DCNEM (BRASIL, 1998), sugerem um enfoque integrador das disciplinas de maneira que se reconheça as relações existentes entre áreas correlatas e as das diversas áreas. Além disso, dispõe sobre os objetivos específicos de cada área do conhecimento agrupados em volta de competências mais abrangentes.

Percebemos, então, que a física no Ensino Médio (EM) precisa garantir que o aluno desenvolva a capacidade de investigação resgatando a alma questionadora, o anseio para aprender sobre o lugar onde vive, enquanto ciência que possibilita indagar sobre os mistérios do mundo, entendendo a natureza da matéria em sua dimensão macro e microscópica. Desta forma, entendemos que no EM o ensino de física pode permitir o desenvolvimento de uma cultura científica, oportunizando aos sujeitos interpretar os fenômenos naturais que se transformam a todo o momento.

Nesta mesma perspectiva, o Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008) recomenda ao professor que aceite a expansão dos objetivos educacionais para que a aprendizagem se torne efetiva. O documento afirma que é possível estabelecer esse tipo de aprendizagem de três formas: entendendo-a como construção histórica e não somente como processo conceitual e formal, ampliando, assim, a importância e o significado dos conteúdos ministrados em sala de aula; realizando conexões entre a física e as necessidades e os desafios da sociedade moderna, despertando o interesse e motivando os alunos; ensinando os fenômenos físicos através de desafios, com o intuito de estimular a imaginação, na perspectiva de que o aluno sinta prazer pela Ciência. Assim, percebemos que se o aluno conseguir empregar seus conhecimentos físicos e tecnológicos terá condições de compreender o mundo que o cerca e o lugar onde se insere nesta sociedade, o que contribuirá para o exercício de sua cidadania.

No entanto, aquilo que se observa nas salas de aula – e isso pode ser atestado pela vivência do próprio autor deste trabalho - é que o ensino de física tem sido realizado de maneira desarticulada, com enfoque em fórmulas matemáticas e exercícios repetitivos, na memorização

e na resolução mecânica. Esse modo de ensinar tem se distanciado da realidade dos alunos, porque não é contextualizada, perdendo seu sentido. Notamos que a física, normalmente, é explicada a partir de teorias e abstrações, desviando-se dos modelos concretos alicerçados na experimentação real e que pode demonstrar de modo mais próximo dos alunos aquilo que é abstrato.

A partir do exposto, sabemos que existem inúmeras causas para o atual contexto do ensino de física, no entanto, o ponto que nos chama a atenção para a proposta deste trabalho é a própria deficiência na formação inicial de professores, inclusive no que diz respeito ao uso da experimentação, das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), de metodologias inovadoras e, eventualmente, de tópicos conceituais. Nesse quesito, alguns conceitos atualmente presentes no ensino não fizeram parte da educação básica na qual os atuais professores foram formados e na educação superior podem ter sido apresentados de maneira descontextualizada e sem suporte à transposição didática. Além disso, muitos estudos têm demonstrado que os professores não recebem durante a licenciatura a preparação necessária para assumir as novas atribuições que lhes são conferidas. Seguem nesta perspectiva estudos como de Contreras (2002), Zeichener (1993), Pimenta (2002), Libâneo (2003) etc. Estes autores argumentam ser fundamental a implantação de mudanças na formação de professores dado os desafios de uma escola em transformação constante.

A partir de nossa experiência com formação de professores de física e pelo que se vem observando através desses referenciais e de outros voltados ao ensino de física nos últimos anos, como Borges (2006), Ribeiro (2007) sentimos a necessidade de propor um material instrucional que auxilie a prática pedagógica de professores de física e que, conseqüentemente, auxilie de modo positivo a aprendizagem desta disciplina.

De acordo com o apresentado acima, o intuito neste trabalho seria o de auxiliar professores a buscarem novas alternativas para aproximar a Física Moderna (FM) de seus alunos suprindo, mesmo que timidamente, algumas lacunas com relação à prática pedagógica e quanto ao ensino de determinados conteúdos. Assim, partimos de uma argumentação na perspectiva de um ensino de FM contextualizado. Sabemos que a formação de professores deve ser um *continuum*, na troca com seus pares, mas também de maneira autônoma, em sua reflexão sobre a própria prática, através da qual passa a conhecer suas limitações, buscando eliminá-las. Assim, o produto educacional proposto neste trabalho pensou não apenas em oferecer um material para o professor aplicar em sala de aula, mas algo que suprisse necessidades de formação quanto a conteúdo e metodologias de ensino. Sempre na perspectiva de uma formação

individual, a partir de material auto instrucional, quanto coletiva, através do compartilhamento de experiências com outros professores.

A partir da breve apresentação do foco deste trabalho, objetivamos:

a) Objetivo geral

- ✓ Elaborar propostas de aulas sobre tópicos de FM, baseadas na metodologia de oficinas associadas às TIC e atividades experimentais.

b) Objetivos específicos

- ✓ Propor a metodologia de oficinas como alternativa viável às aulas de física;
- ✓ Indicar referencial teórico adequado sobre os conteúdos abordados nas propostas de aula;
- ✓ Instrumentalizar o professor no uso das tecnologias e da experimentação como ferramentas de inovação no processo ensino-aprendizagem contextualizando o ensino de física, especialmente, para a FM;
- ✓ Favorecer a interação social com o uso das tecnologias e experimentação proporcionando aos alunos uma aprendizagem autônoma e colaborativa nas aulas de física.
- ✓ Oferecer um ambiente de formação coletiva a partir de uma comunidade de aprendizagem profissional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea: tema estruturador para o Ensino médio e sua relevância na Formação de Professores

Ostermann e Moreira (2001) afirmam que a Física Moderna surge a partir das descobertas dos raios-x e da radioatividade e a Física Contemporânea em meados de 1940 com o desenvolvimento dos aceleradores de partículas. Essas duas áreas proporcionaram uma nova visão sobre o mundo e que até o momento era explicada por princípios da Mecânica Clássica. Os fenômenos começaram a serem explicados por meios diferentes daqueles baseados na experiência e em seu rigor metodológico. O mundo passa a ser explicado por suas probabilidades e possibilidades e não de forma determinística. A Física Moderna e Contemporânea surge como um novo paradigma na Ciência e de acordo com Oliveira (2009) a apunhalada na Mecânica Clássica nasce em dois trabalhos importantíssimos: a Teoria da Distribuição de Energia do Espectro Normal em 1900, por Max Planck e a Teoria da Relatividade em 1905, por Einstein. As leis determinísticas da mecânica de Newton deram lugar a Mecânica Quântica e as leis probabilísticas e a relatividade.

Monteiro (2013) afirma que é possível notar o aumento crescente da influência dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea já que auxiliam os sujeitos a compreender o mundo atual e a se posicionarem de modo consciente, participativo e crítico perante a vida real, o que demonstra a importância dessa área do conhecimento na vida dos cidadãos.

Nesta perspectiva, é que mudanças começaram a ocorrer, a partir da década de 90, e que deram novos rumos a educação no país, reorganizando o Ensino Médio, a partir da estruturação da LDB (BRASIL, 1996), as DCNEM (BRASIL, 1998), os PCNEM (BRASIL, 2000), os PCN+ Ensino Médio (BRASIL, 2002), com suas orientações complementares e, também, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006). Atualmente, conforme indicado pela LDB em 1996, discute-se o documento final denominado Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2014) que, futuramente, deve orientar a elaboração de currículos para educação básica. Vale ressaltar que, mesmo em sua fase preliminar, ele aponta na mesma direção dos documentos já citados e indica a relevância da atualização curricular no ensino de Ciências da Natureza.

Segundo os pressupostos da LDB (BRASIL, 1996), em seu art. 35, é fundamental que o aluno em cada disciplina do Ensino Médio compreenda as bases científicas e tecnológicas envolvidas nos meios de produção, fazendo inter-relações entre a teoria e a vida cotidiana. A

Lei ainda trata, em seu art. 36, sobre os conteúdos, estabelecendo a importância de contextualizá-los a partir dos princípios científicos e tecnológicos que regulam os meios de produção da atualidade.

Nos PCN + (BRASIL, 2002) é preconizado que a estruturação de cada disciplina precisa apresentar suas dimensões tecnológicas. A Tecnologia enquanto um conhecimento a ser ensinado requer agilidade na atualização de conteúdos, já que as aplicações práticas têm demonstrado um ritmo de modificação maior que o da produção científica. Ou seja, a Lei e os Parâmetros demonstram, claramente, a necessidade de formação científica e tecnológicas dos alunos na educação básica, não podendo o currículo permanecer estagnado, dado que as ciências estão em permanente desenvolvimento.

Quando tratamos da física, os parâmetros apresentam a mesma perspectiva dos demais documentos. Recomendam que a seleção dos temas a serem trabalhados com os alunos devem levar em conta uma abordagem da física que não a trate como um objeto em si mesmo, mas que leve o aluno a compreender o mundo que o cerca e o auxilie em decisões de seu cotidiano.

Nos PCN+ essa abordagem pode ser exemplificada através do seguinte parágrafo:

“Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma física que explique a queda dos corpos, o movimento da Lua ou das estrelas no céu, o arco-íris, e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma física que explique os gastos da conta de energia ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes formas de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma física que explique a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios que permitem generalizar todas essas compreensões”. (BRASIL, 2002, p. 23)

Os parâmetros delimitam que os conhecimentos físicos aprendidos pelo aluno são essenciais, na contemporaneidade, para sua formação científica cidadã. Desta forma, é necessário que a física dialogue com outras áreas do conhecimento, de modo interdisciplinar, para que seja repleta de significado no cotidiano dos alunos. Zanetic (2005) segue nesta mesma linha quando afirma que ao se tratar o ensino de física articulando a outras áreas do conhecimento, favorecendo uma educação problematizadora e relacionada a temas sociais ainda mais amplos. Os próprios parâmetros deixam claro que algumas questões relacionadas a Física Moderna são imprescindíveis na formação do aluno, ajudando-o a entender as tecnologias atuais, ou seja, para compreender a sociedade na qual está inserido.

Desta forma, é fundamental a construção de certas habilidades e competências no ensino de física, dando significado aquilo que é aprendido. Isso, inclusive, é colocado nos PCN+ quando afirmam que o professor deve se perguntar “para que ensinar física” e não “o que”, demonstrando a preocupação na formação cidadã.

A partir desse breve panorama observamos que é imperativa a necessidade de atualização constante do currículo de física no ensino médio, não apenas porque a Lei preconiza, mas pela importância de formar os jovens para uma sociedade altamente tecnológica.

Gil Pérez, Senet e Solbes (1987) articulavam a ideia de que trabalhando a FMC na educação básica seria possível colaborar na perspectiva de levar os alunos a desenvolverem um olhar para a física vinculado ao real caráter do trabalho científico, inclusive para permitir a superação da compreensão de que seu desenvolvimento é linear e obtido através de saberes acumulados. Outros autores entram na defesa pelo ensino de FMC no Ensino Médio: Valadares e Moreira (1998) afirmam que a falta de embasamento sobre esses conteúdos pode gerar enormes obstáculos para levar os alunos a se interessarem por questões relacionadas ao seu cotidiano. Nessa perspectiva, os PCN+ e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, podem subsidiar as escolas e professores a repensar o Ensino Médio, mesmo que estes não sejam documentos obrigatórios (RICARDO, 2002). O autor afirma que as DCNEM refletem os pressupostos basilares da LDB/96, inclusive, porque apresentam linguagem técnico-educacional, mais próximo dos professores, tornando-o documento imperativo e necessário de ser explorado adequadamente.

Para Moreira (2000), as DCNEM e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (EM) trazem avanços para o ensino de física no país. Acredita que esses documentos têm uma perspectiva de transformação profunda, onde a Física Moderna é trabalhada ao longo de todo o EM, na inter-relação com outras áreas do conhecimento e não, basicamente, como um assunto a ser trabalhado no fim desse ciclo de ensino. A abordagem do ensino de física, desta forma, está voltada a formação cidadã, numa perspectiva da vida real, aproximando a prática da teoria.

O texto do PCN+ (BRASIL, 2002) traz seis temas estruturadores para estabelecer de modo mais abrangente do tópico de Física Moderna “Matéria e radiação”, cujas Unidades Temáticas são: “1. Matéria e suas propriedades 2. Radiações e suas interações 3. Energia nuclear e radioatividade 4. Eletrônica e informática”.

Para Pinto e Zanetic (1999) é preciso transformar o ensino de Física ofertado nas escolas, para um ensino que contemple o desenvolvimento da FM, já que este conteúdo é capaz de explicar fenômenos que a física clássica não consegue, uma Física que atualmente é

responsável pelo acolhimento de novas demandas que surgem a cada dia. Um dos motivos dessa busca aparenta ser a visão de que esses conteúdos permitiriam ao aluno realizar uma leitura do mundo em que vive hoje, dando significado aquilo que é estudado e onde a Ciência se apresenta como construção de seres humanos, sendo falível e inacabada. Assim, é fundamental que, ao se trabalhar FMC com os alunos, o professor apresentar o processo histórico dinâmico e não linear de construção desse conhecimento, no qual inúmeros esforços, erros e sucessos foram necessários para que se atingisse o grau de conhecimento atual. Para Pena (2007, p. 517) o PCNEM deixa claro que:

“(...) o conhecimento histórico incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea, tal como a necessidade que o conhecimento físico seja explicado como o processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas.”

Outro ponto relevante com relação ao ensino de FMC, apresentado por Cavalcante e Tavolaro (2001) dizem que para ensinar esta temática o professor pode partir, inicialmente, da concepção espontânea de cada aluno e, através de cada manifestação, provocar uma discussão sobre a questão em foco.

Percebemos, dessa forma, a importância desse conteúdo na formação de alunos de EM. Siqueira, Pietrocola e Lawall (2009) afirma que, no entanto, para que se aborde os conteúdos de FMC é necessário que os professores estejam preparados adequadamente, tanto a partir da formação inicial, quanto continuada. Com relação a isto, o autor esclarece que algumas pesquisas indicam a necessidade de uma formação adequada do professor em dois quesitos principais: no conteúdo específico de FMC e com relação a prática didático- pedagógica geral.

De acordo com Souza e Lawall (2011), existem diversos estudos no Brasil que afirmam o quanto se faz necessário o processo de inovação e atualização do currículo de física, apontando, inclusive, os elementos que se tornam obstáculos para inserir a FMC nas aulas do EM. Entre eles estariam a escassez de materiais apropriados referentes a esses conteúdos, a presença de um formalismo matemático intrínseco as teorias e a formação inapropriada dos professores. Para as autoras, cabe destacar a formação dos professores, já que o professor possui papel determinante no âmbito da inovação curricular.

Segundo Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009), tão importante quanto inovar no currículo, é apresentar o que realmente é a ciência e seus processos de trabalho, seus desafios e implicações sociais. Neste sentido diversas investigações apontam que a FMC pode contribuir para uma visão mais coerente do trabalho científico (GIL PÉREZ, SENET E SOLBES, 1987).

Por outro lado, Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) indicam que professores apresentam diversas dificuldades na inserção destes tópicos em aulas, pois sua formação, muitas vezes, é pautada em um formalismo matemático e não contempla uma transposição adequada à educação básica, acreditando que essa transposição caberia a pesquisadores da área de educação. Desta forma, os professores não vislumbram a possibilidade de se tornarem, também, responsáveis pela inserção destes tópicos de maneira adequada no ensino médio. É neste sentido que, para Siqueira, Pietrocola e Lawall (2009), as inovações no currículo podem esbarrar no professor, tanto por deficiências em sua formação, quanto por princípios enraizados. Por essa razão, quando se trata da formação de professores, para o autor, é fundamental que se leve em consideração as atitudes, ideias e comportamentos desses profissionais.

Pelo exposto acima, é importante que, ao tratarmos de formação continuada de professores, possamos oferecer subsídios para o aprofundamento dos conteúdos de FMC transpostos de forma a permitir que professores formados há muitos anos ou dentro de um formalismo matemático complexo consigam compreender esses conteúdos de forma viável para aplicá-los no EM. Isso em uma perspectiva de interlocução entre conteúdo inovador e práticas inovadoras.

Sabemos que grande parte dos professores que ministram física no Brasil não é da área. De fato, apenas 25,2% dos professores são licenciados em Física¹, o que dificulta ainda mais a introdução dos conteúdos de FMC, pois afinal uma boa parcela dos professores não teve nenhum contato com a temática. É por essa razão que temos observado, a partir de nossa experiência em formação de professores, que o tema é muito solicitado em cursos de formação continuada. No entanto, pesquisas têm indicado um processo de inércia na busca por novas práticas pedagógicas e na renovação do currículo da educação básica, inclusive, no EM. Essa postura do sistema de ensino tem deixado nossos alunos marginalizados no que diz respeito à formação científica e tecnológica, fazendo com que estejam aquém do que se espera para o exercício da cidadania em uma sociedade moderna (MACHADO; NARDI, 2007). Tal inércia para propiciar transformações no sistema educativo faz com que o processo ensino-aprendizagem aplicado hoje nas escolas da educação básica não seja compatível com a ciência atual e suas perspectivas e nem com as orientações oficiais.

Um sério agravante da falta de movimentação e que dificulta a mudança é que, além de não formarmos nossos alunos para exercer sua cidadania plena, não estamos formando, inclusive, os novos cientistas de amanhã. Para Mortimer e Santos (2009), o cientista

¹ Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>. Acesso em 20 de maio de 2015.

contemporâneo precisa refletir e dialogar com diversas áreas do conhecimento, a fim de resolver problemas de nossa sociedade a partir de uma análise multidisciplinar.

Essa realidade pode ser entendida se refletirmos sobre as trilhas percorridas pela escola até os dias atuais. Durante os anos 50 a 70, as escolas públicas de ensino regular médio buscavam dar subsídios a seus alunos para entrarem nas universidades. Nessa época, os alunos eram em maioria formados pela elite econômica do país ou a classe média que ascendia (MENEZES, 2000). Como o ensino médio começou a receber mais e mais alunos com o passar das décadas, segundo o autor, tentou-se suprir a demanda formando mais professores de Física, o que, segundo Borges (2006), foi um equívoco, já que o ideal seria formar melhores professores e não apenas aumentar o número de licenciados. Ou seja, teria sido primordial a formação de professores com qualidade para, depois, aumentar a quantidade de professores no mercado. Sobre essa questão a universidade precisa repensar qual professor deseja formar e quais necessidades são inerentes à nossa sociedade hoje. Será que nossos licenciados estão preparados para o alunado que existe atualmente?

O que se tem observado, afirmam Cortela e Nardi (2004), é que as mudanças nas estruturas curriculares empregadas pelas universidades ainda não são suficientes à formação necessária para o professor que atuará nas salas de aula nos dias de hoje. O que deve ficar claro é a importância de uma formação que articule não apenas os aspectos pedagógicos da formação, mas também os aspectos histórico-filosóficos e conceituais, para que o professor esteja ciente das implicações sociais daquilo que ensina. Nesse sentido, há uma forte discussão e tendência para garantir mudanças no ensino de Física realizado nas escolas do país. Isso porque se tem dado a devida importância de trazer para a sala de aula temáticas mais atuais e que se relacionem com o dia a dia dos alunos, ou seja, contextualizando a Física e aproximando-a do cotidiano, ponto que pode ser observado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais.

Segundo Terrazan (1994), para que o ensino de Física seja eficiente é fundamental que no ensino médio o aluno desenvolva a capacidade de refletir e interpretar o que está ao seu redor. A abordagem dos conteúdos físicos deveria levar em consideração a vida dos alunos, aproximando conceitos muitas vezes abstratos. O cotidiano passaria a estabelecer critérios para definição do conteúdo a ser trabalhado nas aulas de Física. Mas, não apenas o currículo ou os conteúdos devem ser repensados. Segundo o autor, é necessário rever a prática pedagógica para garantir ao aluno o desenvolvimento de suas potencialidades, inteligência e personalidade, a fim de que tenham condições de propor soluções para os problemas trabalhados, indo além da mera reprodução de fórmulas e esquemas já existentes. Quando o professor domina os

conteúdos a serem abordados e consegue, através de práticas inovadoras, aproximá-los do cotidiano dos alunos potencializa-se uma aprendizagem efetiva.

Mizukami *et al.* (2003) afirmam que as propostas para formação de professores precisam seguir certos fundamentos, dos quais se podem destacar: os professores tidos como sujeitos e não indivíduos sendo beneficiados; o formar deve ser diferente de treinar ou capacitar; oferecer uma formação integradora, levando os professores a alcançar aquilo que desejam de seus alunos, ou seja, que aprendam a pensar, refletir de modo crítico sobre os conteúdos, e a detectar e solucionar problemas, desenvolvendo sua capacidade investigativa e de aprendizagem autônoma.

Ou seja, para alicerçar de modo adequado e sugerir uma formação docente focada na inovação é basal conhecer os saberes docentes envolvidos na prática pedagógica. Segundo Tardiff (2002) esses dois aspectos estão inerentemente associados, já que na prática docente, enquanto uma atividade particularizada, mobiliza saberes edificados e renovados pelo professor através de uma atuação dinâmica no ato de ensinar.

Assim, a formação continuada de professores e o processo de inovação na prática pedagógica pode ser entendida como ação complexa. Como afirma Imbernón (2000), a profissionalização dos professores, deve qualificá-lo para atuar de maneira efetiva e com qualidade nos mais diversos contextos sociais, culturais e econômicos, nos quais estão envoltos em mudanças constantes e onde o processo de inovação é fundamental, tendo no exercício da inovação um de seus elementos impulsionadores. O autor trata a inovação embasada numa ação coletiva onde todos se comprometem com o seu processo de arquitetar, aprimorar e avaliar, corrigindo desvios e disseminando os acertos. Uma inovação cujo processo resulte na produção de conhecimento, ou seja, de saberes pedagógicos.

Contudo, a formação também tem que dar conta de um novo perfil de aluno. Fourez (2003) destaca um ponto muito importante, o fato dos alunos de hoje não aceitarem mais se envolver com o processo de aprendizagem através da imposição. Precisam ser convencidos da importância e necessidade de determinado conhecimento, não apenas para eles, mas para a sociedade. O aluno do ensino médio, também, passou por mudanças e precisa perceber como se dá sua participação neste mundo em constante transformação e o papel de sua educação neste processo.

Neste sentido, a FMC traz grandes contribuições, pois auxilia o aluno a atuar de forma efetiva neste mundo. Segundo Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) há um consenso internacional quanto a necessidade de inclusão desses conteúdos nas escolas de nível médio. Inclusive acabou

se tornando objeto de pesquisa de muitos autores, a partir da década de 90, tais como: Terrazzan (1994), Pereira e Ostermann (2009), e Valadares (2001).

Para Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009), diversas são as razões para a introdução de FMC no currículo da educação média, das quais afirmam que esses conteúdos: permitem a aproximação do aluno com a sua história; preservam o aluno dos obscurantismos pós-modernos; localizam corretamente o ser humano na linha do tempo e seu espaço na natureza; e levam o aluno a compreender sobre as diversas e manifestas implicações tecnológicas da FMC. No entanto, para que a FMC ser introduzida no “nível médio da Educação Básica, é imprescindível se discutir, urgentemente, outras perspectivas para a formação de professores de Física” (MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2009, p. 576).

Existem diversas sugestões para a introdução de FMC presentes na literatura, inclusive relacionadas à prática pedagógica necessária para a aplicação desses conteúdos em sala de aula. É possível a utilização de materiais presentes no cotidiano para ensinar tópicos de FMC, garantindo uma experimentação de cunho demonstrativo, dos quais podemos destacar a fabricação de altas tensões através da bobina de Tesla; a construção, a partir de CDs, de redes de difração; a produção de espectros através do emprego de lâmpadas comuns encontradas no comércio ou o uso de lâmpadas de mercúrio para explicar o efeito fotoelétrico. (ARRUDA e FILHO, 1991)

Cavalcante, Jardim e Barros (1999), sugeriram outro experimento passível de ser realizado em salas de aula do EM e que pode ser desenvolvido com a utilização de material de baixo custo, para explicar a difração de um laser como subsídio para a compreensão correta do princípio da dualidade.

Ostermann e Moreira (2001), em outro estudo, apresentaram os tópicos relevantes de FMC para se trabalhar no ensino de física e que apareceram em diversas pesquisas atuais, destacando-se: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras ópticas. Essa pesquisa apontou, ainda, a necessidade premente de mudanças no currículo de formação inicial de professores de física. Ostermann e Moreira (2001) realizaram uma pesquisa na tentativa de responder a algumas questões importantes. Entre elas estariam às justificativas dadas na literatura sobre a introdução de FMC nas aulas do EM. Citam inclusive Terrazzan (1992,1994), já que esse autor afirma que a intenção de se atualizar o currículo de Física pode ser justificada pelo peso dos conteúdos

contemporâneos para a compreensão daquilo que existe hoje criado pelo homem, além de ser importante a formação de cidadãos conscientes e atuantes na sociedade da qual fazem parte.

Os autores relembram, ainda, da III Conferência Interamericana sobre o ensino de Física no ano de 1988. No evento, foi organizada uma equipe de trabalho com o intuito de debater sobre o ensino de Física Moderna. O grupo destacou diversos motivos para a introdução de tópicos contemporâneos no ensino médio, destacando-se: pelo fato de ser um conteúdo estimulante e do interesse do aluno, o que levaria a compreender a Física como uma realização do homem, sendo assim, integrante de sua realidade; permitiria que os alunos tivessem mais contato com as recentes pesquisas desenvolvidas na área; estimularia os jovens para escolha de carreiras científicas; além disso, são tópicos mais novos de Física, o que os torna mais divertidos para o próprio professor ensinar. Não apenas o aluno é motivado, mas também o professor. Esse ao ser incitado, segundo os autores, apresenta materiais de apoio mais interessantes e uma prática pedagógica mais estimulante.

Mesmo tendo em vista todos os motivos para introdução de FMC no EM, Ostermann e Moreira (2001) afirmam que esse conteúdo é conceitualmente complicado e abstrato para muitos professores. Observamos, desta forma, ser de suma importância a oferta de materiais de suporte à prática pedagógica. Assim, neste trabalho serão abordados tópicos de FM a partir de atividades práticas e demonstrações experimentais, são eles: dualidade onda-partícula; espectro eletromagnético; difração; interferência; polarização; espalhamento Rutherford; átomo de Bohr; espectroscopia; efeito fotoelétrico; determinação da constante de Planck; fluorescência e fosforescência.

2.2. Algumas temáticas de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio

Neste tópico abordaremos as temáticas presentes no produto educacional desta dissertação. Muitas delas estão presentes em livros textos de ensino superior ou da educação básica nos tópicos Óptica Física, Eletromagnetismo ou Estrutura da Matéria. Nossa abordagem será, prioritariamente, conceitual, pois acreditamos que esta deva ser enfocada no ensino médio. Para o professor, o produto educacional apresenta uma série de artigos e materiais de estudo que possibilitam o aprofundamento em tais tópicos. Os materiais foram, especialmente, selecionados para permitir sua compreensão, inclusive, do ponto de vista matemático.

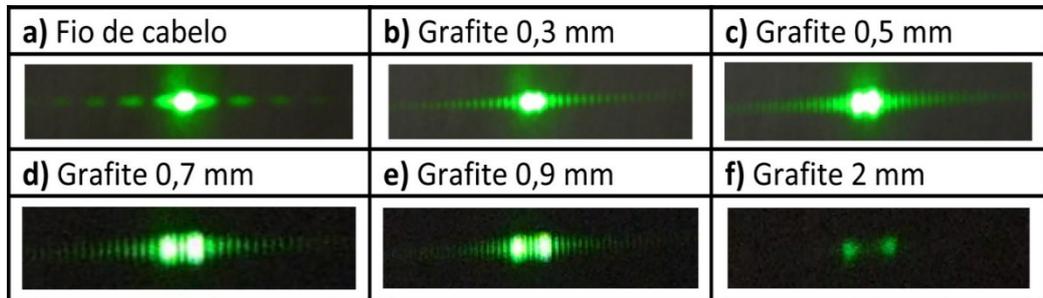
Não temos compromisso com uma sequência de aulas. O professor poderá optar em utilizar os planos de forma livre e independentes. Porém, apresentamos os conceitos em uma ordem que, a partir da experiência do autor, poderá auxiliar na construção dos pré-requisitos

necessários para avançar com os conteúdos. Contudo, não seguimos uma cronologia. A apresentação dos conceitos seguiu uma estrutura pensada do ponto de vista do estudo da luz, através de seu comportamento e de fenômenos associados. Iniciaremos, abordando os experimentos que apontam para um caráter ondulatório da luz.

O primeiro assunto a ser tratado é sobre a difração da luz. Foi escolhido, pois representa uma ruptura com a intuição. O comportamento da luz tem sido foco de estudo desde os primórdios da humanidade. Assim, para discorrermos sobre este assunto e discutirmos sobre o caráter ondulatório da luz, optamos pelos estudos de Huygens e pelo experimento de Young. Neste momento da história, o ponto de vista predominante era o comportamento corpuscular da luz, que explica bem a Óptica Geométrica, presente em nosso cotidiano, e que nos leva a generalizações como o princípio da propagação retilínea da luz. Partindo deste conceito, introduzimos nossa primeira questão problema: O que ocorre com a imagem refletida em uma parede de um feixe de luz proveniente de um laser se for interceptado por um fio de cabelo? Aqui, o professor comumente ouvirá respostas relativas à formação de uma sombra. Então, uma proposta interessante é preparar obstáculos de diferentes espessuras, de forma que seja possível visualizar o limiar em que a Óptica Geométrica explica o fenômeno e quando começamos a observar a difração.

Souza *et al.* (2015) apresenta os resultados de experimento similar, conforme pode ser observado na figura 1. Ela trata do Padrão de máximos de intensidade da luz num anteparo após ser desviado por obstáculo, em seis casos diferentes. Cada caso é um obstáculo como descrito em cada imagem (*a, b, c, d, e e f*). Na figura (1) a imagem de (f) apresenta a resposta comumente dada pelos estudantes. Assim, a partir deste experimento, introduzimos os conceitos de difração e interferência para a luz. Sabe-se que a difração se apresenta pelo desvio da luz ao ultrapassar um obstáculo de dimensões comparáveis ao seu comprimento de onda. O obstáculo dispersa a luz produzindo franjas no anteparo a frente. No caso da luz visível, para a visualização clara o obstáculo pode ser, por exemplo, uma fenda estreita ou um fio de cabelo da ordem de 100 μm . Observe que a abertura de uma fenda ou a intercepção do feixe por um fio de cabelo são equivalentes para observação do fenômeno (Princípio de Babinet). A difração pode ser observada em ondas mecânicas ou eletromagnéticas. Neste trabalho abordaremos exemplos da difração de Fraunhofer. Desta forma, uma simplificação matemática nos permite introduzir os conceitos e experimentos de maneira qualitativa, mas também quantitativa.

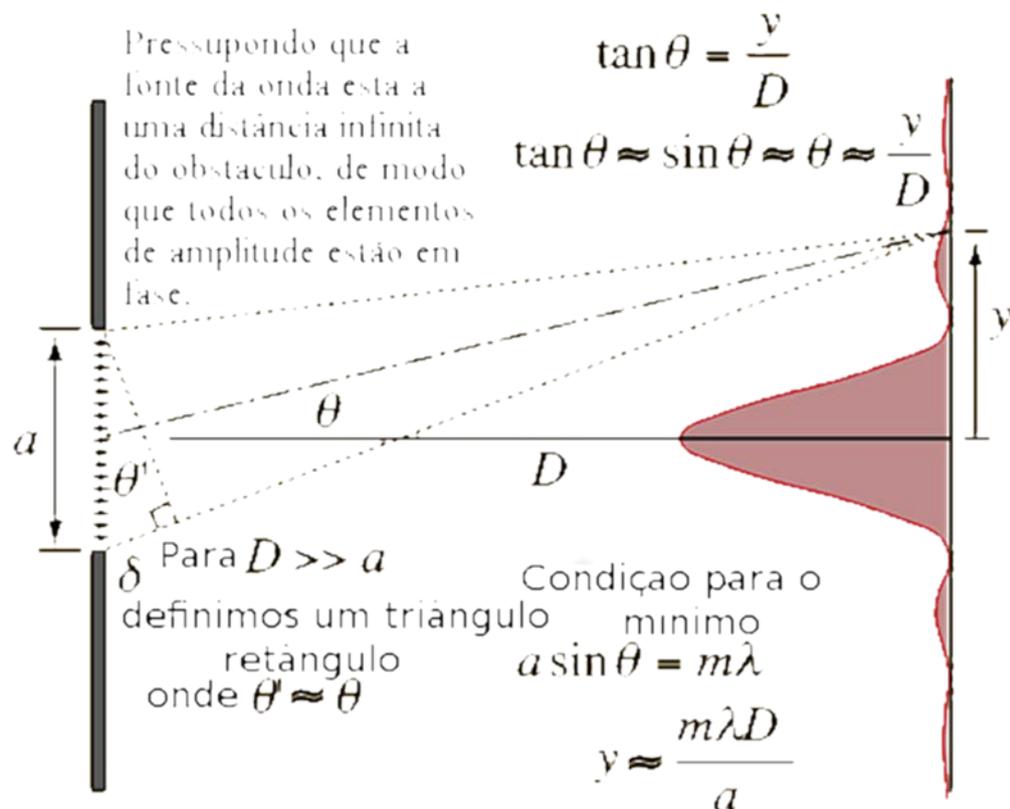
FIGURA 1 - Padrão de máximos de intensidade da luz num anteparo após ser desviado por obstáculo, em seis casos diferentes. Cada caso é um obstáculo como descrito em cada imagem.



Fonte: Souza *et al.* (2015)

A partir de uma demonstração geométrica, obtém-se a equação (Figura 2) para determinar a espessura do fio de cabelo:

FIGURA 2 – Demonstração geométrica da equação para Difração de Fraunhofer



Fonte: Adaptado de HyperPhysics² - Georgia Staty University.

² Disponível em: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/phyopt/fraungeo.html#c1>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

Com isso, se isolando a variável referente à espessura do fio de cabelo ou abertura da fenda, Souza *et. al.* (2015) apresenta a seguinte simplificação:

$$a = (m.D.\lambda)/y \quad (1)$$

onde “**a**” representa a abertura da fenda ou espessura do fio de cabelo, **m** é o número inteiro correspondente ao mínimo de difração escolhido, **D** é a distância da fenda ao anteparo, λ é o comprimento de onda da luz escolhida e **y** é a distância do máximo central ao primeiro mínimo.

Em 1801, Thomas Young realizou um experimento para demonstrar a natureza ondulatória da luz. A interferência pode ser observada a partir de ondas mecânicas em uma cuba d'água, porém Young demonstrou, usando uma fonte de luz puntiforme, ou seja, de dimensões desprezíveis quando observada a partir do objeto iluminado, e uma dupla fenda, franjas de interferência luminosa. A interferência ocorre quando temos a superposição de dois ou mais trens de onda de uma mesma frequência com fase constante, denominada luz coerente, podendo ser construtiva ou destrutiva. O mesmo fenômeno é responsável pelas cores que vemos nas asas dos beija-flores ou na superfície de bolhas de sabão, e através dele podemos compreender a formação dos Anéis de Newton, conforme aponta Hewitt (2002). De acordo como autor, decorrente deste fenômeno temos a interferometria, que pode ser empregada como técnica para determinar variações muito pequenas, em outras palavras, os interferômetros podem ser instrumentos de medida, por exemplo, de comprimento, possibilitando aplicações como a detecção das ondas gravitacionais.

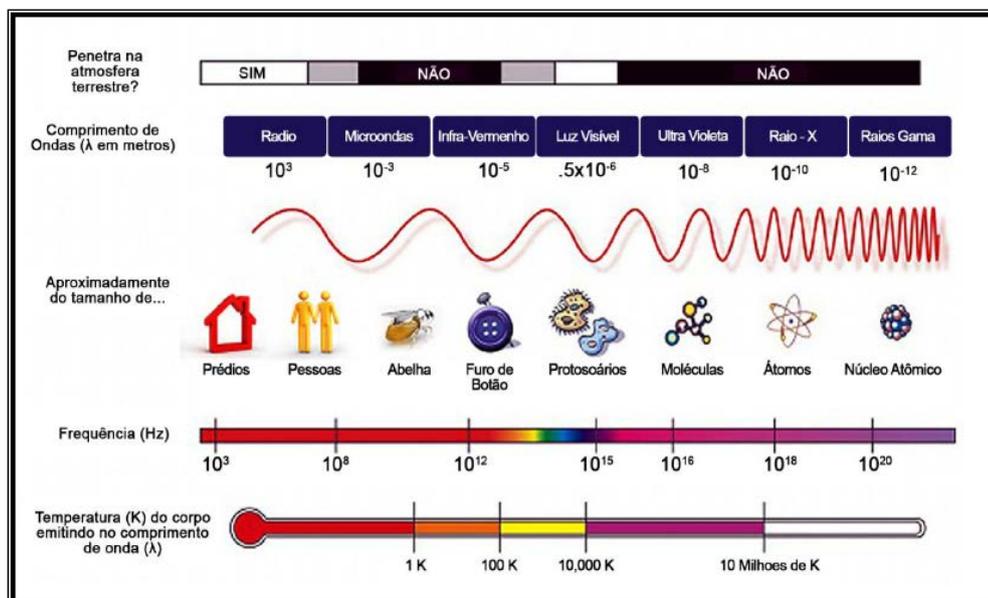
A difração da luz de acordo com Nussenzveig (1998) é a capacidade de uma onda eletromagnética contornar um obstáculo ou sofrer um encurvamento penetrando na região de sombra geométrica, sendo este fenômeno mais evidente quando tal barreira tem dimensões comparáveis ao comprimento de onda. Já a interferência luminosa ocorre quando os trens de onda se encontram no anteparo, formando padrões construtivos ou destrutivos, que são as franjas que observamos na difração da luz. Para tranquilizar o professor, Feynman (1963) afirma que ninguém foi capaz de distinguir satisfatoriamente os fenômenos da interferência e difração. Segundo o autor, é comum denominarmos como interferência poucas fontes interferindo, por exemplo, duas. Quando temos um grande número delas, designamos difração. Isso pode ser compreendido quando chamamos uma rede com múltiplas fendas de “rede de difração”.

Com os mesmos conceitos podemos explicar a espectroscopia e as redes de difração com seu poder de dispersar a luz, assim como um prisma dispersa a luz branca fornecendo o

seu espectro. Ambos os casos têm origem na teoria ondulatória da luz, onde cada cor é representada por uma frequência e, conseqüentemente, tem um comprimento de onda relativo ao meio no qual se propaga.

Em qualquer obstáculo, cada comprimento de onda se difrata de forma independente. Desta forma, a rede realiza a decomposição espectral da luz incidente. A espectroscopia possui inúmeras aplicações, como a determinação da composição estelar na astronomia ou a especificação de compostos e elementos químicos. Para esta discussão é fundamental conhecer o espectro eletromagnético, exemplificado na figura 3. Ele representa uma classificação das ondas eletromagnéticas pelo seu comprimento de onda ou frequência, indicando a nomenclatura e, eventualmente, as aplicações das ondas para cada faixa de frequência ou região do espectro.

FIGURA 3 - Espectro Eletromagnético



Fonte: Banco Internacional de Objetos Educacionais (2011).³

É importante associar a energia dos fótons à frequência da luz, relacionando a proporcionalidade entre a energia dos fótons e a frequência da onda eletromagnética. De forma simplificada pode se utilizar a equação da energia dos fótons e elencar quais radiações são ionizantes e indica-las no espectro.

$$E=h.v \quad (2)$$

³ Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16587>. Acesso em 20 de maio de 2015.

onde E representa a energia do fóton, h a constante de Planck e ν a frequência.

Radiações ionizantes são aquelas cuja energia é suficiente para interagir com a matéria extraindo elétrons desta, tornando-a ionizada. Radiações com energia superior a 10eV são consideradas ionizantes. Segundo Okuno e Vilela (2005) vale ressaltar que, além da energia proveniente da radiação eletromagnética, radiações ionizantes podem ser provenientes de um feixe de partículas, α e β .

Na sequência, um outro fenômeno, exclusivamente, ondulatório discutido no produto educacional é a polarização da luz e algumas de suas aplicações. A polarização, fenômeno que ocorre em ondas transversais, é o alinhamento das vibrações de um determinado feixe de onda em uma direção, normalmente, obtido pela eliminação das vibrações que ocorrem em outras direções. Desta forma, definimos a luz plano-polarizada ou linearmente polarizada quando o campo elétrico oscila em uma única direção. O vetor campo elétrico, também, pode traçar uma elipse ou uma circunferência, nestes casos a luz é polarizada elipticamente ou sofreu polarização circular, em sentido horário ou anti-horário (NUSSEZVEIG, 1998).

A luz não polarizada é gerada de forma que a oscilação de seu campo elétrico não possua direção constante. Ao polarizar o feixe definimos, por exemplo, um plano de polarização, eliminando as outras direções. Um raio de Sol não é polarizado, mas pode se tornar polarizado, por exemplo, pela reflexão, pelo dicroísmo de um filtro polarizador ou pela birrefringência que pode ser natural, por exemplo, na calcita. Ao aplicar um campo elétrico em determinadas substâncias, estas podem se tornar birrefringentes. Este fenômeno pode ser observado, por exemplo, nos efeitos Kerr e Pockels.

Brewster descobriu empiricamente que a luz refletida por uma superfície, por exemplo água, pode ser polarizada, caso o ângulo de reflexão forme 90° com o raio refratado (ângulo de Brewster). Os óculos solares polarizados são construídos para anular a luz refletida e polarizadas por superfícies, eliminando o excesso de luz, possibilitando a melhor visualização. A polarização possui inúmeras aplicações, entre elas, a determinação da quantidade de sacarose produzida pela cana-de-açúcar ou presente no xarope de milho. Isso porque algumas substâncias possuem atividade óptica, ou seja, a capacidade de alterar o eixo ou direção de polarização de um feixe de luz linearmente polarizado. A esse estudo empregam-se polarímetros. Por fim, outra aplicação tecnológica da polarização ocorre na construção de telas de LCD ou “LED”. O funcionamento dessas telas é discutido no produto educacional.

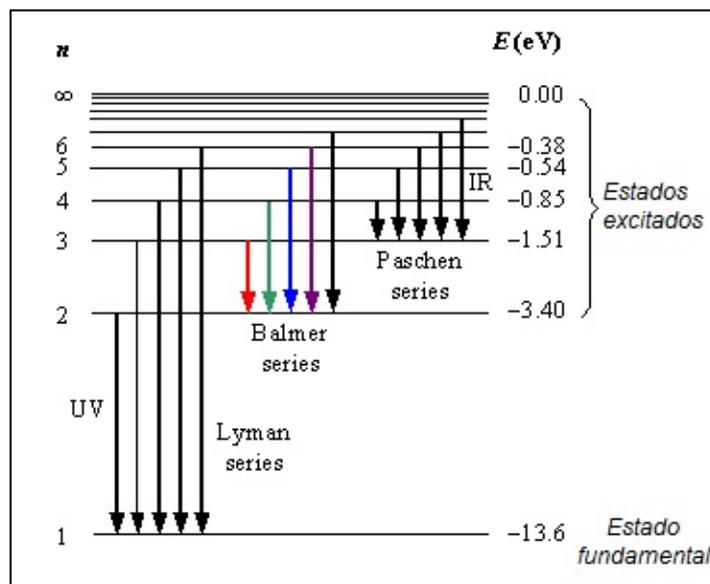
Discutidos esses princípios, no produto são tratados, também, os modelos atômicos e o efeito fotoelétrico brevemente tratados na sequência.

Para compreender a emissão de luz em lâmpadas de descarga, por exemplo, é preciso retomar os modelos atômicos. Assim, aproveitamos a oportunidade para discutir no produto educacional desta dissertação a natureza da ciência e a construção de modelos, conforme levanta Moura (2014). Para explicar a distribuição espectral da radiação térmica de corpo negro Planck, em dezembro de 1900, propôs uma expressão em que a energia trocada por cargas de um átomo, representadas por osciladores, seria quantizada, ou seja, um oscilador de frequência ν só poderia absorver ou emitir múltiplos inteiros de um quantum de energia.

Ernest Rutherford, que foi sucessor de Thomson no laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge, desenvolveu trabalhos empregando radiações, entre elas, as partículas alfa. Porém, a montagem experimental conhecida como experimento de Rutherford para o espalhamento foi obtida em 1909 por dois assistentes de seu laboratório, Geiger e Marsden. A partir dos resultados desse experimento, especialmente, em relação ao espalhamento das partículas alfa como se refletissem no anteparo, foi possível desenvolver um modelo em que o átomo tivesse uma região central com a massa muito concentrada e carga positiva, cujos elétrons estariam distribuídos em uma região ao redor deste núcleo. Contudo, estes resultados não tinham consistência suficiente e possibilitaram a Bohr uma explicação ao modelo planetário proposto por Rutherford. Um dos problemas a serem superados no modelo de Rutherford era a instabilidade das órbitas dos elétrons. Afinal, por que o elétron não cairia no núcleo se está sendo acelerado? De acordo com o que já se conhecia em relação à teoria clássica de Maxwell, uma carga acelerada emitiria radiação e, conseqüentemente, perderia energia.

Em 1912 Bohr, embasado nas teorias de Planck e Einstein sobre quantização, propôs um modelo para o átomo de hidrogênio, postulando que o elétron orbitando o núcleo estaria em um estado estacionário sem emitir radiação. Ao explorar a equação proposta por Balmer, a partir do espectro do hidrogênio, Bohr foi capaz de descrever a energia associada a cada órbita. A figura 4 ilustra os níveis de energia para o átomo de hidrogênio indicando algumas transições e suas linhas espectrais.

FIGURA 4 - Níveis de energia do átomo de hidrogênio com algumas das transições entre eles que dão origem às linhas espectrais indicadas.

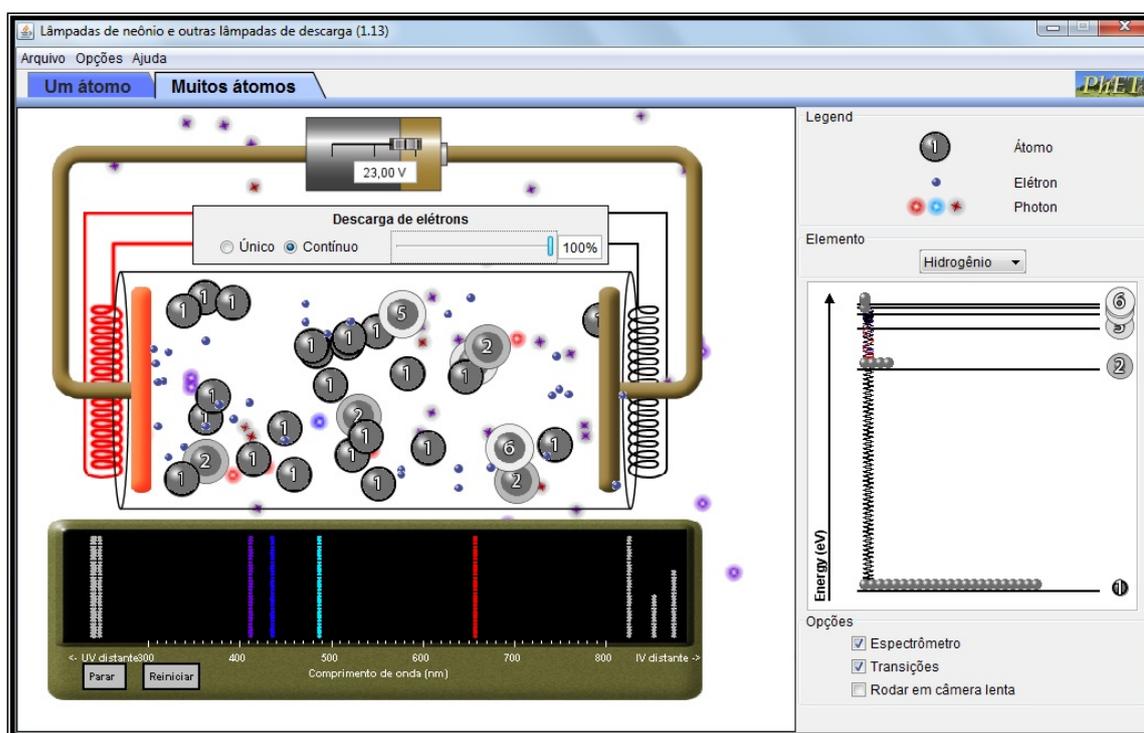


Fonte: Langsam (s/d)⁴

O professor pode explorar as séries de Balmer e Lyman para discutir a "mudança" de nível energético dos elétrons. Porém, é importante salientar a interação entre a luz e os elétrons, o que confere à luz um caráter corpuscular. De posse destes conceitos podemos discutir o funcionamento de lâmpadas de descarga, do laser ou, avançando na questão da emissão de radiação por cargas aceleradas, pode-se discutir o funcionamento dos Raios X. O funcionamento de laser e de diodos emissores de luz (LED) não estão presentes nesta proposta, mas são temas sugeridos para dar seguimento a estes tópicos. A Figura 5 ilustra as transições de níveis energéticos e o espectro para a lâmpada de hidrogênio.

⁴ Disponível em: http://eilat.sci.brooklyn.cuny.edu/cis1_5/Old%20HWs/HW2d_C.htm. Acesso em 20 de maio de 2015.

FIGURA 5 - Imagem de um simulador apresentando o funcionamento de lâmpadas de descarga.



Fonte: PHET Interactive Simulations (s/d).⁵

Bohr fez diversos postulados para justificar seu modelo de acordo com as observações experimentais. Porém não foi muito satisfatório, deixando lacunas na explicação do espectro do hidrogênio e não atendendo a átomos diferentes do H e He. Ainda assim, consideramos satisfatório seu modelo para a compreensão dos fenômenos apresentados neste trabalho, mas o modelo de ondas de Louis de Broglie e a equação de Schrödinger para estados estacionários podem ser discutidas como complemento de forma teórica, pois podem estimular a curiosidade dos alunos. O simulador do PHET permite explorar tais modelos.

Na sequência destes tópicos, o professor pode apresentar os conceitos de Fluorescência e Fosforescência, uma vez que a principal lâmpada de descarga conhecida é denominada fluorescente de vapor de mercúrio. Começamos pela definição de luminescência. Neste caso um elemento, que pode ser sólido, líquido ou gasoso, absorve radiação e tem seus elétrons excitados. Ao retornarem para o estado de menor energia, o elemento emite luz na faixa visível do espectro eletromagnético. Tipicamente, este decaimento ocorre após uma revolução do elétron, o que sucede em média, em um tempo de 10^{-8} s. A esta situação denominamos

⁵ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/discharge-lamps. Acesso em 20 de maio de 2015.

fluorescência, a emissão ocorre quase que simultaneamente a excitação. Porém, se o decaimento ocorre em um tempo maior do que este, ou seja, a luz emitida persiste depois de cessar o estímulo externo, denominamos fosforescência. Neste caso o elétron, ao decair, realiza transições eletrônicas passando por estados metaestáveis. Isto pode ocorrer em materiais com que eventualmente possam conter impurezas, por exemplo, como sulfeto de zinco, comumente encontrado em materiais fosforescentes por seu preço acessível. Em ambos os casos a frequência da radiação emitida é, normalmente, menor do que aquela utilizada para excitar o átomo, podendo ser na faixa do espectro visível ou não. Um exemplo disso é a fosforescência natural na glândula paratireoide que ocorre na faixa do infravermelho⁶.

As lâmpadas fluorescentes comuns são compostas por um tubo de vidro, filamentos eletrodos e vapor de mercúrio. Ao excitar o vapor de mercúrio com elétrons emitidos pelos filamentos, os átomos emitem, principalmente, radiação na faixa de frequência ultravioleta. Nestes casos, as lâmpadas podem ser usadas como germicidas. Para iluminação, estas lâmpadas possuem uma camada interna branca, que é um revestimento em pó composto de fósforo. Aqui, os átomos do fósforo são excitados pela radiação ultravioleta proveniente dos átomos de mercúrio e emitem luz no espectro visível. O fósforo também possui propriedades fosforescentes, por isso, ao desligar a lâmpada ou uma tela de TV de tubo elas permanecem por um intervalo curto de tempo brilhando. Podemos observar este fenômeno, também, em ponteiros de relógios antigos, brinquedos ou interruptores de energia. A fosforescência possui inúmeras aplicações tecnológicas, entre elas, em telas intensificadoras utilizadas em exames radiológicos. Desta forma, é possível realizar experimentos simples apresentando a diferença entre a fluorescência e a fosforescência e discutindo a questão da energia mínima necessária para excitar determinados elementos.

Por fim, um fenômeno observado por Hertz e, posteriormente, investigado por Lenard é o efeito fotoelétrico conforme apresenta Nussezveig (1998). Experimentalmente ele é muito simples de compreender, pois consiste na capacidade de a luz extrair elétrons de uma superfície metálica. Porém seus detalhes são muito interessantes, por exemplo, o aumento da intensidade luminosa para uma determinada frequência só aumenta o número de elétrons ejetados. Entretanto, ao aumentar a frequência, temos um aumento da energia cinética dos elétrons ejetados. Outro parâmetro relevante para observar é o material da placa metálica, que implica em uma determinada frequência mínima para que ocorra a ejeção dos elétrons. Cada metal

⁶ Disponível em: <http://ciencia.estadao.com.br/blogs/ciencia-diaria/fluorescencia-ao-infravermelho-em-glandulas-paratireoides-diminui-risco-de-cirurgia/>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

possui uma energia mínima de ligação de seus elétrons na camada de valência, ou seja, para extrair estes elétrons será necessária luz com uma determinada frequência, cujos fótons devem possuir energia suficiente para extrair os elétrons do metal. Em 1905, Einstein propôs uma teoria para o efeito fotoelétrico inspirado, de forma audaciosa, nas ideias de Planck sobre quantização. A proposta brilhante de Einstein foi indicar que um *quantum* de luz transfere toda sua energia a um único elétron. Alguns anos depois este *quantum* de luz foi denominado de *fóton* e sua energia dada pelo produto da constante de Planck pela frequência desta luz. A Equação que descreve o efeito fotoelétrico aponta esta ideia:

$$E = h \cdot \nu - w \quad (3)$$

onde **E** representa a energia do elétron ejetado, **h** a constante de Planck, **ν** a frequência da luz incidente na placa metálica, e, **w**, a função trabalho da placa que equivale à energia mínima necessária para a ejeção de elétrons.

Outro aspecto relevante é a intensidade da luz, que é proporcional à energia total transportada, ou seja, proporcional ao número total de fótons. Desta forma, pode-se interpretar a luz como pacotes de energia. Em 1921, Einstein foi laureado com o Prêmio Nobel por seu trabalho “Um ponto de vista heurístico sobre a produção e transformação da luz”, que introduziu a ideia de *quantum* de luz e permitiu uma explicação para o efeito fotoelétrico, conforme relata Dionísio (2005).

No produto educacional propomos, além do experimento e análise qualitativa do fenômeno, também a análise quantitativa, possibilitando a determinação da constante de Planck e a discussão das inúmeras aplicações tecnológicas do efeito. Isso pode auxiliar o estudo sobre a dualidade onda-partícula, inspirando discussões, por exemplo, sobre os limites de nossa precisão em determinar propriedades de objetos pequenos, levando ao princípio da incerteza. Contudo, esse assunto deixamos para um trabalho futuro!

2.3. Oficinas como Metodologia de Ensino

Neste tópico apresentaremos as oficinas de ensino como uma alternativa metodológica para o ensino de FMC. A proposta é que se oportunize aos professores uma prática pedagógica focada na investigação em seu próprio ambiente de trabalho e atuação, a sala de aula, pela mediação do processo de aprendizagem de seus alunos.

O ensino deve possibilitar circunstâncias para o aluno construir, de forma ativa e progressiva, seu conhecimento. Vieira e Volquind (2002, p. 9) afirmam que o aluno é o “centro organizador de sua aprendizagem”, tornando-se o professor um orientador das trilhas a serem percorridas, permitindo “rupturas epistemológicas”. Assim, o professor cumpre papel fundamental na mediação entre o conteúdo e o aluno. Segundo as autoras, o aluno passa a ter interesse por determinado conteúdo quando percebe o quanto aquele conhecimento pode ser aplicado. Para as autoras, é muito importante que haja interação entre o aluno e sua realidade social, contextualizando os conteúdos ensinados. Ou seja, o aluno precisa ver sentido naquilo que aprende.

Com a metodologia de oficinas o sujeito é estimulado, através de problemas contextualizados, a cooperar de modo efetivo, construindo o conhecimento, a partir da investigação e resolução de situações-problemas. Para isso, segundo Vieira e Volquind (2002) é necessário que o professor aproxime a sala de aula da realidade, construindo um novo fazer pedagógico. Apontam ainda ser fundamental que alunos e professor debatam abertamente sobre as variadas soluções encontradas para a resolução das situações-problemas. Neste momento, o professor deve discernir a melhor intervenção didática, avaliar constantemente o processo de ensino-aprendizagem, permitir uma avaliação contínua, instigar seus alunos a serem cooperativos e oportunizar o diálogo constante entre as equipes de trabalho. Vemos que essa metodologia tem como proposta tornar o aluno ativo em seu processo de aprendizagem.

De acordo com Ander-Egg (1991) a oficina possibilita modificarem-se relações, funções e papéis de professores e alunos e introduz uma metodologia participativa, estabelecendo condições para o desenvolvimento da criatividade e da capacidade de investigação.

O termo “oficina” é utilizado de modo indiscriminado para denominar diversos eventos que contém algumas de suas características, mas que não justificam seu uso. Do ponto de vista pedagógico, oficina “indica o lugar onde se trabalha, elabora e se transforma algo para ser utilizado” (ANDER-EGG, 1991, p. 10). Trata-se de ensinar e se aprender a partir da execução de algo que é solucionado conjuntamente. Nessa perspectiva, o autor apresenta algumas características essenciais de uma oficina e que serviram como base para o presente trabalho. Essa subdivisão também pode ser encontrada no livro de Vieira e Volquind (2002), sendo adaptada aqui como:

- (a) É um aprender fazendo: conhecimentos que se adquirem com a prática concreta vinculada com o entorno e com o cotidiano do aluno; ou mediante a realização de um projeto focado em um tema específico. Assim, se supera a visão do professor como

protagonista, pois a formação se dá a partir da ação e reflexão de todos os envolvidos, onde se predomina a aprendizagem sobre o ensino.

- (b) É uma metodologia participativa: possibilita ao aluno desenvolver condutas, atitudes e comportamentos participativos. Pode-se dizer que é uma participação em que se aprende a participar. Não é competição e sim cooperação.
- (c) É uma pedagogia da pergunta: significa dizer que a produção de conhecimento se dá quase que, exclusivamente, em resposta a perguntas. Isso permite que se desenvolva uma postura científica, onde se busca problematizar, interrogar e buscar respostas sem que se baseiem em certezas absolutas. Dessa forma, a atividade científica consiste na formulação de problemas e em resolvê-los.
- (d) É interdisciplinar e sistêmico: diz-se que a oficina tende a interdisciplinaridade, enquanto um esforço para compreender e atuar, admitindo a característica multifacetada e complexa da realidade. Isso porque a realidade não é fragmentada de acordo com a classificação das ciências ou disciplinas, mas ela é globalizante e inter-relacionada. Sistêmico de acordo com o pensamento científico moderno: a partir de uma investigação de caráter holístico; com forma de pensar levando em conta as inter-relações e interações dos problemas; tem metodologia de projeto com enfoque globalizador, planejado e estratégico; e realizada mediante um marco referencial comum.
- (e) A relação entre professor e aluno se dá com uma tarefa comum: onde aluno e professor são protagonistas e onde a atividade é autogerida pelo grupo. Não há hierarquias ou competição. Há uma redefinição de papéis, onde o professor deve estimular, orientar e assessorar. O aluno se torna sujeito de sua própria aprendizagem.
- (f) Possui caráter integrador: propicia a superação de dicotomias (teoria e prática; educação e vida; processos intelectuais e afetivos; conhecer e fazer; pensamento e realidade).
- (g) Exige trabalho em equipe e com técnicas adequadas: mas o fato de ser um trabalho de equipe não exime o professor de trabalhar de modo individual, afinal a aprendizagem também é um processo pessoal. Há necessidade que se complementem as atividades, sendo algumas coletivas e outras individuais. Mas para o trabalho em grupo é

fundamental que se empreguem técnicas adequadas para que a atividade não fracasse. A atividade em grupo, por si só, não basta.

- (h) Permite integrar em um só processo à docência, a investigação e a prática: é, essencialmente, um projeto de trabalho, onde professores e alunos participam de modo ativo e com responsabilidade e a experiência (a realização do projeto) necessita da teoria e da investigação.

2.3.1. Caminhos para Organização de uma Oficina

Ander-Egg (1991) afirma que a organização de cada oficina dependerá das circunstâncias e local onde será aplicada, tais como nível de ensino que estará direcionada, organização da escola, estilo pedagógico predominante, características dos docentes, se os alunos que realizarão a experiência possuem ou não familiaridade com atividades em equipe, nível de participação etc. Todas essas características deverão ser observadas pelo professor antes mesmo de que se iniciem as atividades, um bom diagnóstico influenciará diretamente no sucesso do processo ensino-aprendizagem. O autor afirma que alguns pontos precisam ser definidos antes de se iniciar o planejamento de uma oficina, que comporão o **diagnóstico inicial da oficina**:

- ✓ Idade dos alunos (nível evolutivo e desenvolvimento pessoal);
- ✓ Interesses e problemas que os preocupa;
- ✓ Procedência e origem;
- ✓ Características do entorno: famílias (situação econômica, social, profissão dos pais); contexto imediato - bairro onde vivem;
- ✓ Estrutura da escola;
- ✓ Recursos humanos e materiais;
- ✓ Situação e nível educativo da escola: formação dos professores, interesse em passarem por formação, atitude frente a inovações pedagógicas; nível de participação em atividades coletivas.
- ✓ Características do currículo.

Vieria e Volquind (2002) afirmam que assim como toda atividade a ser desenvolvida, é necessário que as oficinas sejam estruturadas para que sua execução tenha sucesso, inclusive para que o professor consiga evitar situações difíceis e que de alguma forma, possam prejudicar

a atividade. Assim, levar em consideração as informações acima é primordial para que se alcancem os objetivos de aprendizagem.

As autoras afirmam que se torna importante **o estabelecimento de um contrato entre os participantes**. O aluno precisa se sentir responsável por sua formação e de seus colegas. Dessa forma, o professor deverá articular, inicialmente, projetos mais simples para que seus alunos aos poucos se sintam motivados, solucionando questões de curto e médio prazo, salientando aos participantes que será levado em conta a participação de cada integrante do grupo. É importante que o professor tenha em mente que ao permitir situações de aprendizagem levando em consideração a capacidade de cada aluno, desenvolverá a autoestima e a vontade de aprender.

Vieira e Volquind (2002) fazem uma divisão bastante didática para a organização de uma oficina. Cada etapa é estruturada de forma a permitir que o professor, juntamente com seus alunos, seja capaz de utilizar a metodologia em sala de aula. As etapas são: *Contextualização, Planificação e Reflexão*.

Na primeira etapa os participantes deverão selecionar o assunto de estudo de acordo com os interesses dos alunos ou conteúdo curricular a ser trabalhado, após esse primeiro momento todos devem discutir sobre o que sabem sobre o tema escolhido, qual experiência anterior possuem sobre ele e o que deve ser pesquisado para darmos andamento ao processo ensino-aprendizagem. Nesse ponto, é importante que o professor consiga levantar os interesses dos alunos, os conhecimentos prévios, o que será necessário para que a atividade seja realizada. Essa postura de articulação do professor é primordial para que os demais participantes não se comportem de modo passivo ou inseguro diante do processo de aprendizagem. Podemos dizer que esta etapa permite um diagnóstico e momento de motivação para a realização da atividade. A segunda etapa é o planejamento propriamente dito, em que devem ser estabelecidas: as situações-problemas que nortearão a atividade; o planejamento das ações que serão necessárias para a dissolução desses problemas; a definição dos recursos necessários para esse processo; e o registro das soluções encontradas pelos participantes. Segundo as autoras, nesse momento é que os participantes, tanto professor quanto alunos, realizam a investigação científica. Caberá ao professor o planejamento de como explorar e relacionar os diversos conteúdos. Nessa etapa, os alunos deverão cumprir a atividade em si, sendo a oportunidade para que encontrem maneiras de superar obstáculos, de fazer perguntas e de se apropriarem do saber construído durante o processo de aprendizagem.

Na terceira etapa os participantes terão a oportunidade de sistematizar os conhecimentos adquiridos e construídos no decorrer da atividade; poderão avaliar a oficina e sua própria

participação; e delimitar novas propostas de aprendizagem. Desta forma, neste momento os participantes concluem a atividade e trazem novas propostas.

Para que as oficinas sejam bem-sucedidas é primordial a estruturação consciente de todas essas etapas, a fim de que se elabore um projeto organizado por ações e atividades cujo objetivo é alcançar metas pré-estabelecidas, segundo Vieira e Volquind (2002) a última etapa é a oportunidade de aprofundar a relação teoria e prática, viabilizando um olhar social sobre o tema estudado. Esse é o momento para avaliar o processo, de se solucionar as situações-problemas e o produto desse processo. A proposta é levar os alunos ao desenvolvimento de uma visão crítica, na qual seja capaz de levantar os erros e acertos do caminho, inclusive a capacidade de observar as mudanças. Nessa perspectiva, as oficinas propiciam aos participantes redescobrir conhecimentos, realizar pesquisa, relacionar conteúdos de modo interdisciplinar na resolução de situações cotidianas e reais, desenvolver “atitudes científicas” e investigativas, articular “teoria e prática”, realizar atividades práticas manipulativas de instrumentos úteis para aprendizado de novos conhecimentos e compreender as implicações dos fenômenos aprendidos para transformação social.

2.3.2. Estratégias pedagógicas das Oficinas

No processo ensino-aprendizagem, para que as oficinas alcancem seus objetivos, seu desenvolvimento supõe uma estratégia pedagógica (ANDER-EGG, 1991). Essa estratégia está intrinsecamente relacionada às próprias características da metodologia de oficina e deriva dela mesma. Para o autor podemos sintetizá-las levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- ✓ O processo ensino-aprendizagem não ocorre seguindo um caminho lógico-linear, ou seja, definido por programas e sim por objetivos. Assim, toda atividade pedagógica deverá estar focada no processo que se utiliza para resolução dos problemas. A aprendizagem se dá pela progressão da complexidade daquilo que se ensina.
- ✓ É fundamental que as oficinas ocorram numa parceria multidisciplinar, tendo vários professores atuando e constituindo equipes de trabalho que envolvam professores e alunos.

- ✓ As atividades das oficinas visam a solução de problemas reais, buscando a construção de conhecimentos, habilidades e competências que capacitem os alunos a resolver questões cotidianas.
- ✓ O professor não ensina, mas auxilia o aluno “aprender a aprender”, media a aprendizagem. Torna-se um processo no qual professor e aluno agem e refletem para transformar a práxis, relacionando teoria e prática.
- ✓ É fundamental que os professores se capacitem para seleção de instrumentos e de meios que permitam seu trabalho, raciocinando e atuando frente a problemas concretos.
- ✓ É importante que a formulação da estratégia pedagógica da oficina que se pretende aplicar seja um projeto viável.

2.3.3. As relações pedagógicas: o educador e o educando

Como a oficina é um “aprender fazendo”, através da qual se realiza um projeto onde todos os envolvidos são protagonistas, segundo Ander-Egg (1991), isso só se torna possível com a redefinição de papéis, tanto do educador quanto do educando. O educador tem a tarefa de estimular, proporcionar suporte técnico e assessoria aos educandos. Como em todas as metodologias que visam um processo ensino-aprendizagem auto gestor e participativo, o educador acaba cumprindo o papel de motivador, para que o educando desenvolva suas capacidades e potencialidades. Assim, suas funções podem ser desempenhadas para: motivar e sensibilizar; estimular a responsabilidade e a autocrítica; proporcionar informações e indicação de fontes para a construção de novos conhecimentos; assistência nos momentos de dúvidas; para ensinar o raciocínio e pensamentos científicos (sempre levando em conta a correta seleção de problemas, sendo metódico e organizado, orientando e aberto ao diálogo); levar os educandos a refletirem, pensarem e interrogarem por si próprios; criar um ambiente emocionalmente e intelectualmente positivos; apresentar conteúdos de maneira interessante; e saber relacionar o que ensina com situações reais da vida.

O educando se insere no processo como sujeito de sua própria aprendizagem. A oficina, desta maneira, deve proporcionar condições pedagógicas e de organização para o trabalho autônomo e o desenvolvimento da personalidade, através do contato sistemático com situações-

problemas associados à área de conhecimento abordada (ou às áreas, em intervenções multidisciplinares) (ANDER-EGG, 1991). Para o autor, os papéis e funções a serem desenvolvidos pelos alunos podem ser estabelecidos resumidamente como: aprender a ser, o exercício responsável da liberdade, assumindo-se como sujeito de sua própria aprendizagem; preocupar-se em adquirir a capacidade de aprender a aprender, através da aquisição de hábitos de estudo e autoformação; aprender a fazer; trazer propostas criativas e originais; assumir a participação atividade e responsável, atuando em equipe; mantendo uma atitude de liberdade e não de submissão, mas sim de respeito com relação aos professores; e manter uma atitude colaborativa, reflexiva e crítica.

O que devemos destacar e que o próprio autor salienta ao discutir as questões acima é que a relação educador-educando deve estar embasada no respeito humano, como ingrediente essencial para suscitar, desenvolver e manter relações interpessoais positivas.

2.3.4. As técnicas e procedimentos essenciais para o funcionamento da oficina

Segundo Ander-Egg (1991) para que uma oficina aconteça corretamente é importante que haja o domínio do professor de **técnicas de grupo** e de **investigação social**. O autor afirma que as técnicas de grupo e o trabalho em equipe estão intrinsecamente relacionados. Um está relacionada a técnicas e o outro a organização do trabalho, mas as duas estão relacionadas a tarefa pedagógica que cumpre uma oficina.

Como já exposto uma oficina pode ser organizada a partir de um ou mais grupos de trabalho, desta forma, segundo o autor, o processo de ensino-aprendizagem acontece através de uma interação e retroalimentação entre os grupos. No entanto, apenas isso não garante o sucesso da oficina. É necessário o emprego de técnicas de grupo que permitam que o potencial da metodologia seja levado a cabo. Ander-Egg (1991) afirma que, neste caso, é fundamental que os professores conheçam técnicas de grupos, mas que não devemos confundir com dinâmicas de grupo. A ideia é que os professores conheçam técnicas que tornem os grupos mais produtivos para que alcancem os objetivos propostos, como, por exemplo, a realização de um projeto.

Ao professor cabe demonstrar aos alunos que trabalhar junto não é, necessariamente, o mesmo que trabalhar em equipe (ANDER-EGG, 1991).

Segundo o autor para que se faça um bom **trabalho em equipe** é importante combinar três fatores:

- ✓ Estabelecer as tarefas a serem realizadas de forma conjunta, executando as atividades necessárias para que se alcancem os objetivos estabelecidos para a oficina;
- ✓ Definir abertamente as relações técnicas ou funcionais oriundas desses objetivos, determinando as responsabilidades de cada um quanto à implementação de atividades e tarefas e a forma como o trabalho será realizado.
- ✓ Considerar os processos sócio-afetivos, levando em consideração suas características e o modo como essas relações são estabelecidas, no caso da oficina com o objetivo de estruturar uma equipe de trabalho.

Ainda, Ander-Egg (1991) afirma que outro ponto deve ser considerado, cada integrante de uma equipe precisa ter qualidades que ajudem no trabalho em grupo, mas que nem sempre estão presentes como necessário. Desta forma, é fundamental que os membros desenvolvam a capacidade de ouvir opiniões, aprendam a expressar seu ponto de vista, colaborem, distribuam funções e responsabilidades. Ou seja, aprendam com as características essenciais de um trabalho em equipe, empregada a partir de uma pedagogia da responsabilidade. O autor estabelece de modo prático quais seriam as características primordiais para um trabalho em equipe, dos quais temos:

1. O compartilhamento dos mesmos objetivos – é fundamental que os membros tenham vontade de integrar o grupo e que logrem esforços conjuntos para alcançarem os objetivos propostos, através da realização de atividades e tarefas específicas.

2. A limitação do número de integrantes na equipe de trabalho – o ideal é que se estabeleçam grupos de no mínimo 5 e no máximo 9 participantes. Poucos membros dificultam a interação diminuindo a produtividade e o excesso de pessoas pode prejudicar o diálogo e a dinâmica interna.

3. A organização – este item pode variar de acordo com os objetivos propostos por cada equipe de trabalho, mas alguns pontos estão presentes em todas:

- i. **Postura participativa:** é conseguida a partir da compreensão de que cada membro da equipe precisa participar ativamente e com responsabilidade para que os objetivos sejam

alcançados. Para isso é fundamental que os objetivos pessoais sejam integrados aos objetivos gerais da equipe.

- ii. **Delimitar, distribuir e aceitar determinadas funções e atividades:** todos devem estar cientes de que as atividades, tarefas e funções desempenhadas não serão iguais para todos. Ao se atribuir as tarefas e atividades é importante que se exponha as responsabilidades associadas a elas, mas que todos estejam de acordo com a forma como é feita a distribuição. A base do trabalho em grupo bem organizado é a articulação desses funções e atividades desempenhadas e que possibilitam a melhoria contínua da capacidade de operação da equipe e da tomada de decisões adequada. Há necessidade de comprometimento e responsabilidade individual para que se trabalhe em equipe.
- iii. **Conduzir, coordenar e liderar de forma participativa:** é necessário que haja uma liderança dentro da equipe, sem que se estabeleça uma situação de hierarquização e poder. A proposta é que não se afete a igualdade entre os membros, mas de uma figura que auxilie na manutenção desta igualdade.
- iv. **Definir regras de funcionamento e comportamento interno:** a partir da definição de objetivos e de organização das atividades é necessário o estabelecimento de regras estabelecidas em conjunto, levando em consideração: a realidade e plausibilidade das regras, que tenha significado para todos da equipe e sejam assumidas por todos enquanto grupo e indivíduos.

4. Complementação humana e interprofissional – para um efetivo trabalho em equipe, onde se tem ação conjunta e ajuda mútua é necessário que todos compreendam e pratiquem a complementariedade. O trabalho em equipe acontece quando cada membro se complementa, onde cada um enriquece o grupo com suas habilidades, experiências, conhecimentos, perspectivas e competências, fazendo com que haja um aprendizado conjunto a partir do outro. Uma equipe multidisciplinar atua melhor sobre a realidade e consegue tratar de uma situação-problema de forma global. Permite que o todo conflua em um esforço comum, proporcionando aos membros crescimento profissional e pessoal.

5. Capacidade de aproveitar conflitos e oposições – se uma equipe de trabalho é dinâmica as discussões farão parte do processo e será saudável se houver uma postura de cooperação. O diálogo e a discussão permitem a inovação e a apresentação de posições. Os conflitos são

normais nos trabalhos em equipe e decorrem de visões diferentes para se resolver as situações-problema e abordar as soluções. O ponto principal deste momento é o de aproveitá-lo para integrar, elaborar e superar oposições. Se não é superado o conflito ele pode se tornar patológico. É importante, então, que haja um amadurecimento emocional e profissional para se manejar corretamente as diferentes personalidades para uma interação positiva, de aprendizado interpessoal. No caso de conflitos indissolúveis o melhor é desfazer o grupo.

6. Predisposição pessoal e desenvolvimento do espírito de equipe – enquanto indivíduo todos desejam ser aceitos e apreciados pelo que são, acolhidos em sua liberdade e suas características, de modo que o trabalho em equipe lhe permita desenvolver suas potencialidades. Assim, a satisfação das necessidades pessoais dentro do grupo, permite a sensação de pertencimento, gerando satisfação e motivação para se alcançar os objetivos coletivamente.

A equipe é uma entidade emocional, que permite o desenvolvimento em maior ou menor grau da personalidade e potencialidades de cada um e produz a coesão do grupo. A essa coesão, Ander-Egg (1991) chama de “espírito de equipe”, onde todos os membros desenvolvem sentimentos de integração e pertencimento. Assim, o autor afirma que para se constituir as equipes de trabalho dentro de uma oficina existem duas formas:

- i. Organização livre por afinidade ou interesse na atividade proposta (segundo o autor a mais adequada).
- ii. Organizado pelo responsável pela oficina, levando em consideração o que gostam, assim como, a melhor distribuição das tarefas.

Para manter a coesão e harmonia das equipes de trabalho o autor sugere que se assegure uma divisão equitativa de tarefas e definição de controle sobre a execução das mesmas. Além disso, dosar a intervenção dos professores, lembrando que sua participação deve motivar e estimular o trabalho.

Após essa discussão sobre o trabalho em equipe, Ander-Egg (1991) fala sobre as noções básicas de investigação social. Para o autor quando se aplica uma oficina, necessariamente, se realiza algum tipo de investigação e para isso é fundamental que se apresentem instruções concretas para se tratar de problemas científicos.

Como afirma o autor, o processo investigativo é reflexivo, sistemático, controlado e imbuído de criticidade, possibilitando que se inquiram sobre questões presentes no cotidiano, o que supõe e estabelece um modo de explorar os problemas e de organizar a investigação. Assim, Ander-Egg (1991) estabelece de modo geral procedimentos para organização do trabalho de investigação, mas ressalta que esses não são engessados, ou se comportam como fases ou etapas

a serem cumpridas obrigatoriamente, dado que para cada realidade pode haver a adequação necessária.

Assim, o trabalho de investigação pode resumir ao seguinte esquema:

- ✓ **Formulação do problema:** que deve estar muito bem formulado, proporcionando a enunciação do problema, a qual responderá o “a que” e “para que” da investigação. Para ajudar neste tópico o autor seleciona algumas perguntas que merecem resposta: qual é o problema? Quais os dados do problema? Quais seus aspectos ou elementos principais? Quais as relações entre os diferentes aspectos do problema? O que está relacionado ao problema? Está suficientemente definido (conceitualmente)? Que solução se busca?
- ✓ **Fase exploratória:** busca as referências teóricas, informantes, visita ao local de pesquisa, etc.
- ✓ **Desenho da investigação:** elaboração do marco teórico (adquirir embasamento teórico), constituição da equipe de investigação, coordenação de tarefas, definição dos instrumentos metodológicos, organização do material de consulta e investigação, determinação e eleição da mostra;
- ✓ **Implantação da investigação:** meios necessários para o estudo;
- ✓ **Trabalho de campo ou laboratório:** coleta de dados;
- ✓ **Trabalho em sala de aula:** sistematização e análise dos dados obtidos.

Ander-Egg (1991, p. 101) afirma que ao investigar os alunos tem a oportunidade de tomar decisões, característica pedagógica muito importante das oficinas. Tomar decisões é o processo de escolher uma alternativa entre as disponíveis, nas quais se pese vários fatores relevantes para solucionar um problema. Para Ander-Egg (1991) não é suficiente apenas que a decisão seja acertada sem que tenha adesão. Para isso a equipe de trabalho deve estabelecer qual critério utilizará para a escolha, podendo ser por unanimidade, votação ou consenso. Para o autor esse processo pode ser esquematizado da seguinte forma:

FIGURA 6. A investigação requer a tomada de decisão a partir da análise do problema.



Fonte: adaptado de Ander-Egg (1991)

2.4. A interação social de Vygotsky: sua contribuição para efetivação do processo ensino-aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea.

O presente estudo focou em uma metodologia inovadora de ensino, as oficinas, associadas às TIC e demonstrações experimentais para a aprendizagem de FMC no EM. Dessa forma, tínhamos que nos basear em um referencial teórico que pudesse sustentar a aplicação dessas ferramentas em sala de aula. Por esta razão, optamos pela Teoria histórico-social de Vygotsky, na qual o elemento foco de sua análise é a interação social.

A partir desse autor entendemos que o conceito de interação social está, intrinsecamente, relacionado às trocas de informações que ocorrem entre os sujeitos, em que a interação entre pares serve para o compartilhamento de experiências e conhecimentos, permitindo que o desenvolvimento individual se dê, também, a partir do outro.

Vygotsky (1994) afirmou que a relação entre aprendizagem e desenvolvimento ocorre de maneiras diferentes. Este último ocorre aleatoriamente dentro do que se entende como padrão da espécie humana, já a primeira acontece de modo sistematizado, oferecendo algo inteiramente novo para a fase inicial com que passa a criança.

Mesmo a aprendizagem contribuindo, significativamente, para o desenvolvimento, não temos como pensar na primeira sem considerar o segundo. O autor deixa essa questão bem elucidada quando demonstra a importância da observação do desenvolvimento das estruturas intelectuais antes do processo de aprendizagem da criança:

Para se estabelecer a correlação entre o desenvolvimento e o potencial de aprendizado, não é possível que limitemos esse processo a apenas um grau de desenvolvimento. É preciso que se estabeleça ao menos dois graus de desenvolvimento da criança, caso contrário não será possível, em cada situação específica, descobrir a correlação entre seu desenvolvimento e seu potencial para aprender. O primeiro grau que corrobora com o desenvolvimento da criança é chamado de nível de desenvolvimento efetivo⁷, sendo o “nível de desenvolvimento das funções psicointelectuais da criança, obtido como resultado de um específico processo de desenvolvimento já realizado”. (VYGOTSKY, 1994, p. 111)

Além dessas observações, Vygotsky (1994) esclareceu que o aprendizado da criança deveria ser trabalhado no nível de desenvolvimento das estruturas intelectuais em que se apresenta. Afirmando que a compreensão sobre a capacidade da criança aprender e o processo de seu desenvolvimento cognitivo, o autor leva em consideração dois estágios, o efetivo, como apresentado acima, e o potencial.

O nível potencial versa sobre uma série de atividades das quais a criança tem a capacidade de realizar com a ajuda dos adultos ou de colegas mais capazes. Isso significa que o desenvolvimento potencial está indicando o que a criança terá condições de realizar futuramente. Ou seja, é um desenvolvimento possível que se dará na interação, segundo um processo gradativo. Esse ponto discutido pelo autor demonstra a importância da forma como se avalia o desenvolvimento a fim de se estabelecer corretamente em que fase de desenvolvimento cognitivo a criança se encontra.

⁷ Também chamado de “desenvolvimento real”.

Associado a esses níveis de desenvolvimento, Vygotsky (1994) trata sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos, entendida como a zona que está entre esses dois níveis de desenvolvimento tratados, o efetivo e o potencial. O primeiro contempla a capacidade da criança em solucionar de forma independente as atividades e problemas que lhe são colocados. O segundo, entendido como a capacidade da criança em realizar atividades e problemas com a ajuda de colegas mais capazes ou do professor.

O autor esclarece que na ZDP se encontram os conhecimentos que estão passando pelo processo de assimilação ou amadurecimento na criança. Desta forma, diz-se que o nível de desenvolvimento efetivo trata do desenvolvimento retrospectivo, já a ZDP trata do desenvolvimento cognitivo prospectivo.

Alicerçado nesta argumentação, o autor afirmou que o ensino de qualidade é aquele que é trabalhado indo adiante do desenvolvimento, sempre relacionado ao nível potencial, ou seja, com foco naquilo que o aluno é capaz de aprender. Para o autor, se torna fundamental que o processo de aprendizagem seja estabelecido de maneira organizada para que o aluno seja conduzido corretamente. Podemos inferir, desta forma, que para uma aprendizagem efetiva é necessário que o aluno tenha amadurecido na perspectiva de seu desenvolvimento e para isso é fundamental que o professor atue com o propósito de que o aluno avance.

A partir dessa discussão nos deparamos com a seguinte pergunta: como, então, as crianças se desenvolvem?

A partir dos pressupostos do autor, observamos que o aprendizado ocorre, principalmente, quando a interação social é realizada entre pessoas de níveis cognitivos diferentes, o que terá relevância, neste caso, é que durante este processo sejam compartilhados significados sobre aquilo que se aprende. Se pensarmos na interação entre professor e estudantes, o primeiro também aprende, já que reforça os conhecimentos que possui, mesmo que já tenha passado por um processo de internalização de signos e de contextualização daquilo que se está estudando.

Para Vygotsky (1994) as crianças nascem com funções psicológicas elementares, das quais temos a atenção involuntária e, também, os reflexos, mas através da interação social ocorre um processo de transformação das funções elementares em superiores, das quais podemos destacar a consciência e o planejamento. No entanto, para o autor, não é do individual para o social e sim o contrário, ou seja, as crianças se desenvolvem:

“Primeiro no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos”. (Vygotsky, 1994, p.75)

A interação social permite a criança internalizar acontecimentos externos em funções mentais. É neste ponto que o conceito de mediação entra como aspecto importante, já que permite que a criança vivencie suas experiências com o outro e reconstrua internamente fenômenos externos. Essa mediação ocorre por instrumentos e signos, das quais podemos citar como exemplos: as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) ou as demonstrações experimentais. É por essa razão que este referencial teórico permite uma análise mais precisa de nosso objeto de estudo, inclusive porque a metodologia de oficinas permite a interação social e os instrumentos citados acima garantem a mediação desse processo de ensino-aprendizagem, privilegiando a linguagem.

Segundo Gaspar e Monteiro (2005), baseado na Teoria de Vygotsky, a interação social só acontece realmente se na execução de uma atividade, algum dos pares souber como realizá-la. Para o autor, Vygotsky especifica nitidamente o vínculo entre colaboração e imitação. Mas não ocorrendo apenas na criança, esse a interação é, também, motor propulsor de aprendizagem nos sujeitos das mais diversas idades.

Sobre os instrumentos e signos, Moreira (1999) afirma que os primeiros compõem um meio utilizado nas atividades dos indivíduos e que tem como propósito essencial dominar e dirigir a natureza, cuja orientação é externa. Enquanto que o segundo são norteados internamente.

Contextualizando essa discussão para a sala de aula, observamos que o ato de aprender acontece através da interação entre o estudante com seus colegas mais competentes ou com o professor. Vygotsky chama de nível interpsicológico e a assimilação gradativa e consciente da interação ocorre no nível intrapsicológico.

Para Vygotsky (1994) é fundamental que no processo ensino-aprendizagem o professor compreenda que o aluno já possui conhecimentos prévios sobre muitos assuntos. O autor realizou dezenas de estudos empiricamente, confirmando a ideia de que a criança emprega conceitos espontâneos antes que, conscientemente, possa tê-los compreendido, ou seja, antes de saber a definição desses conceitos e a forma de colocá-los em prática de acordo com sua vontade. O autor constatou que a criança tem o conceito dentro de si, reconhece a qual objeto determinado conceito trata, no entanto, não tomou consciência do pensamento que operou sobre o objeto.

No entanto, Gaspar e Monteiro (2005) explica que Vygotsky constatou que o processo é diferente para a aprendizagem de conceitos científicos, pois a criança aprende a partir de uma definição formal e verbal e apenas depois consegue aplicá-las em situações estabelecidas.

Quando a criança está na fase de assimilação daqueles conceitos ensinados na escola, outras ocupações brotam ante seu pensamento, mesmo quando o pensamento está entregue a si mesmo.

“[...] considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos e vice-versa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos conceitos científicos.” (VYGOTSKY, 2009, p. 263).

No entanto, apresentar os conceitos científicos a partir de uma definição formal e verbal não significa seguir um modelo de ensino tradicional, muito pelo contrário. Vygotsky (2009) inclusive faz uma crítica, afirmando que a transferência de conceitos de modo direto é ineficaz. Segundo o autor, aquele professor que fundamenta o ensino nessa estratégia está fadado a não obter resultados positivos, levando os alunos apenas a repetirem aquilo que foi aprendido, sem que internalize os conceitos trabalhados, tornando o aprendizado sem sentido e sem significado para o aluno.

Assim, é fundamental que instiguemos o processo dialético em sala de aula, levando em conta a potencialidade dos nossos alunos. Cabe ao professor garantir um ensino que vá além daquilo que os alunos conhecem para que não se desmotivem, porque pensarão ser inútil ir além de sua capacidade. É proporcionar aos alunos formas de pensamento, levantando de antemão as condições necessárias para que possam absorvê-las.

A aprendizagem dos conhecimentos científicos pode esbarrar em um obstáculo muitas vezes ignorado pelos professores, as concepções alternativas. Almeida, Cruz e Soave (2007) afirma que no ensino de ciências, independentemente do grau de formação, pode existir forte impacto de concepções equivocadas levadas para sala de aula pelos alunos. Segundo os autores, esse conhecimento prévio incorreto dos conceitos científicos, é nomeado de *concepção alternativa*. Essas concepções podem ser compreendidas como conhecimentos construídos pelo olhar simples e não analítico da realidade, cujos significados são produzidos a partir do contexto real, sem aceitação no meio científico. Os autores acreditam que muitas vezes essas concepções acabam sendo fortalecidas inclusive na sala de aula, como quando os professores se utilizam de metáforas impróprias, como um esforço em oferecer ao aluno uma relação encontrada no cotidiano. Dito isto, fica clara a importância de levar em consideração as concepções alternativas dos alunos por parte dos professores de Ciências, em especial pelos de Física, com

o propósito de direcionar o processo ensino-aprendizagem para uma mudança conceitual e não, equivocadamente, ao fortalecimento dessas concepções incorretas sobre os conceitos científicos.

Para a elaboração do produto desta dissertação levamos em consideração o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e, na medida do possível, o diagnóstico das concepções alternativas já mapeadas na literatura existente, como por Pereira, Cavalcanti e Ostermann (2009).

Assim, elaboramos o produto de forma que as atividades sugeridas levassem o aluno a um nível acima do elementar, com foco no processo interativo entre colegas competentes e professor, onde um auxiliaria o outro, estabelecendo um ensino na ZDP da maior parte dos alunos. Oferecendo ao aluno o maior número de chances possíveis para se manter comprometido com as fases que compõem uma atividade, nosso propósito é ir muito além do simples incentivo a busca de uma solução. Desta forma, quando planejamos uma aula ou uma série de aulas, precisamos garantir que se foquem os processos de ensino-aprendizagem e não o produto.

A proposta é que as atividades possam estimular os alunos a aprender conhecimentos que até o momento não tinham sido incorporados, superando fases já assimiladas. Dessa forma, um ensino eficaz é aquele que opera na ZDP dos alunos, provocando um avanço que não se processa espontaneamente. Para isso Vygotsky deixa claro que para a construção do conhecimento é fundamental uma ação compartilhada, enfatizando a importância da linguagem como principal elemento mediador no processo educacional, denotando o caráter central do diálogo na ação pedagógica.

2.5. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Física

Podemos observar que o mundo em que vivemos hoje é tecnológico, como algo natural em nosso dia a dia, mas nem por isso menos complexo. Muitas relações sociais são mediadas pelas TIC. As informações são produzidas e transmitidas a uma velocidade voraz, tornando a tarefa do professor ainda mais árdua, afinal como dar conta de todo esse bombardeio?

Os alunos, atualmente, são chamados de nativos digitais, ou seja, crescem e se desenvolvem cognitivamente e emocionalmente em meio às tecnologias. Assim, a inclusão das TIC como componente mediador no ensino de Física torna-se uma estratégia conveniente, podendo colaborar expressivamente para o processo de ensino e aprendizagem.

Para Kenski (2007) a escola se depara, então, com um grande desafio: como se estabelecer em um novo tempo e espaço social, imerso em um oceano de informações, tendo que transformá-lo em conhecimentos a serem ensinados no âmbito formal. Segundo a autora, as tecnologias no ambiente escolar necessitam de uma compreensão que venha extrapolar a ideia de instrumento que auxilia o ensino, sendo fundamental se respeitar suas especificidades tornando seu uso efetivo.

Lévy (1993) afirma que os avanços científicos e tecnológicos da atualidade têm garantido acesso a informação e ao conhecimento de forma muito mais rápida e eficiente. No entanto, mesmo que esses avanços propiciem novas perspectivas de interação entre as pessoas isso têm gerado novos desafios, inclusive, na educação. Pois não se pensa no processo ensino-aprendizagem na busca exclusiva de conhecimentos, mas no desenvolvimento de competências e habilidades que permitam uma participação crítica e cidadã dos alunos na sociedade onde se inserem. Esse é um grande desafio, também, para o ensino de Física.

Nessa perspectiva o Guia de Tecnologias Educacionais (GTE) do MEC (2009) traz que o uso da tecnologia deve propiciar um ensino que busque o desenvolvimento dos indivíduos, na formação cidadã, numa perspectiva de gestão democrática, onde o professor é respeitado, na busca por uma educação de qualidade. Nessa concepção, sendo a tecnologia mais do que a utilização de um recurso, tornando-se um conhecimento a ser ensinado e aprendido. Sendo as tecnologias mais do que uma mera instrumentalização para o ensino, assumindo-a como um saber que se aprende, para que os alunos possam exercer cidadania num mundo tecnológico.

Entretanto, quando a tecnologia é utilizada como instrumento para o processo ensino-aprendizagem, é fundamental que o professor proporcione uma direção de uso consciente e eficaz para o recurso, como no caso das pesquisas pela internet, simuladores etc.

Ao planejar o ensino de física mediado pelas TIC é possível usá-las como estratégia para a explicação de conceitos abstratos, inclusive porque propiciará aos alunos a alteração de variáveis e a observação de mudanças resultantes da própria manipulação ou daquela realizada pelo professor. Além disso, as tecnologias facilitam a compreensão de conceitos teóricos, aproximando o conteúdo dos alunos.

A associação de metodologias ativas de aprendizagem, como as oficinas, com a utilização de tecnologias e demonstrações experimentais são alguns dos recursos que podem ser empregados pelos professores para garantir a mobilização dos alunos para o aprendizado. Funcionam como estímulo para a construção do conhecimento e podem ser exploradas com vistas à superação do ensino tradicional ou meramente transmissivo dos conteúdos.

Nesta perspectiva o professor ao pensar em sua prática pedagógica deverá ter em mente que para mobilizar os alunos para a aprendizagem será necessário abordar os saberes a partir de sua realidade, pautada em experiências cotidianas que geram o interesse. Sabemos que a tecnologia faz parte dessa realidade e trazê-la para a sala de aula é garantir ao aluno um conhecimento importante para a vida, dando sentido aquilo que se ensina e aprende.

Charlot (2000) afirma que existem três dimensões importantes da relação com o saber, das quais destaca a mobilização, atividade e o sentido. Estando essas três dimensões inter-relacionadas no processo ensino-aprendizagem. Segundo o autor, para ocorrer a atividade é necessário mobilizar o aluno e para que isso ocorra a atividade deve ter significado para ele. Dessa forma, para o autor, mobilizar significa garantir movimento, acionando recursos para a ação. O conceito de mobilização assinala outros dois conceitos, o de móbil e de recursos. Móbil como motivo para ação, mas não confundir com metas a serem alcançadas. Os recursos seriam todas as estratégias e forças disponibilizadas para a ação.

Nesta perspectiva, a tecnologia pode ser usada como uma força propulsora para que o aluno use a imaginação e tenha oportunidade de ser criativo. Além disso, é um recurso que propicia as trocas e a interação com o outro, podendo aproximar os sujeitos.

Sabemos que muitos professores já se deram conta da importância das TIC e de como elas podem facilitar o processo de aprendizagem. No entanto, é necessário expandir o número de educadores que, efetivamente a utilizam.

A utilização das TIC tem que acontecer de modo consciente, maximizando suas potencialidades. Ela deve ser integrada a prática pedagógica de modo a integrar os sujeitos, propiciar abertura para discussão de conteúdos, aproximar a ciência muitas vezes abstrata do concreto. Não é basear sua utilização a visão tecnicista de ensino, pois não possibilitará, por si só, mudanças ou melhorias para a educação. (MORAN, 1998)

Vygotsky (1994) afirma que o aluno, a partir de uma mediação de instrumentos e signos nas interações sociais, internaliza novos conhecimentos, os instrumentos como mediadores no nível inter e os signos como mediadores no intrapsíquico, permitindo a transformação das funções psicológicas elementares em funções psicológicas superiores. Desta forma, são socializadas no coletivo as informações, os conhecimentos e os saberes, no chamado nível Interpsíquico. Posteriormente, o sujeito atribui significado aquilo que foi construído coletivamente e internaliza, no nível intrapsíquico, novos saberes.

Percebemos, assim, que a tecnologia pode vir a propiciar essa interação social do conhecimento. No entanto, para que as TIC cumpram seu papel e que aconteça uma transformação no processo educativo é fundamental que se supere o modelo transmissivo de

educação escolar, já que este atrapalha a interação e a mediação dialógica dos sujeitos escolares com as TIC e com os conhecimentos advindos delas.

Para Kenski (2003) trazer as TIC para o ambiente escolar está, intrinsecamente, relacionada a uma alteração de atitude por parte do professor com relação a seus alunos e na forma como ocorre a construção do conhecimento. A autora discute a necessidade de superação do antigo modelo pedagógico, onde o professor é o centro. É fundamental que se tenha clareza que a tecnologia vem não apenas como instrumento a ser explorado durante o ensinar e o aprender, mas é um mediador entre professor, os saberes e o aluno.

Moran (1998) afirma que através das TIC é plausível irromper com fundamentos pré-estabelecidos em sala de aula, ampliando o espaço e tempo para a aprendizagem. Para o autor, as TIC dão oportunidade para uma mudança no espaço formal de ensino, inclusive porque incentiva a criatividade, investigação e participação. O processo de construção do conhecimento, empreendido por alunos e professores, é feito pelo uso de materiais diversos, como: imagens, áudios, softwares, filmes, simuladores, jogos e muitos outros. Essa maneira de refletir as TIC, enquanto instrumentos de formação dos sujeitos no ambiente escolar estrutura-se, não apenas pela inserção das ferramentas tecnológicas em sala de aula, mas inclusive a formação do professor habilitado a atuar como mediador entre as TIC, alunos, conhecimentos e realidade.

Para o autor, existe a falta de reflexão sobre a formação técnica oferecida aos professores no que diz respeito ao uso das tecnologias desconsiderando, inclusive, que essa formação é necessária para as exigências do mundo atual. Desta forma, a introdução das TIC na escola demanda, primeiramente, a formação do professor com vistas a gerar mudanças no processo ensino-aprendizagem, garantindo a este um caráter mais dinâmico, preconizando a autonomia e independência do aluno, através do estabelecimento de ambientes estimulantes com o uso das TIC. Não acreditamos que seja apenas adaptar o modelo pedagógico tradicional as novas tecnologias ou vice-versa, pois as TIC e os velhos hábitos de ensino não combinam.

Santos (2006) afirma que o ensino tradicional, a carência de práticas pedagógicas inovadoras e a ausência de TIC compõem algumas das causas das dificuldades enfrentadas pelos os alunos na aprendizagem dos conceitos da física. É notório que muitos são os recursos tecnológicos que podem ser explorados para o ensino de física, mas para serem eficientes precisam ser aplicados numa perspectiva de inovação didático-pedagógica, onde se aliam conteúdos e metodologias inovadoras.

Cavalcanti (2006) declara que a introdução da tecnologia nas aulas de física e o uso, por exemplo, de simuladores garantiu a realização de experimentos que apenas se tornariam

possíveis sendo executados em laboratório, além disso, foi possível a reflexão mais precisa de situações reais, garantindo ao professor e ao aluno atividades de aprendizagem potencialmente ricas.

Segundo Ferreira (2000) os softwares de simulação e modelagem tornam o ensino da física menos abstrato, já que permite a visualização de situações observadas no real e modelável através de programas computacionais, facilitando que o aluno correlacione os conceitos apresentados em sala de aula, aplicando-os através da utilização do software.

Atualmente, estudos tem apresentado formas como as TIC veem sendo empregadas no ensino de física, alguns exemplos são o uso de hipertextos (OLIVEIRA e SARAIVA, 2010); a simulação e modelagens computacionais (DORNELES, ARAÚJO e VEIT, 2008); e o uso de animações interativas (BORCELLI e COSTA, 2008).

Nesta perspectiva, percebemos que as simulações e experimentos virtuais levam o aluno a uma melhor compreensão dos problemas físicos, permitindo o controle de variáveis e estabelecendo as relações entre essas com o conteúdo trabalhado pelo professor em sala de aula, auxiliando na absorção dos conceitos físicos e sua aplicabilidade para a vida.

2.6. As atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes abordagens

Santos (2006) afirma que uma das maiores problemáticas no ensino de Ciências ocorre, diversas vezes, porque os conteúdos científicos são apresentados aos estudantes sem uma conexão lógica entre a teoria e o cotidiano, ou seja, muitas vezes essa área do conhecimento é tratada de forma descontextualizada, deixando de ter sentido para a vida, e essa situação não é diferente para o ensino de Física. O estudante só consegue se comprometer com seu aprendizado, de modo ativo no processo, se conseguir visualizar o sentido daquilo que aprende. As questões de ordem pedagógica para o emprego de situações práticas e/ou concretas do cotidiano para o entendimento e aprendizagem de conceitos físicos devem partir do princípio de que o estudante aprende algo apenas quando consegue integrar o novo conhecimento a sua própria vida. Ou seja, o aprendizado é garantido quando aquilo que é apresentado no processo ensino-aprendizagem reflete as necessidades daquele que aprende.

Gaspar (2005) afirma que o ensino de Ciências passou por vários progressos e retrocessos no decorrer de sua história, até culminar no que se estabeleceu atualmente. Para o autor, o ensino de ciências deve problematizar e desafiar os estudantes para o aprendizado de conceitos científicos, com desenvolvendo de habilidades e competências, focando a reflexão e a investigação. Assim, para que se alcance uma aprendizagem efetiva o autor cita como

estratégia importante a experimentação, inclusive, por seu caráter motivacional, já que auxilia o educando a desenvolver um novo modo de observar o mundo, partindo de suas hipóteses e conhecimentos prévios.

Na introdução deste trabalho já apresentamos, brevemente, um pouco do que o PCN+ (BRASIL, 2002, p. 62) nos traz como diretrizes para o ensino de física no EM. Percebemos que os professores precisam colaborar a fim de que seus alunos desenvolvam as competências recomendadas e que se relacionam às capacidades de: “a) realizar investigações e compreender a Física; b) utilizar a linguagem física e ser capaz de comunicar-se por meio dela, e; c) contextualizar histórica e socialmente os conhecimentos físicos. ” Podemos observar que o professor pode fazer uso de diversas estratégias pedagógicas para obter sucesso nessa ação. Nesse trabalho focamos na metodologia de oficina, nas TIC e na experimentação.

O próprio PCN+ (BRASIL, 2002, p.84) estabelece que é fundamental que a experimentação seja trabalhada durante todo o desenvolvimento das competências em física, isso porque ela privilegia o “fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis”, garantindo que o aluno construa seu próprio conhecimento, ampliando seu interesse e o costume em continuamente investigar, aprendendo que o conhecimento científico não é uma verdade inquestionável e irrevogável.

Desta forma, observamos que no ensino de física o uso de atividades experimentais pode funcionar como estratégia pedagógica profícua no desenvolvimento da criticidade a partir do diálogo entre os estudantes e professor, permitindo a construção de novos conhecimentos adquiridos coletivamente, onde o conteúdo adquire significado real. Quando o jovem é confrontado com a realidade a partir do conhecimento físico que adquire, percebe que essa realidade é muito mais complexa do que muitas vezes é tratado numa descrição teórica.

Além desses aspectos, a experimentação oferece a oportunidade de uma aprendizagem lúdica, ilustrativa e embasada em desafios, favorecendo não apenas o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, mas emocional, pois traz à tona os aspectos relacionados à capacidade de aprender enquanto indivíduo e com o outro. Desta forma, é importante que o professor, ao empregar as atividades experimentais em sala de aula, verifique o potencial contextualizador, pensando sempre em como tornará aquele momento de ensino mais significativo para o estudante.

Para Gaspar (2005) o professor é aquele que possui o conhecimento científico e a postura investigativa, ou seja, aquele que tem vontade de encontrar novas respostas aos problemas e pode, com isso, instigar seus alunos a construir novos conhecimentos a partir

da reflexão sobre experiência proposta, neste aspecto o professor se torna mola propulsora para aprendizagem.

Segundo o autor, as atividades de experimentação por um longo período foram colocadas aos estudantes de duas formas equivocadas. No primeiro caso apresentavam caráter meramente ilustrativo, seguindo o que estabelecia a escola tradicional, onde a experimentação era utilizada somente como exemplificação de um conhecimento teórico apresentado previamente e em que o foco principal era facilitar a memorização do conteúdo e retificação daquilo que foi explicado. No segundo caso, a experimentação devia seguir um guia rígido, não permitindo as tentativas baseadas na curiosidade ou até mesmo o erro.

Atualmente, de acordo com Gaspar (2005), as atividades experimentais objetivam tornar as explicações mais compreensíveis e eficientes a partir das interações sociais. Para o autor, a experimentação possui algumas vantagens sobre a teoria, no entanto, as duas devem andar sempre juntas, já que uma complementa a outra. O autor enfatiza, ainda, que o experimento por si só não é capaz de desencadear uma relação com o conhecimento científico, mas isso só é possível com a interação entre teoria e prática.

Das vantagens sobre o uso da experimentação no ensino de Ciências, Gaspar (2003) afirma que o aluno desenvolve a capacidade de interpretação, conseguindo compreender melhor as informações que recebe. Atividades de cunho prático permitem ao aluno relacionar o conhecimento científico adquirido com sua realidade e seu dia a dia, construindo significado para os conteúdos trabalhados em sala de aula. Além dos pontos destacados, ela propicia a interação social, pois tem como foco o diálogo entre os pares na troca de informações. Leva os alunos a discutirem hipóteses e a formulação de questões relacionadas ao tema estudado.

Um aspecto essencial da experimentação, segundo o autor, é garantir que os alunos se tornem sujeitos ativos de sua própria aprendizagem, onde praticamente todos participam. Gaspar (2003) acredita que isso ocorra, porque essa atividade também permite a observação direta e imediata da resposta, propiciando momentos de autonomia para o estudante, nos quais não precisa de intermediários para adquirir o conhecimento, pois as respostas para suas perguntas são vislumbradas através da natureza.

Desta forma, o que podemos inferir é que o uso de demonstrações experimentais que sejam exploradas através de um ensino dialógico com momentos de manipulação por parte do aluno se mostra ferramenta efetiva no processo ensino-aprendizagem, sendo o professor o mediador da aprendizagem, despertando nos alunos a curiosidade a partir de situações-problemas com foco na investigação e, a partir disso, construindo novos conhecimentos.

A experimentação é uma oportunidade dada ao aluno para encontrar novas formas de leitura da realidade, a partir de suas próprias hipóteses e conhecimentos prévios, aprendendo sobre os fenômenos, emancipando-se intelectualmente, já que sai do senso comum. Segundo Gaspar (2003), a experimentação precisa garantir que o aluno deixe suas concepções alternativas, por um conhecimento científico, ou seja, permitindo a construção de conceitos corretos sobre a realidade.

Muitos professores questionam como trabalhar a experimentação com os alunos, mas devemos ter clareza que é ir além do laboratório escolar, já que essa estratégia de ensino-aprendizagem pode ser trabalhada em sala de aula, utilizando-se materiais de baixo custo e alternativos. O que importa realmente, segundo Gaspar (2003), é que essas práticas permitam o debate, explicações e se relacionem aos conteúdos apresentados pelo professor em sala de aula. Ou seja, a proposta não é que se utilize a experimentação para comprovar leis e teorias, como simples ilustração da teoria.

Carvalho (2007) acredita que o professor deva proporcionar aos alunos uma experiência problematizadora. Indo além da simples ação manipulativa dos recursos apresentados na experimentação, é fundamental que se explore outras competências como a leitura, a escrita e a fala, onde se abram espaços de debate conceitual sobre a atividade proposta. Quando o professor determina qual situação-problema utilizará na atividade, precisa ter em mente que é essencial seu caráter desafiador, gerando interesse e a curiosidade do aluno. De acordo com a autora, o professor ao trabalhar com a experiência problematizada não deve oferecer respostas acabadas, mas estimular o aluno a formular novas questões, isso permitirá a construção e reconstrução de conhecimento, sempre como ator no processo.

2.6.1. Mas como escolher e planejar uma atividade de cunho experimental?

Gaspar (2003), na tentativa de oferecer caminhos para a melhor escolha de atividades de cunho experimental, estabeleceu alguns critérios que podem auxiliar o professor, pensando tanto no conteúdo quanto no planejamento do curso. Dividiu os critérios pensando: nas demonstrações que podem ser realizadas pelos professores e aquelas que podem ser executadas pelos alunos em grupos ou sozinhos.

Há uma diferença entre experimentação e atividades de demonstração experimental. A demonstração, como afirma Krasilchik (2004), é executada pelo professor, buscando que o aluno desenvolva a capacidade de observação. A experimentação visa à ação do aluno, com foco na investigação. O professor deverá em conjunto com seus alunos partir de um problema,

estabelecendo objetivos, processos, anotações dos dados e, finalmente, a conclusão. É fundamental que o conteúdo seja sempre contextualizado.

Ao se decidirem pela atividade que realizarão, o professor propiciará que os alunos consigam passar por algumas fases de realização, segundo Carvalho (2007) são:

- 1) O Estabelecimento de condições para que os alunos, em sala de aula, consigam realizar o experimento ou observar a demonstração afim de que problema seja resolvido.
- 2) Quando os alunos compreenderem o que foi demonstrado ou o que executaram é necessário levar os alunos a refletirem sobre “como” solucionaram o problema e por qual razão ele deu certo (aqui é importante salientar que o erro também pode ser utilizado na reflexão, por que deu errado?). Ou seja, é fundamental que ao aplicar uma atividade, o professor saiba criar estratégias para torna-la interessante, motivando o aluno a participar do processo.

Após estes dois primeiros momentos, o professor deverá discutir quais eram as hipóteses apresentadas e qual foi a solução encontrada para o problema, se preocupando com a compreensão do processo. As próximas fases estabelecidas pela autora são a reflexão e a conceituação.

É importante que o professor tenha em mente que podem ocorrer falhas nos experimentos ou o surgimento de dados não previstos. Bizzo (2000) afirma que o erro não deve ser encarado como algo negativo, pois ele pode permitir o surgimento de novas hipóteses que o autor chama de originais, possibilitando a investigação das causas desses resultados, abrindo a oportunidade para espaços criativos.

Tomazello (2008) afirma que o professor deve refletir a razão pela qual fará atividades experimentais, quais são seus objetivos no contexto das aulas propostas, tendo clareza da necessidade de um planejamento prévio. A autora cita Gurgel (2000) reforçando que a prática experimental deve ser problematizada e baseada numa visão crítica de ensino, não significa seguir roteiros pré-definidos, sem a preocupação de se articular a teoria com a prática, essa postura pode denotar uma relação muito restrita entre a atividade científica e a prática experimental, prejudicando o processo de ensino baseado em pesquisa.

Segundo a autora é importante que o professor defina os objetivos de aprendizagem, apresentando-os aos alunos. Além disso, estabelecer os objetivos didáticos da atividade, ou seja, entender o que deseja com a atividade prática. Para Tomazello (2008) o professor deve propiciar aos alunos a oportunidade de pensarem de maneira lógica, focados na investigação, desenvolvendo a competência de questionar e explicar o que está ao redor, valorizando suas ideias proporcionando sentido a vivência cotidiana.

Gaspar (2003) afirma que é necessário desmistificar as atividades experimentais, oferecendo a elas objetivos mais realistas, simples e atingíveis, assim como: aprender a medir; conhecer as dimensões das grandezas físicas; examinar as leis; elaborar e explicar gráficos; e examinar de modo experimental como resolver situações-problema.

O autor coloca que mesmo sendo simples a atividade experimental, o professor notará que através dela os alunos terão a percepção dos obstáculos de uma medida e da importância da validação experimental de um processo ou hipótese, além de outros achados; e a motivação para a aprendizagem.

Na aprendizagem científico-tecnológica e matemática, a atividade experimental, seja de cunho demonstrativo, manipulativo ou de observação de situações-problema e dos equipamentos encontrados no dia-a-dia dos alunos, e inclusive aquelas que ocorrem no próprio laboratório, ocorre de forma diferente daquela realizada para a descoberta científica, mas é importante para os alunos, pois oferece a oportunidade de desenvolverem diversas e simultâneas maneiras de perceberem qualitativa e quantitativamente os fenômenos, além disso, permite que manuseiem, observem, confrontem, indaguem e construam conceitos; levantem elementos expressivos, que permitam sugerir e examinar explicações para hipóteses e, inclusive, realizar previsões quando as experiências não são executadas. (GASPAR, 2003)

De acordo com o autor, a experimentação é uma atividade inerente a física, com sua linguagem, métodos, ferramentas e aparelhagens especiais, sendo de suma importância para o aluno adquirir esse conhecimento. As atividades experimentais em laboratório permitem ao aluno a descoberta e aprendizado de que qualquer alteração na forma de se conduzir uma experiência, seja na mudança do método empregado, ou variável, ou material ou equipamento, pode gerar modificações nos resultados obtidos e na exatidão das medidas que se busca. Além disso, uma experiência igual pode ocasionar resultados numericamente distintos, estando todos corretos; os alunos serão capazes de observar que em física existem desvios ou incertezas relacionados a um valor de uma medida ou constante física, porque estão relacionados a processos estatísticos; saberão sobre a importância da utilização correta de algarismos expressos na demonstração dos resultados alcançados, incluindo a necessidade e relevância de seu significado físico.

Desta forma, para Gaspar (2003), em algumas atividades experimentais os alunos entenderão de modo adequado um dos princípios básicos da Física Moderna, o princípio da incerteza.

Nesta perspectiva de atividade experimental o produto educacional proposto para este trabalho apresentou atividades experimentais de cunho demonstrativo e prático, com o intuito de proporcionar momentos de reflexão sobre as questões expostas neste capítulo.

2.7. Integrando Oficina, TIC e atividades experimentais

Muitos problemas se apresentam pré-definidos no ensino de física e isso pode ser verificado nos livros didáticos, onde encontramos diversos exemplos. Segundo Barros (1999) é possível, através da utilização de situações-problema fundamentadas em acontecimentos reais, transformar a prática escolar, conduzindo os alunos a um processo de aprendizagem mais holístico. É nesta perspectiva que a metodologia de uma oficina segue, pois ela leva o aluno a AÇÃO, indo da observação à experimentação frente a uma ou mais situações-problema.

Para o autor, quando a prática pedagógica permite que no processo de aprendizagem o aluno possa partilhar experiências, comunicando-se dialogicamente, é efetiva a construção do conhecimento, isso porque ao compartilhar suas hipóteses sobre a realidade é oportunizado momentos de reflexão e criação, em que a maneira como pensa sobre determinada situação pode ser exposta. Esse momento se enquadra na segunda etapa de uma oficina, a REFLEXÃO, no qual os alunos explanam conceitos espontaneamente, gerando o debate sócio cognitivo, a desestabilização, levando-o a (re) pensar sobre os conceitos que possuem a respeito da realidade. (VIEIRA e VOLQUIND, 2002).

Desta forma, no momento da oficina o professor terá como tarefa guiar seus alunos por trilhas seguras, ajudando-os a descobrir cognitivamente sua própria estratégia de compreensão do mundo. Para isso, o professor deve ser capaz de descobrir maneiras de intervir no processo de aprendizagem do aluno. A argumentação dialógica pode ser eficaz, pois é uma forma do professor incentivar e conduzir a troca de ideias, possibilitando o confronto de pontos de vista por aqueles que fazem parte da atividade em sala de aula (MONTEIRO, MONTEIRO e GASPAR, 2003). Essa categoria de discurso pode ser dividida em elementos, dos quais temos: o instigar, o contrapor, o organizar, o recapitular, o reconduzir e o falar avaliativo.

Desta maneira, podemos observar que a metodologia de oficina permite o diálogo entre os sujeitos que compõem o processo ensino-aprendizagem. De acordo com os autores (2003, p.10)

“O professor deve priorizar o diálogo, falar e perguntar menos, ouvir e responder mais; estimular e buscar a manifestação dos alunos, preocupando-se mais com a capacidade de compreensão dos alunos do que com os conceitos por eles emitidos”.

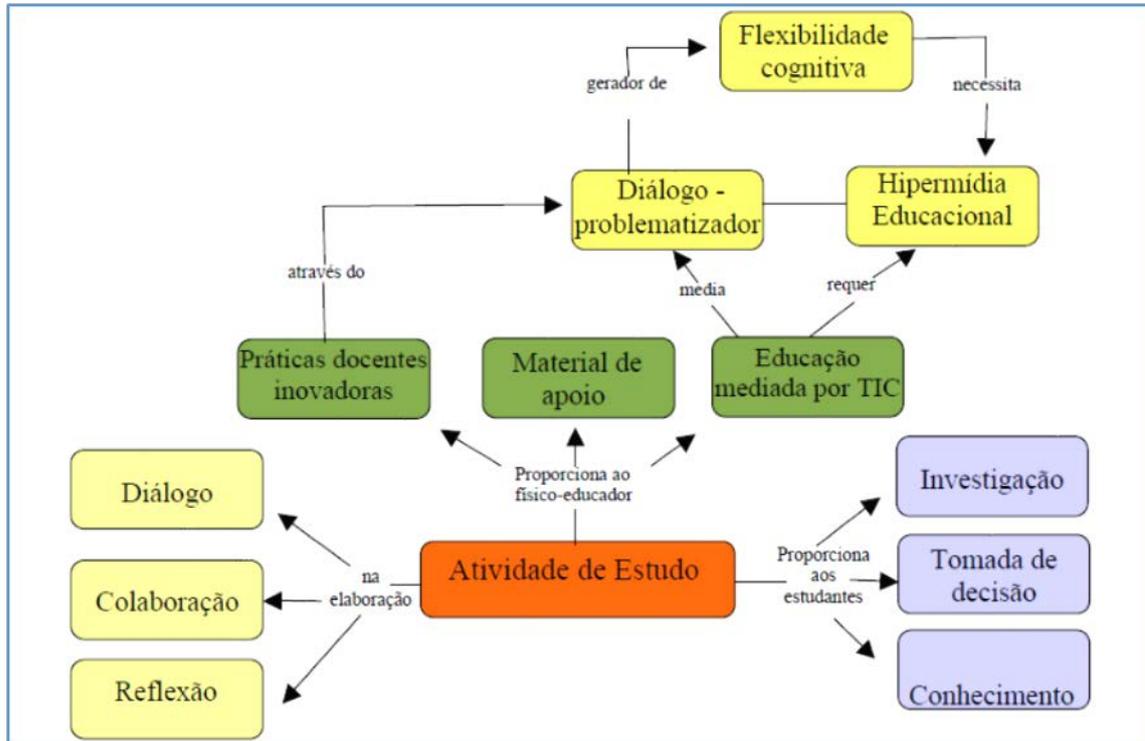
Com o intuito de potencializar os benefícios do uso da metodologia de oficinas, podem ser associadas a ela as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e as demonstrações experimentais. Sabemos que no ensino de física as tecnologias podem ser utilizadas para problematizar situações reais, no entanto, não serão elas capazes de solucionar todas as dificuldades enfrentadas hoje na educação. As TIC podem auxiliar o professor na tarefa de mobilizar os alunos para aprendizagem, a utilização e interação com simuladores, animações, vídeos, áudios, hipertexto, laboratórios virtuais e demais softwares educacionais podem ser convenientes, pois dissolvem a monotonia pelo ensino tradicional, baseado em aulas expositivas, resolução de exercícios e a leitura de textos. Ao exemplificar o conteúdo de uma maneira mais interativa e lúdica, o aluno pode se sentir mais motivado a aprender. (CHARLOT, 2000)

Outro instrumento que pode ser utilizado neste processo de mobilização dos alunos são as demonstrações experimentais. Relaciona-se muito o termo “atividade de demonstração” no ensino de física quando se utilizam experimentos a fim de representar ou elucidar algum fenômeno, porém é corriqueiro que trate de qualquer atividade realizada sem utilizar a lousa, dos quais podemos destacar o uso de um vídeo ou música. Apesar de o termo ter vários significados pedagogicamente corretos, o restringiremos a atividades experimentais, objetivando expor e esclarecer ao aluno os fenômenos físicos em sua essência qualitativa observadas. Essas atividades experimentais podem ser reais ou virtuais, explorando o uso das TIC para o ensino de física. (MONTEIRO, MONTEIRO e GASPAR, 2003)

Seguindo a pesquisa dos autores, as atividades práticas demonstrativas podem ser executadas nos espaços de educação formal ou informal. No primeiro caso, observa-se que certas atitudes do professor são fundamentais para que consiga alcançar seu propósito pedagógico, que seria garantir situações de ensino-aprendizagem estimuladoras, através da interação social.

Neste interim, Abegg *et. al.* (2012) afirma que as situações-problema, enquanto uma proposta de atividade de estudo, permitiriam aos alunos compreender, investigar e tomar decisões, construindo sua autonomia (Figura 7). Neste âmbito o professor se coloca na função de mediador da aprendizagem, com o uso das TIC, materiais de apoio e práticas pedagógicas inovadoras, conforme a rede conceitual a seguir.

FIGURA 7: Rede conceitual sobre as potencialidades educacionais de uma atividade de estudo.



Fonte: Abegg *et. al.* (2012, p. 24)

É neste ponto que acreditamos contribuir, apresentando uma possibilidade de prática inovadora de ensino. Agregando a este trabalho um produto educacional apresentar a professores a aplicação da metodologia de oficinas, já que é pouco divulgada e entendida segundo Vieira e Volquind (2002), associando-a às TIC e as demonstrações experimentais através de planos de aula e que poderiam subsidiar o trabalho do educador em sala de aula, estimulando-o a dinamizar sua prática pedagógica. Esse material explora, também, os conteúdos de FMC enquanto conteúdo inovador. Esse tipo de produto educacional tenta proporcionar ao professor um estudo autônomo e auto instrucional, no contato com conteúdos pouco ou nada estudados durante sua formação inicial.

O intuito é buscar oferecer ao professor momentos oportunos de reflexão e formação. Segundo Reali e Mizukami (2012) o valor de uma sociedade está fortemente atrelado ao grau de formação dos cidadãos e sua capacidade de inovação. Para isso é necessário garantir atualização permanente de seus conhecimentos. Para Lévy (1999) uma das características dessa sociedade se deve ao fato de que os conhecimentos e competências adquiridos por uma pessoa no início da carreira serão obsoletos ao final do seu percurso. Neste cenário, vê-se a necessidade de aprender permanentemente e aprender a aprender. Assim, o produto educacional apresentado pode oportunizar esse processo de formação autônoma do professor.

3 CAMINHOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL

3.1. Planejando o processo ensino-aprendizagem numa perspectiva de inovação

Apesar de observarmos uma série de mudanças na conjuntura da educação brasileira, relacionadas a implantação de inovações e a perspectiva de novas práticas pedagógicas em sala de aula, inclusive com enfoque para a educação científica e tecnológica, o ensino de física ainda mantém maior foco na transmissão de conhecimento, centrado numa postura de ensino tradicional.

Por tudo que já discutimos neste trabalho, é plausível afirmarmos que uma mudança no ensino de física exige a revisão dos conteúdos programáticos, a fim de aproximá-los do cotidiano dos alunos. Meheut e Psillos (2004) declaram que as inovações de conteúdo são, especialmente, relevantes no ensino de ciências. Além disso, é necessário reavaliar o que se objetiva para o processo ensino-aprendizagem, inovando os recursos didáticos e a prática pedagógica do professor, sempre com a visão de que o aluno deve aprender para atuar de forma plena e cidadã na sociedade em que vive.

Pensando na perspectiva de inovação é que o produto educacional deste trabalho foi elaborado: envolvendo tópicos de FM, dada a sua importância na sociedade. Disponibilizamos algumas sugestões de recursos didáticos que podem ser utilizados pelos professores, para uma prática pedagógica que leve à autonomia dos estudantes. Além disso, indicamos material de estudo não apenas para serem trabalhados pelos alunos, mas também pelo próprio professor.

Com relação ao conteúdo programático, usamos como base o Currículo da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP) de 2008 e a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2014), ambas a partir da unidade *curricular 5 – Matéria e Radiações – Constituição e Interações*. Estes são os conhecimentos de física que podem ajudar os estudantes a compreender como são utilizadas as radiações nas mais diversas atividades da sociedade atual, tais como nos diagnósticos médicos, como radiografias e tomografias; a produção de energia com o apoio em processos nucleares; entre outros tópicos.

Na proposta curricular da SEE-SP (2008) a unidade *Matéria e Radiações* tem como intenção garantir que os estudantes do EM se aproximem do que vem sendo desenvolvido atualmente na física. Desta forma, o tema trata sobre o modo como a matéria se organiza microscopicamente, relacionando-a com suas propriedades macroscopicamente conhecidas. Assuntos de grande importância para as tecnologias modernas e sobre seus benefícios. São abordados com a aprendizagem sobre radiação e suas formas de emissão e de absorção. Para

exemplificação deste conteúdo o professor pode explicar o funcionamento de certas lâmpadas e equipamentos médicos para tratamento e diagnóstico de doenças, alertando para os perigos inerentes as tecnologias existentes. As partículas elementares permitem interrogar sobre a elementaridade do átomo. Outro conteúdo importante, e que pode ser abordado neste tópico, é sobre o processamento e o armazenamento da informação através de componentes eletrônicos.

O BNCC (2014) coloca que a discussão dessa temática auxiliará os estudantes na resolução de algumas questões fundamentais: como a diferença entre as radiações; as suas formas de produção; a interação das diversas radiações com a matéria; sobre a constituição da matéria; os efeitos biológicos e ambientais das diversas radiações.

Assim, no produto educacional apresentamos uma interessante relação de recursos didáticos a serem utilizados, explorando o uso das demonstrações experimentais e das TIC, discutindo a forma como podem ser abordados em sala de aula. Há um planejamento para o emprego de cada recurso e material disponibilizado, com o intuito de auxiliar os professores a oferecer uma experiência de aprendizagem efetiva ao aluno. Além disso, como proposta de inovação da prática pedagógica o produto educacional oferece ao professor e ao aluno a oportunidade de vivenciarem o processo ensino-aprendizagem através de oficinas. Para isso todas as atividades propostas são organizadas através dessa metodologia.

3.1.1. Descrevendo o produto educacional

O produto educacional foi estruturado no formato de planos de aulas com temas que podem ser trabalhados isoladamente ou em sequência. Além disso, é possível adaptá-los livremente, de acordo com os interesses do professor. Os planos de aula trazem referenciais para aprofundamento dos conteúdos de FMC, tanto para professores quanto para alunos; roteiro de planejamento para atividade experimental e para utilização da metodologia de oficina.

Quando se trata de FMC, os livros didáticos voltados para EM não são os mais adequados como livro-texto e de estudo do professor. Isso pode ser corroborado pelos estudos de Ostermann e Ricci (2004), que ao avaliarem livros didáticos editados após 1996, chegaram a constatação de que, mesmo estando a FMC contemplada no PCN, esse tema aparece em poucos livros-didáticos, muitas vezes com sérios erros conceituais e alguns livros nem abordam o tópico. Portanto, para tal, propomos que o professor realize seus estudos a partir dos materiais indicados, como artigos e produtos educacionais. Livros textos voltados para o ensino de graduação são boas referências, porém não se preocupam com a transposição didática, tornando muitas vezes a compreensão da FMC um obstáculo para seu ensino. Ou seja, o professor pode

encontrar maior dificuldade em um estudo autônomo, especialmente, no que se refere ao formalismo matemático adotado.

Os artigos e produtos educacionais indicados foram desenvolvidos pensando na prática do professor na sala de aula do ensino básico. Assim, lembramos um ponto fundamental para o sucesso da implementação destes planos de aula propostos: **o compartilhamento de experiências**. Para isto, foi disponibilizado um ambiente virtual colaborativo de apoio ao professor, que poderá funcionar como uma comunidade de aprendizagem profissional, a proposta é que os professores consultem os materiais de apoio, façam suas leituras e reflexões e utilizem fóruns para o debate de temas que tenham interesse. Observamos que essa prática tem sido bastante utilizada em diversas áreas do conhecimento, por exemplo, no desenvolvimento de software onde os fóruns são fundamentais. O compartilhamento de experiências permite que os usuários evoluam conceitualmente e se apropriem de conceitos e da experiência dos outros, da mesma forma que possibilitam ao professor criar, compartilhar e discutir sua prática pedagógica. No âmbito educacional um exemplo de ambiente virtual pode ser visto no Portal do Professor do Ministério da Educação (MEC).

No ambiente virtual de interação proposto neste trabalho, estão disponíveis materiais de apoio ao professor, roteiros experimentais, simuladores e espaço para o compartilhamento de materiais e experiências com escrita colaborativa. Estes, também, estão disponíveis para download ou podem ser acessados por um canal específico na rede, via desktop ou dispositivos móveis através do link <https://goo.gl/ixxjLh>.

3.1.1.1. Planos de aula – articulando a metodologia de oficinas, as atividades experimentais e TIC.

Segundo Vasconcelos (2008) um plano de aula origina-se sempre de um projeto pedagógico institucional que acaba fornecendo uma dinâmica para o ensino, esmiuçadas num plano de curso, por exemplo. Ele prevê as atividades que serão desenvolvidas a partir de um plano de ensino, o qual resulta do planejamento mais amplo e estruturado em fases sequenciais, relacionados com os objetivos e conteúdos estabelecidos. O plano de aula tem como propósito organizar o intento do professor e a forma de operacionalizá-lo. Ele manifesta, também, as escolhas do professor de acordo com seu contexto de trabalho, levando em consideração os conteúdos que serão abordados e os sujeitos com os quais se relacionará.

Assim, para o autor, a aula é a principal forma de organizar didaticamente o processo de ensino. Onde se criam e estabelecem as condições e os elementos imprescindíveis para a

aprendizagem dos alunos, porque a construção de novos conhecimentos está atrelada ao desenvolvimento de certas habilidades e competências, sempre ligadas ao conteúdo estudado. Atualmente, o planejamento, não por aulas pontuais, mas por tópicos de ensino.⁸

Segundo Menegolla e Sant'Anna (2001) é no plano de aula que o professor estabelece: o que pensa realizar, com quem, como realizar, quando realizar e com quais instrumentos. Inibe a improvisação, já que fornece um caminho para as ações educativas. Serve como um documento que apresenta de modo sistematizado e justificado as decisões tomadas pelo professor.

De acordo com Vasconcellos (2008), o plano de aula funciona como a pormenorização do plano de ensino. No plano de ensino sua estrutura é sempre apresentada em linhas gerais com o propósito de que haja uma compreensão do todo mais sucinta, no plano de aula há a necessidade de toda sua estrutura ser detalhada e especificada de modo sistematizado para uma circunstância didática real.

O plano de aula se estabelece então como um guia, mas além disso, demonstra o comprometimento do professor com seus alunos e com o ato de ensinar. Permitindo ao professor, caso tenha interesse, articular suas diversas aulas e interagir com outras disciplinas. Além disso, possibilita ao professor avaliar de modo contínuo seu trabalho ou a proposição de uma avaliação colaborativa com os sujeitos envolvidos, que servirão de diagnóstico para mudanças necessárias no processo ensino-aprendizagem.

Para Gaspar (2003) a avaliação, no plano de aula, precisa ser abordada como estratégia de ensino, explorando seu potencial como instrumento formativo, favorecendo o avanço pessoal, a autonomia do aluno e promovendo o aprendizado de Ciências. Deve garantir ao aluno a plena consciência de seu processo formativo e do caminho a ser percorrido em busca do conhecimento, além de possibilitar ao professor uma prática pedagógica pautada na perspectiva de melhoria contínua. O processo avaliativo deve objetivar o diagnóstico da aprendizagem dos conceitos, das capacidades e das atitudes desenvolvidas pelos alunos. A avaliação deverá garantir ao professor dados sobre a obtenção e/ou desenvolvimento do aluno quanto a aprendizagem dos conceitos e procedimentos expostos; na habilidade para aplicar os conhecimentos adquiridos para resolver problemas cotidianos presentes na realidade do aluno; na competência para empregar as linguagens e compartilhar os conceitos das Ciências e suas Tecnologias; no desenvolvimento de capacidades, tais como: avaliar, generalizar e inferir.

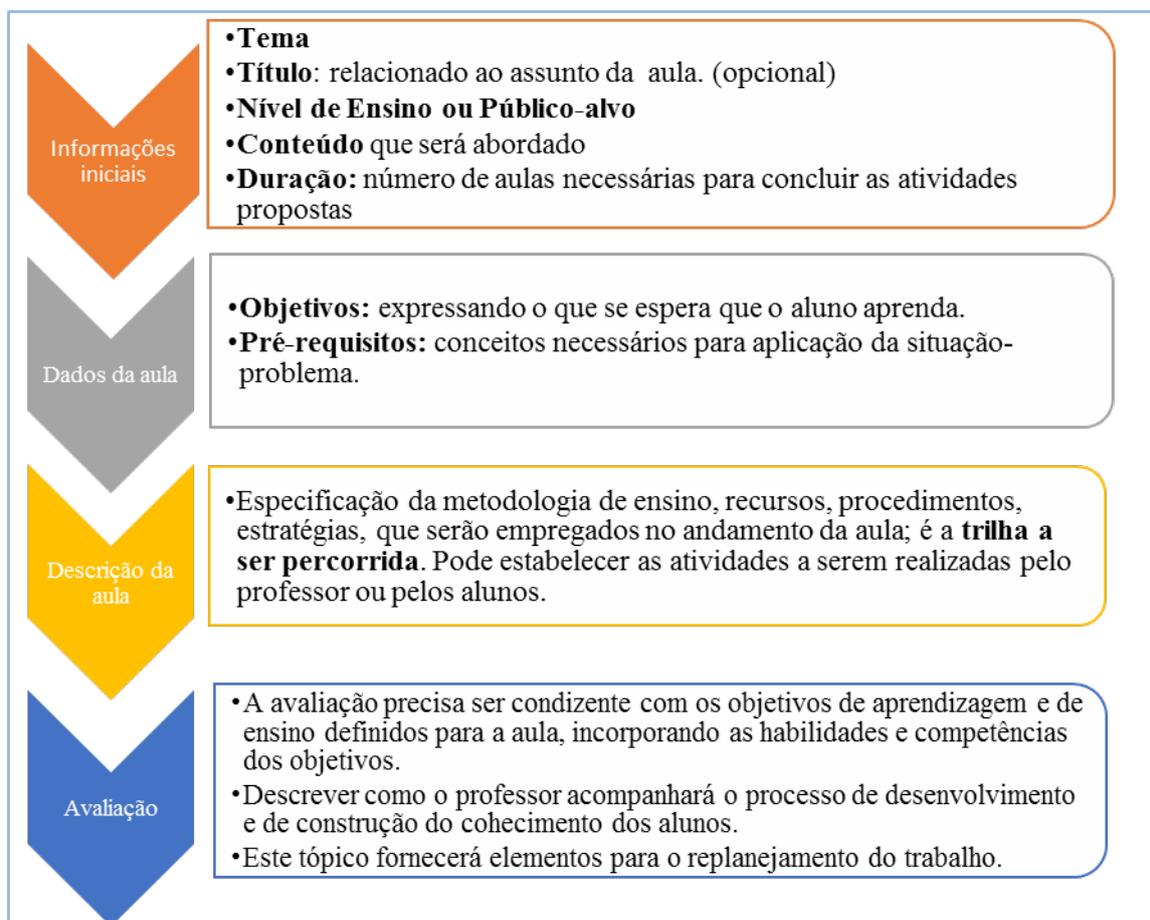
⁸ Como é o caso das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) ou Teacher learning sequence etc.

Para Vasconcellos (2008) o ato de ensinar exige do professor uma postura reflexiva constante, na qual poderá recriar ou redirecionar suas ações de acordo com o contexto, interesses, imprevistos e dificuldades observadas. Ou seja, cada sala de aula exigirá que o plano de aula se adapte, porque é bem sabido dos professores que cada aluno tem suas características, facilidades e dificuldades.

Segundo Libâneo (2001), o plano de aula não precisa ser seguido de forma rígida e obrigatória. Ele decorre do processo de planejamento, permitindo ao professor olhar para sua própria prática, como num olhar de fora para dentro. Assim, terá condições de refletir de maneira consciente sobre suas escolhas e organizá-las corretamente. Significa dizer, que o plano de aula é uma antecipação mais acurada com relação ao conteúdo, recursos e atividades didáticas, ou seja, é um conjunto de tudo que será trabalhado durante a aula.

Dessa maneira, com o intuito de organizar o processo ensino-aprendizagem proposto no produto educacional deste trabalho, elaboramos um roteiro de plano de aula (Figura 8) baseado na proposta do Portal do Professor do MEC, apenas com pequenas alterações. Nos planos de aula que serão apresentados no apêndice deste trabalho poderão ser observadas o emprego da metodologia de oficinas, associadas as atividades experimentais e as TIC, focadas no conteúdo de FMC.

FIGURA 8. Roteiro de plano de aula, com os componentes essenciais.



Fonte: adaptado do plano de aula do Portal do Professor MEC⁹

Segundo Padilha (2001), para planejar corretamente o processo de ensino, oferecendo o suporte necessário aos alunos, é fundamental conhecer o público-alvo e seus interesses, anseios, frustrações, necessidades e potencialidades dos alunos, informações colhidas, de acordo com o autor, a partir de uma **Sondagem**, ou seja, uma coleta de dados que, ao passar por um processo de avaliação integrará o **Diagnóstico**. Através dos dados coletados na sondagem e interpretados no diagnóstico, é que o professor terá meios para estabelecer os objetivos de suas aulas e como alcançá-los. Vale a pena ressaltar que, segundo o autor, é no diagnóstico que o professor tomará ciência dos conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, dos saberes que os alunos já possuem. Há diferença entre conhecimentos prévios e pré-requisitos, esse último compõem um inventário, por vezes arbitrário, dos conteúdos a serem trabalhados e das habilidades e competências a serem desenvolvidas através das quais se pressupõe, em teoria, serem necessários para seguir ao conteúdo seguinte. Os conhecimentos prévios devem ser levantados

⁹ Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/orientacoes.html>. Acesso em 20 de julho de 2015.

durante o diagnóstico, pois são a base de conhecimento que o aluno já possui, ao qual os novos conteúdos são integrados, reorganizando ou modificando a estrutura cognitiva existente.

Para que o professor seja exitoso na implantação da experimentação em suas aulas, apresentamos um breve direcionamento e esperamos que ele possibilite o planejamento das atividades, tanto de cunho demonstrativo quanto prático. Vale lembrar que o planejamento das atividades experimentais integra o plano de aula, mas necessitam de estudo prévio e delimitação de algumas informações. No caso das **atividades de demonstração experimental** são:

Dados Gerais - os assuntos relacionados, o tempo previsto e os pré-requisitos para a execução do experimento, assim como os objetivos que fundamentam sua aplicação.

Procedimentos - apresenta como desenvolver o experimento, quais os materiais utilizados, assim como as etapas a seguir.

Orientações - trará orientações sobre a utilização, o desenvolvimento e a aplicação desse material em sala de aula.

Questões – oferece questões e respostas que podem ajudar no embasamento teórico da aula. Estas questões estão divididas em três categorias: questão prévia que deve antecipar o experimento; questões relativas aos resultados; questões para reflexão, discussão e aprofundamento, que são mais amplas e reflexivas sobre o tema do experimento.

Tecnologias - apresenta as TIC que podem ser empregadas em cada prática experimental.

Para as **atividades práticas experimentais** Tomazello (2008, p. 98) apresenta uma sugestão de planejamento, que está representada na Tabela 1, é possível verificar que esse planejamento está inserido no produto educacional, este esquema serve apenas para que o professor tenha maior clareza dos tópicos a serem pensados ao planejar uma atividade prática experimental.

TABELA 1: Planejamento de atividades práticas experimentais

	Representação	Antecipação
Qual (ais) é (são) o (s) seu (s) objetivos (s)?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Investigar as ideias prévias dos alunos? ✓ Ensinar um procedimento, uma técnica? ✓ Resolver um problema? ✓ Deduzir/inferir uma regularidade, uma lei? ✓ Construir, aplicar um modelo para interpretar um fenômeno? 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Quais perguntas serão feitas aos alunos? ✓ Qual é a forma mais adequada de delinear a prática? ✓ Qual é a fase do ciclo de aprendizagem? ✓ Que conhecimentos e habilidades devem ter os alunos?
Procedimento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que instrumentos, aparatos (...) terão que utilizar os alunos? ✓ Que tipos de ações terão que realizar? 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que dificuldades poderão encontrar os alunos ao aplicarem o procedimento previsto e realizarem as diferentes operações?
Como organizar o grupo?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Como trabalham os alunos? ✓ Todos realizam as mesmas atividades? 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Como organizar os grupos? Com quais critérios? ✓ Como ter em conta os diferentes ritmos, níveis ...? ✓ Como prever e atuar em relação ao comportamento habitual dos alunos?
Como orientar o trabalho a fazer?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Como deixar claro aos alunos os objetivos da prática? ✓ E os procedimentos a serem realizados? ✓ Como regular as dificuldades que irão surgindo? 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que método utilizar para apresentação dos objetivos do trabalho e dos procedimentos? ✓ Que tipo de problema pode surgir e como será resolvido?

Fonte: Tomazello (2008, p. 98) adaptado de Sanmartí (2000).

Para a autora, é evidente que a seleção e a orientação das atividades dependem do professor e de suas concepções sobre quais conteúdos e práticas são mais importantes de serem ensinados. A experimentação tem significado quando é embasada em elementos desafiadores que mobilizam os sujeitos a partir de perguntas investigativas e hipóteses iniciais que sinalizam os diferentes caminhos para respondê-la. O caminho metodológico que utilizamos neste produto educacional, o de Oficinas, tem como via principal a pesquisa, a atividade experimental, as argumentações, os registros, as conclusões provisórias, a sistematização de novas perguntas e o trabalho em equipe. Assim, a experimentação cumpre um papel importante dentro essa metodologia, pois ao indagar consegue integrar conteúdos, tornando a construção do conhecimento um processo ativo.

4 RELATO DE EXPERIÊNCIA: O APRENDIZADO NO PROCESSO

4.1. Experiência na formação de professores utilizando a metodologia de oficinas associadas às TIC e a demonstração experimental para o ensino de FMC.

Antes de começarmos este relato é importante que esteja claro que nossa intenção não é expor a experiência no emprego do produto educacional em sala de aula, mas sim em como abordar a metodologia de oficina associada as TIC e a experimentação para o ensino de FM na formação inicial e continuada de professores. A ideia é que os professores vivenciem a mesma experiência que seus alunos terão com o emprego dessa prática pedagógica, vislumbrando suas potencialidades e as necessidades de adequação.

Há pelo menos 5 anos trabalhamos com formação de professores, inclusive porque a função desempenhada pelo autor deste trabalho é de educador no IFSC/USP, cujo foco é a formação inicial e continuada de professores em ensino de física. Executamos diversas formações para a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP) durante esses anos, podendo destacar: aquelas ministradas a coordenadores da área de exatas da rede, com o intuito de formar multiplicadores e em diversas diretorias de ensino do estado, como em São Carlos, Mirassol e São Joaquim da Barra.

Para exemplificar este trabalho, utilizamos o relato de uma formação que foi realizada a convite da coordenação de área de Física da Diretoria de Ensino de Jaboticabal/SP no ano de 2014, onde foi aplicado o produto que se encontra no apêndice deste trabalho. O que deve estar claro, é que o produto não foi construído a partir dessa única experiência, mas pela experimentação das inúmeras formações vivenciadas, nas quais conseguimos entender aquilo que funcionou ou não. A intenção era compreender como seria realizar uma formação estruturada com a metodologia de oficina integrada as TIC e a demonstração experimental para o ensino de FMC. Não tivemos como intenção avaliar se os professores supriram suas necessidades de conteúdo, inclusive, porque a formação se dá como um *continuum* e não está restrita a uma formação de poucos dias. Nosso desejo era o de compreender se essa proposta de inovação curricular seria possível. Será que a metodologia é viável? Os experimentos escolhidos são executáveis? As TIC selecionadas eram aplicáveis? Essas questões nortearam nossas escolhas e pudemos testar as diversas estratégias, observando a participação e motivação dos professores durante o curso. A forma como todas as estratégias foram aplicadas tinha como foco a viabilidade em sala de aula, porque entendemos que se os professores conseguiram executar tudo que foi proposto, seria possível também para os alunos.

Assim, a formação foi realizada em duas partes, uma ministrada na Diretoria de Ensino de Jaboticabal (SP) em 23/10/14 e outra em 05/12/14 na Universidade de São Paulo no Instituto de Física de São Carlos, como proposta de atividade de extensão universitária a 30 professores da rede pública estadual de SP.

Para sua realização, foram necessários dois encontros presenciais, totalizando 12 horas de formação. Oficialmente, estes espaços de formação continuada de professores da rede pública estadual de São Paulo são denominados “Orientação Técnica” ou apenas OT. Eles não ocorrem periodicamente e, normalmente, são organizados pelos professores coordenadores de área, quando detectam lacunas que impossibilitam a implementação do currículo ou seus complementos, como o uso das TIC. Para a coordenação de área de Jaboticabal, havia uma lacuna na disciplina de física, onde os professores não cumpriam algumas atividades propostas para o 3º ano do ensino médio, especialmente, aquelas ligadas à FMC e o uso das TIC. Vale ressaltar que os professores estão inseridos em um contexto favorável ao ensino de FMC, pois estes conteúdos são contemplados pelo currículo oficial do estado.

Assim, para iniciar a formação foi elaborado, em parceria com a Diretoria de Ensino de Jaboticabal e professores, um roteiro de formação continuada. Essa pauta foi alicerçada em reunião, na qual todos expuseram suas dificuldades e necessidades. A formação foi então estruturada da seguinte forma:

Etapa 1: Levantamento de dados com os professores sobre o uso de metodologias pedagógicas inovadoras, TIC, abordagens investigativas, experimentação em sala de aula, o planejamento das aulas e as dificuldades com o ensino de FMC;

Etapa 2: Discussão teórica sobre atividades que incentivem a interação social e a colaboração, a metodologia de oficinas, TIC, a aprendizagem investigativa, o planejamento didático-pedagógico, a experimentação em sala de aula e conteúdos de FMC;

Etapa 3: Discussão com base nas atividades e materiais que compõem o produto educacional;

Etapa 4: Elaboração de planos de aula, com foco nos tópicos abordados nas etapas anteriores, por parte dos professores para reflexão sobre a prática;

Etapa 5: Levantamento de percepções sobre a formação.

A proposta objetivava que nos dois encontros presenciais os professores tivessem a oportunidade de conhecer e discutir sobre:

- ✓ A importância do planejamento do ensino a partir dos planos de aula, cujo desenvolvimento de um modelo de plano com foco no aluno, onde se priorizaria atividades investigativas através da metodologia de oficinas;
- ✓ O que é e como abordar a metodologia de oficina em sala de aula;
- ✓ O uso de objetos virtuais de aprendizagem, entre eles, os desenvolvidos para o edital ConDigital – MEC, denominados “Acessa Física”; as TIC em sala de aula na educação básica, hands-on x virtual (simulações, softwares);
- ✓ Exemplos de demonstrações experimentais reais e atividades práticas para o ensino de tópicos de FMC.
- ✓ E alguns conteúdos relevantes de FMC para a educação básica.

Todo o referencial teórico abordado durante a formação seguiu a mesma fundamentação apresentada nesta dissertação. Aos professores foi disponibilizado um ambiente de compartilhamento de materiais e de troca entre pares, com o intuito de aprofundamento dos tópicos abordados durante a formação.

Etapa 1

Assim, nossa proposta foi seguir, durante a formação, os passos para a aplicação da metodologia de Oficina, como discutido na seção 2.3. Iniciamos um diagnóstico do público-alvo foco da formação, a partir de seu perfil e dificuldades sobre os temas que seriam abordados na formação. O intuito era que toda a formação fosse elaborada de acordo com o discutido com os professores, coordenação da área de física da Diretoria de Ensino de Jabotical/SP e o proponente do curso. Não conseguiríamos ter professores motivados durante a formação se a necessidade não tivesse partido deles. O que vale para o aluno, vale também para os professores em formação.

Desta forma, os encontros levaram em consideração as experiências e os saberes dos professores. Buscamos fundamentar toda a formação no trabalho coletivo, onde os professores teriam a possibilidade de compartilhar com seus pares para a construção de novos saberes.

Etapa 2

No decorrer do primeiro dia de formação discutimos sobre a metodologia de oficina, sobre as TIC e os objetos de aprendizagem; além disso, tratamos sobre o planejamento da prática pedagógica a partir dos planos de aula; e trabalhamos alguns tópicos de FMC (teoria e prática). Esse primeiro encontro aconteceu na própria Diretoria de Ensino de Jaboticabal/SP.

Etapa 3

Após a discussão teórica sobre os tópicos acima expostos, apresentamos aos professores as situações-problema disponíveis no produto educacional desta dissertação em forma de planos de aula, porém, até então, não formatadas. Buscamos demonstrar como esse conteúdo poderia ser contextualizado em sala de aula para os alunos, ou seja, eles estavam vivenciando o mesmo que seus alunos teriam como experiência sala de aula, a ideia era que se familiarizassem, sentissem as dificuldades e benefícios das atividades para o processo ensino-aprendizagem, compreendendo na prática a metodologia de oficinas.

A partir da discussão coletiva e da contribuição dos professores foi aberto um espaço de compartilhamento de experiências, onde os professores puderam, oralmente, expor suas experiências e ideias para a formalização e implementação das atividades propostas em seus contextos de ensino. Entre as discussões, a maior parte dos professores revelou desconhecer os conteúdos abordados e os objetos virtuais de aprendizagem apresentados. Apesar da maioria responder que usavam as TIC no questionário prévio. Essas informações poderão ser observadas mais à frente, pois apresentaremos as respostas dos professores a um questionário prévio aplicado antes da formação.

Alguns professores indicaram dificuldades em promover o ensino de tópicos de FMC, pois quando tiveram contato com este conteúdo na graduação estava embasado em um formalismo matemático complexo, gerando insegurança para a transposição aos alunos de EM. No entanto, tivemos professores que já haviam realizado experimentos como “Visualizando o Invisível” referente ao tópico do Espalhamento Rutherford. Julgamos que tal fato deve-se à presença deste conteúdo de forma roteirizada nos cadernos do Currículo da Secretaria Estadual da Educação do Estado de São Paulo. Neste momento houve, por parte destes professores, uma motivação maior em participar da oficina, possivelmente, por notarem que sua vivência pôde contribuir com seus pares, sendo valorizada.

Poucos professores indicaram experiência na transposição didática ou busca de formas diferenciadas para ensinar tópicos de FMC, talvez por insegurança os professores preferiram eliminar tópicos que julgam mais complexos, seja pela falta do domínio conceitual ou por acreditarem que tais conteúdos não são para o nível de ensino em que atuam. Os professores pontuaram a necessidade da promoção de um maior número de cursos como o realizado, mas não se mostraram mobilizados para a pesquisa e desenvolvimento de estratégias para ensinar os conteúdos de FMC, essa postura foi observada durante o tempo destinado aos professores para a elaboração dos “planos de aula” ao final do primeiro dia de formação.

Etapa 4

Ainda no primeiro dia de formação foi disponibilizada uma planilha no Google Docs para elaboração de um simples plano de aula. Isso permitiu que todos os professores tivessem acesso aos planos de seus colegas, o propósito era garantir que houvesse uma troca de opiniões e ideias. Não indicamos aos professores um modelo de plano a ser seguido, isso porque o propósito era apenas verificar se os professores haviam incorporado os principais conhecimentos desenvolvidos no primeiro dia de formação. Assim, a partir de um tema aberto (não restringido a FMC) e de escolha do próprio professor, solicitamos que apenas algumas informações constassem nos planos de aula: e-mail; tema escolhido; link do um objeto de aprendizagem (OA); objetivos; justificativa e metodologia.

A partir do que foi trabalhado no primeiro dia de formação e pela análise dos planos de aula percebemos que alguns conceitos foram abordados, como os tópicos de FMC, o uso de TIC e os objetos de aprendizagem. Também, valorizaram a organização das atividades em equipes de trabalho, estratégia fundamental da metodologia de oficina; além da apresentação de situações-problema.

Foram 20 professores fazendo a atividade. Entre eles, apenas 8 abordaram temas relacionados a FMC, demonstrando a insegurança da maioria na abordagem desse tópico no ensino de física. Abaixo estão três exemplos dos “planos de aula” apresentados. É possível verificar a abordagem de pontos trabalhados na formação, mas também a falta de alguns assuntos tratados e que eram relevantes, como a definição de objetivos de ensino e de aprendizagem, itens essenciais de um plano de ensino e trabalhado com os professores durante a formação.

Na **Tabela 2** é possível observar que o professor (P1) aborda em seu plano de ensino pontos importantes trabalhados durante a formação: trabalho coletivo e investigativo, apresentação de situação-problema, uso de objeto de aprendizagem etc. Notamos a falta de justificativa, ou seja, o professor não apresenta uma contextualização para o ensino do tópico de FM abordado no plano de ensino.

TABELA 2 – Plano de aula elaborado por professor (P1) no primeiro dia de formação na Diretoria de Ensino de Jaboticabal/SP.

PLANO 1
Tema: Origem do Universo onde tudo começou.
Objeto de Aprendizagem: "Vídeo "Poeira das Estrelas" Rede Globo-Marcelo Gleiser
Objetivos: Compreender a teoria Big Bang e a origem do universo.
Justificativa: não apresentou
<p>Metodologia:</p> <p>Partindo do estudo do modelo cósmico gerado pelo Big Bang, responder de onde veio a matéria que conhecemos e de que forma o universo (estrelas, sol etc.) nosso corpo e todos os seres vivos. "Teria científica e não científica buscam entender a origem do universo. Como tudo começou?</p> <p>A teoria mais aceita é a Big Bang há cerca de 15 bilhões de anos aonde se formaram galáxias, estrelas, planetas, etc.</p> <p>Este tema pede o uso de vídeos e leitura de apoio para discussão.</p> <p>Como sugestão: o vídeo "Poeira das Estrelas"-Rede Globo- Marcelo Gleiser, parte 1 e 11. Ficar a critério do professor utilizar na aula ou propor que os alunos assistam em casa como pesquisa.</p> <p>Existem outras fontes sobre o tema, tanto em vídeo, como em livros e revistas. O professor pode selecioná-las para que o aluno complete sua visão sobre o assunto.</p> <p>A partir desse vídeo devem ser buscados outros vídeos. O que é Big Bang? De onde vem a matéria? Os primeiros corpos celestes? As estrelas? Os planetas?</p> <p>Na aula, ressaltar sempre aos alunos que a Física trabalha com modelos científicos e eles não são eternos. Também devemos evitar o conflito entre teorias científicas que buscam a origem do universo e as colocações no campo religioso.</p> <p>Dividir a sala em grupos de acordo com os pensamentos dos cientistas físicos, estabelecer um plano de trabalho delimitando as funções de cada aluno. Incentivar a pesquisa e o levantamento de informações.</p> <p>Propor que os grupos apresentem suas ideias sobre o tema estudado.</p>

Fonte: Plano de aula elaborado por P1, 2014.

Na **Tabela 3** é possível observar que o professor (P12) aborda pontos importantes trabalhados durante a formação: levantamento dos conhecimentos prévios, uso de objeto de

aprendizagem, justificativa contextualizada ao cotidiano e abordagem de um tópico de FMC. Há falta de abordagem do trabalho coletivo e investigativo, a aula seguiu uma estrutura baseada no ensino tradicional do tipo expositiva. Não pudemos verificar neste plano nenhuma abordagem discutida na formação sobre a metodologia de oficina. Não se propõe uma nova prática pedagógica neste plano de aula. No entanto, o tópico de FMC escolhido é incomum, demonstrando uma possível familiaridade de professor com essa temática da física.

TABELA 3 – Plano de aula elaborado por professor (P12) no primeiro dia de formação na Diretoria de Ensino de Jaboticabal/SP.

PLANO 2
Tema: Modelos de Bohr
Objeto de Aprendizagem: Caixa Preta http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/15513/Caixa%20Preta.pdf?sequence=2
Objetivos: Demonstrar como podemos identificar a fluorescência de materiais e objetos.
Justificativa: Este experimento é bastante importante devido ao grande número de ocorrência de falsificação de documentos e podemos conciliar a teoria com a prática, no caso trataremos do assunto atomística contemplado no 2º ano do ensino médio em química e em física no 3º ano.
Metodologia: Iniciaremos a aula coletando conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema proposto. Em seguida, apresentamos o experimento e novamente questionaremos o motivo de alguns materiais emitirem luz fluorescente ou não. Nessa etapa será abordado o conceito teórico. Problematizamos a importância de certos materiais emitirem ou não luz fluorescente citando alguns exemplos do dia a dia. Finalizaremos a aula construindo um mapa conceitual, primeiramente individual e, posteriormente, de forma coletiva

Fonte: Plano de aula elaborado por P12, 2014.

Na **Tabela 4** é possível observar que o professor (P13) aborda pontos importantes trabalhados durante a formação: levantamento dos conhecimentos prévios, uso de objeto de aprendizagem, abordagem de um tópico de FMC e alguns princípios norteadores da metodologia de oficina, como trabalho em equipe. Apesar de não esmiuçar com detalhes como será realizado, o plano também aborda o trabalho investigativo. Falta neste plano de aula uma

melhor contextualização sobre o uso da temática e o estabelecimento de uma situação-problema que leve o aluno a refletir sobre o tema abordado.

TABELA 4 – Plano de aula elaborado por professor (P13) no primeiro dia de formação na Diretoria de Ensino de Jaboticabal/SP.

PLANO 3
Tema: Efeito fotoelétrico
Objeto de Aprendizagem: Efeito Fotoelétrico através de um simulador virtual. http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric
Objetivos: Compreender com que frequência a luz incidente na placa e o que determina se o elétron vai ou não a deixar e com qual velocidade; Compreender que o aumento da intensidade luminosa não causa o efeito fotoelétrico, mas somente aumenta o número de elétrons ejetados quando o efeito já existe; Reconhecer que placas de diferentes metais necessitam de energias mínimas diferentes para que sejam arrancados os elétrons."
Justificativa: A grande importância que a compreensão do efeito fotoelétrico trouxe para o desenvolvimento teórico/científico/tecnológico.
Metodologia: Será necessário inicialmente levantar os conhecimentos prévios dos alunos quanto ao efeito fotoelétrico, para isso deverá ser solicitado que respondam um questionário com perguntas breves sobre o assunto. Os alunos devem ser divididos em grupos de trabalho. A aula deve ter uma investigação direcionada pelo docente. Pedir ao aluno que seja mantida uma intensidade intermediária e constante com a utilização da placa de sódio. O aluno deve manipular a barra de frequência luminosa e investigar o efeito. O que pode ser observado? O aumento da frequência aumenta ou diminui velocidade de saída das bolinhas? As bolinhas deixam a placa para qualquer frequência de luz? Solicitar que ainda com a placa de sódio o aluno fixe a barra de frequência em qualquer ponto em que ocorra o efeito. A partir daí deve manipular a barra de intensidade e observar. O que ocorre quando se aumentar a intensidade? A velocidade das bolinhas se altera? O número de bolinhas aumenta ou diminui? No último passo o aluno deve manter uma intensidade intermediária e ir trocando as placas. Peça que anote qual a frequência mínima para a observação do efeito para cada placa. O que foi constatado? Durante a troca das placas houve diferença de frequência para que ocorresse o efeito? Requisitar que os grupos realizem uma pesquisa sobre o tema para uma discussão sobre os dados obtidos no simulador.

Fonte: Plano de aula elaborado por P13, 2014.

Os planos de aula evidenciam que em apenas um dia de formação seria difícil a incorporação de novas práticas para uma inovação curricular. É crucial que esse tipo de formação leve em conta a aplicação em sala de aula, sugestão para um estudo futuro. Isso porque o professor terá a oportunidade de vivenciar diversas vezes esse conteúdo, passando aos poucos a desenvolver uma maior segurança na tratativa do tema. O professor sentirá a necessidade de realizar mais leituras sobre FMC e em pouco tempo, através de materiais adequados e de novas ações formativas, se sentirá apto a trabalhar com este conteúdo.

FIGURA 9: Apresentação dos tópicos de FMC e experimentação durante o primeiro dia de formação na Diretoria de Ensino de Jaboticabal/SP.



Fonte: elaborado pelo autor, 2014.

Adiante podemos observar os professores na segunda etapa de formação na Sala do Conhecimento no IFSC/USP em São Carlos/SP, onde os professores tiveram contato com experimentação manipulativa. A proposta é que, além de vivenciarem outras demonstrações experimentais, pudessem com suas equipes de trabalho realizar atividades tipo “mão na massa”. Tanto no encontro em Jaboticabal quanto em São Carlos, os professores conheceram experimentos de baixo custo, possíveis de serem aplicados em sala de aula.

FIGURA 10: Apresentação de tópicos de FMC e de demonstração experimental durante o segundo dia de formação no Instituto de Física da USP de São Carlos/SP.



Fonte: elaborada pelo autor, 2014.

FIGURA 11: Atividades de experimentação do tipo “mão na massa” durante o segundo dia de formação no Instituto de Física da USP de São Carlos/SP.



Fonte: elaborada pelo autor, 2014.

Além dos experimentos manipulativos e da oficina, esta etapa possibilitou que os professores conhecessem os diversos laboratórios de ensino do IFSC, cujos experimentos raramente são encontrados em universidades ou em escolas públicas, como é o caso da câmera de nuvens, onde puderam visualizar raios cósmicos. Outros experimentos de FMC foram apresentados conforme são utilizados na universidade, mas também transpostos de forma a

possibilitar sua adaptação para o EM, como o “Determinação da Constante de Planck” utilizando LED e a versão utilizando o Efeito Fotoelétrico.

Neste momento os professores puderam discutir mais sobre os conteúdos, colocar dúvidas e saná-las através do debate com o formador e seus pares. Observamos que muitos professores procuraram as leituras indicadas no primeiro dia de formação para intensificação dos conhecimentos sobre tópicos de FMC, isso ficou evidente nos debates realizados no segundo dia de formação, na qual expunham a literatura disponibilizada no ambiente de compartilhamento. Inclusive são os materiais são aqueles que compõem o produto educacional deste trabalho.

4.2. Observações sobre as lacunas para o ensino de FMC e o uso das TIC: aprendendo com a prática

Como nossa proposta de formação era implantar a metodologia de oficina associada as TIC e a demonstração experimental para o ensino de FMC, buscamos conhecer os professores que participaram da formação. Para isso aplicamos dois questionários (pré e pós formação) com o intuito de verificar se nossa proposta seria viável e se propiciou a motivação e segurança necessária para os professores pensarem em inovação curricular.

O primeiro questionário, foi aplicado antes do início da oficina, na sala de informática de uma escola de Jaboticabal – SP, escolhida pela diretoria de ensino para a realização do curso. Neste primeiro momento 16 professores (53,3%) responderam às questões. Dois problemas ocorreram nesta aplicação: o primeiro deve-se ao pequeno número de computadores funcionando na sala, pois muitos estavam em manutenção e à péssima qualidade da banda larga, o que atrasou o carregamento das páginas. O segundo fator foi o atraso de alguns professores, impossibilitando que todos respondessem ao questionário.

O objetivo foi coletar o perfil dos participantes e sua experiência com a metodologia de oficina, as TIC, o uso de demonstrações experimentais e com os tópicos de FMC. A seguir seguem as respostas as questões aplicadas e que acreditamos serem relevantes de se destacar.

Como já vimos 16 professores responderam aos questionários. Entre eles 12 (75%) eram do sexo feminino e 4 (25%) do sexo masculino. Quanto a idade, 9 (56,25%) apresentam mais de 30 anos e 7 (43,75%) estavam abaixo desta faixa etária. Sobre as disciplinas que lecionam, todos atuam com aulas de física, porém 10 (62,5%) participantes ministram mais de uma disciplina. Sobre a quantidade de aulas, 7 (43,75%) professores ministram mais de 32 aulas por semana. Apenas 5 (31,25%) nunca participaram de cursos de formação continuada a distância

e 8 (50%) nunca haviam realizado cursos presenciais. Sobre o uso de demonstrações experimentais em sala de aula, todos responderam que realizam, mas não com muita frequência.

Levantamos a formação destes professores, 8 (50%) eram habilitados em Física. Os demais (50%) eram biólogos, matemáticos e um deles tecnólogo em Biocombustíveis. Quanto ao ano de formação: 9 (56,25%) terminaram a graduação após o ano 2000, ou seja, 7 (43,75%) eram formados há mais de 15 anos. Apenas um (6,25%) professor realizou sua graduação em universidade pública.

Uma das questões levantadas com os professores no primeiro questionário dizia respeito ao que eles compreendiam por inovação curricular. Conseguimos diagnosticar três categorias distintas: (1) inovação é a abordagem de novos conteúdos e práticas pedagógicas, defendida por 8 (50%) professores; (2) inovação como uso de tecnologias em sala de aula, respondido por 3 (18,75%) professores; (3) inovação enquanto conhecimentos contextualizados para o cotidiano e atendendo necessidades da sociedade, aceita por 2 (12,5%) professores. Ainda tivemos 3 (18,75%) professores que disseram não saber o que seria inovação.

Quando questionados sobre que estratégias e metodologias usariam para o ensino de tópicos de física moderna, tivemos respostas contrastantes com a compreensão de inovação, pois 12 (75%) responderam que fariam uso das novas tecnologias, como simuladores, softwares, celulares e experimentação real em laboratório com suporte de ferramentas virtuais. Respostas exemplificadas: “*Se tivesse laboratório na escola, utilizando sempre a parte prática, como não temos procuramos fazer adaptações, quando possível*” (P2) ou “*Usaria as novas tecnologias quando for possível, já que a escola não possui um laboratório*” (P1), outros 2 (12,5%) utilizariam uma abordagem didática voltada para o cotidiano, por exemplo: “*Procuro usar estratégias do cotidiano dos alunos assim como as necessidades de aprendizagem colocadas pelo mundo contemporâneo*” (P4), apenas 2 (12,5%) professores não responderam a questão. Há uma falta de compreensão do que seriam metodologias de ensino-aprendizagem, confundido com recursos. Além disso, entendemos que essa resposta contrastou com aquela dada sobre concepção de inovação, porque apenas dois professores haviam relacionado inovação curricular com uso de tecnologias. A maioria havia relacionado inovação com conteúdos e práticas pedagógicas.

Os professores foram solicitados a responder como as TIC poderiam auxiliar no ensino de FMC e pedimos para citarem um exemplo. Apenas alguns professores conseguiram apresentar uma justificativa sobre como as tecnologias poderiam auxiliar no ensino de FMC, apenas 4 (25%) professores disseram que elas facilitam a compreensão de conteúdos abstratos,

dando como exemplo o uso de simuladores. O restante dos professores não conseguiu justificar e apenas deu como exemplo algum objeto virtual de aprendizagem.

Quando questionados sobre o uso de objetos virtuais de aprendizagem em sala de aula, 9 (56,25%) professores disseram utilizar esse tipo de recurso, ocasionalmente, o restante negou utilizá-los. O que observamos é que os professores demonstraram desconhecimento efetivo das TIC disponíveis para aplicação em sala de aula, uma vez que as respostas ao questionário em alguns momentos demonstraram certa contradição nas respostas. A constatação do desconhecimento pôde ser verificada durante a execução da formação. Quando questionados sobre a utilização de demonstrações experimentais em sala de aula, apenas um professor disse não realizar atividades experimentais, mas a maioria respondeu usar raras vezes esse tipo de estratégia.

Solicitamos ao final do primeiro questionário que os professores deixassem sugestões em relação a propostas para formações continuadas, elencando carga horária, temas e demais necessidades. Algumas respostas podem exemplificar as demandas de nossos professores:

P1: *“Deveria ter mais cursos para preparar os professores para NTIC's. Poderiam tratar em outras OT mais tempo sobre física moderna, porque é um assunto muito interessante, como tive pouco contato com esse tema na graduação, tinha dificuldade, mas vi que com o estudo dos materiais terei condições de aplicar tudo que tivemos com meus alunos.”*

P2: *“Para nós que temos a Física como matéria correlata, quando mais a parte prática for abordada melhor será, podendo ser através de atividades com cursos de um dia ou on-line.”*

P4: *“Capacitações, com foco em experimentos prontos na internet, experimentos prontos para serem demonstrados”*

P7: *“Outras O.T como manusear de simuladores”*

P16: *“Que os cursos sejam divididos em partes teóricas e práticas.”*

O segundo questionário, respondido de forma anônima, foi aplicado online pela Diretoria de Ensino uma semana após a realização dos dois encontros e obteve 18 respostas. O objetivo era avaliar a oficina em diferentes aspectos como: a pertinência com relação ao currículo; se contemplou os objetivos propostos; se possibilitou a compreensão dos temas abordados; se o professor se sente mais seguro em abordar tópicos de FMC; se a metodologia de oficina é aplicável em sala de aula etc. Foi estruturado com questões fechadas, em escala de concordância e com questões abertas, como os comentários gerais. A seguir, seguem os dados mais relevantes obtidos:

Dos 18 respondentes, 16 (89%) professores foram praticamente unânimes ao confirmarem a eficácia da Orientação Técnica quanto ao embasamento e auxílio na

aprendizagem e aprofundamento de tópicos de FMC no ensino de física, dos quais destacaram os conceitos sobre Eletromagnetismo e Matéria e Radiação: efeito fotoelétrico, visualizando o invisível, o átomo de Bohr e fluorescência e fosforescência. Na justificativa para essas questões quase todos os professores disseram se sentir mais seguros para abordar esses tópicos em sala de aula. Apenas 2 (11%) professores disseram que a OT atendeu parcialmente as expectativas, mas não apresentaram justificativa. Além disso, a maioria dos professores afirmaram que os conteúdos estavam ajustados ao Currículo Oficial de Física.

Algumas questões trataram sobre as estratégias pedagógicas abordadas durante a OT, como a apresentação de situações-problema, a metodologia de oficina e o encadeamento dos assuntos abordados, o intuito foi investigar se essas abordagens auxiliaram no processo de aprendizagem de conteúdos muitas vezes abstratos. Os dados evidenciaram que os professores aprovaram as práticas. Dos 18 respondentes, 14 (78%) confirmaram que as estratégias contribuíram para a aprendizagem e os outros 4 (22%) professores não responderam à pergunta.

Esses resultados puderam ser constatados no segundo dia de formação, pois os professores demonstraram conhecimento sobre os tópicos abordados no primeiro encontro, trouxeram dúvidas e discutiram sobre os materiais para estudo que disponibilizamos.

Na questão que solicitava aos professores se consideravam que a OT contribuiu para que pudessem desenvolver, em sala de aula, os assuntos abordados de forma a atender as expectativas de aprendizagem pertinentes, algumas respostas são apresentadas abaixo:

P2: *“Todas as atividades demonstradas na pratica são de baixo custo e simples de serem realizadas”.*

P3: *“Foi possível refletir, aprofundar conceitos relacionados aos temas Eletromagnetismo e Matéria e Radiação e vivenciar atividades facilitadoras da aprendizagem”.*

P5: *“A apresentação pelo prof. Herbert, como sempre, exemplifica de modo simples e muito didático; a parte experimental muito bem explicada e com muitas dicas para realizá-las, a dedicação no prepara da OT tanto da PCNP Silvia quanto do Herbert”.*

P6: *“Gostaria que continuassem nos oferecendo cursos que tratem de física moderna e com o estilo que foi colocado, podendo lembrar também da parte do movimento”.*

P8: *“Todos os temas propostos foram trabalhados em uma linguagem de fácil entendimento, gostei das demonstrações das atividades práticas, dos momentos de perguntas para tirar dúvidas e com isso aumentar o conhecimento sobre o assunto”.*

P9: *“Em toda apresentação, me ajudou a montar minhas aulas, como desenvolve-las. Esclareceu dúvidas”.*

P10: *“De fato, trouxe motivação para o desenvolvimento de aulas, como trabalhar em sala de aula”.*

P12: *“Em toda apresentação, me ajudou a montar minhas aulas, como desenvolve-las. Esclareceu dúvidas”.*

P15: *“A orientação foi positiva. As ferramentas com as quais manipulamos durante a orientação esclareceram dúvidas que eu tinha. E considero de extrema importância a utilização dessas ferramentas como facilitadoras para uma aprendizagem efetiva, faz o aluno refletir as leis científicas aplicadas em seu cotidiano”.*

P17: *“Visualização e contato com o experimento, explicações em linguagem adequada”.*

P18: *“Um professor especialista na área de física, que domina o assunto, traz várias atividades concretas, enfim, muito bom”.*

Outra pergunta aberta questionou quais problemas ou dificuldades os professores observaram durante a execução da OT, algumas respostas estão em destaque:

P3: *“A maior preocupação é com o tempo de aula e a realidade do aluno. Mas tudo que gera desafio, pessoalmente, torna-se positivo”.*

P5: *“O tempo, essa O T seria bom se fosse um curso de pelo menos 3 dias”*

P6: *“o tempo para realização desta orientação”*

P7: *“Um tempo maior para melhor aproximação dos experimentos”*

P9: *“Pouco tratamento matemático básico fundamentos tipos funções”.*

P12: *“Preciso de um manual para repetir as experiências que foram feitas em sala”.*

Apesar das observações positivas com relação a OT percebemos que poucos professores destacaram a metodologia de oficina abordada durante a formação. O foco principal esteve nas experimentações e uso das TIC, além da facilitação que esses recursos trouxeram para a consolidação dos conteúdos de FMC. O impacto do uso da metodologia só pode ser observado pela motivação apresentada pelos professores na participação das atividades, principalmente as desenvolvidas em equipes de trabalho. Faltou solicitar na aplicação do segundo questionário uma pergunta específica sobre a metodologia de oficina, o que não nos permitiu diagnosticar o quanto foi internalizada por parte dos professores para aplicação em sala de aula.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

Nesta dissertação de mestrado a intenção foi apresentar alguns instrumentos que pudessem auxiliar uma proposta de ensino-aprendizagem inovadora, mas traduzida e decodificada de acordo com a bagagem teórica e prática que este autor acumulou como professor de física no Ensino Médio e na Formação Inicial e Continuada de Professores. Sabemos que para melhorarmos a qualidade do ensino de física e da educação de modo geral o professor cumpre papel transformador e efetivador para a inovação curricular.

Trabalhar com FMC como proposta de inovação do conteúdo, exige não apenas que se ensine um tema novo, mas inclusive que se negocie um novo contrato didático, aceitando os riscos oriundos dessa escolha. Mas percebemos, durante o processo de construção desse trabalho, que inovar significa ir além da busca por novos conteúdos. É essencial a revisão da prática pedagógica e dos recursos didáticos utilizados em sala de aula. Tudo isso alinhado a um referencial teórico que possa abarcar uma visão de aluno diferenciada, tomado como sujeito autônomo e capaz de participar ativamente de seu próprio processo de aprendizagem, alicerçado na interação social, onde se aprende também com o outro.

A partir disso, o planejamento se tornou uma atividade fundamental para garantir a eficiência do processo ensino-aprendizagem, já que estabelece os parâmetros que servirão de instrumentos de medida para constante avaliação da prática pedagógica, permitindo a correção dos desvios de percurso, visando alcançar os objetivos estabelecidos. Ou seja, a elaboração do plano de aula proporciona ao professor definir os resultados que deseja alcançar; em quanto tempo; a partir do uso de quais recursos materiais e humanos e através de quais metodologias, estratégias e técnicas de ensino. Mas esse processo não foi uma ação fácil de ser executada, porque o planejamento acaba sendo um momento de grande dificuldade para nós professores, pois envolve racionalização, organização e coordenação de muitas ações para que se alcancem os objetivos esperados. Contudo esse esforço de estabelecer a prática pedagógica articulando as exigências sociais às condições e experiências cotidianas dos alunos pode ser gratificante quando se observa a motivação durante a aprendizagem.

Esperamos que o produto e as discussões deste trabalho sirvam para outros professores aplicarem em sala de aula, tentando quebrar a insegurança e a inquietação que muitos possuem para romper com práticas pedagógicas tradicionais já constituídas e na aplicação de tópicos de FMC.

A vivência de um mestrado profissional com foco na atuação direta em sala de aula permite que os diálogos oportunizados na academia passem a ser fundamentados e

influenciados pelo contexto real dos professores, permitindo a transformação dos pensamentos anteriormente individuais em pensamentos coletivos produzindo novos saberes, indagações e diálogos. Acreditamos ter conseguido contribuir para o debate.

A proposta de formação parece ter ajudado os professores a compreender como os diversos tópicos abordados – metodologia de oficina, TIC, experimentação, atividades investigativas, planejamento de aulas e FMC – poderiam ser plausíveis para as aulas de ensino médio. É importante que durante a formação continuada o professor esteja envolvido em todas as etapas, sendo também proponente e ator de sua própria aprendizagem.

Aplicar a proposta dessa dissertação na formação continuada de professores foi fundamental para avaliar as potencialidades e dificuldades do uso da metodologia de oficinas associada as TIC e a demonstração experimental para o ensino de FMC. Isso porque muitos professores demonstram resistência quando se discute inovação. As dificuldades surgem para nós professores, inicialmente, porque muitos tiveram sua formação inicial pautada no ensino tradicional. Como ter uma nova postura se aprendi a ensinar, sendo o professor o centro do processo e com uma formação alicerçada na memorização mecânica e reprodução de ideias? Qual o caminho para nos tornarmos professores críticos?

Se não caminhamos no sentido contrário a essa formação inicial que parece ter nos fadado a desenvolver um ensino tradicional e alienante, nos distanciaremos ainda mais da aplicação de estratégias de ensino inovadoras e que contemplem a FMC. A abordagem de tópicos FMC no ensino de física poderia garantir aos alunos do nível médio o desenvolvimento e construção de um olhar cultural sobre a ciência, ou seja, uma física que se relaciona com o cotidiano e com questões sociais mais amplas, permitindo que compreendam a natureza da atividade científica.

REFERÊNCIAS

- ABEGG, I.; BASTOS, F. P., VIDMAR, M. P.; RICHTER, S. S. Ensino de Física: Investigando os Benefícios da Mediação Tecnológica Educacional. **Revista Dynamis**. FURB, Blumenau, v.18, n. 1, p.21-34, 2012.
- ALMEIDA, V. O.; CRUZ, C. A.; SOAVE, P. A. Concepções alternativas em óptica. **Textos de Apoio ao Professor**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 18, n. 2, 2007.
- ANDER-EGG, E. **El taller una alternativa de renovación pedagógica**. 2ª Edição. Buenos Aires: Magisterio Del Río de La Plata, 1991.
- ARRUDA, S. M.; FILHO, D. O. T. Experimentos a baixo custo em Física Moderna: o espectro do sódio e a experiência histórica de Kirchoff. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9, São Carlos, **Anais**, São Carlos: Editora: USP, 1991, p. 24.
- BARROS, A. A. P de. Interdisciplinaridade: o pensado e o vivido – de sua necessidade às barreiras enfrentadas. In: XXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 1999, Rio de Janeiro. **Anais do XXII Congresso da INTERCOM**, 1999. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/1999/pdf2/GT02/02b05.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2013.
- BIZZO, N. M. V. Falhas no ensino de Ciências. **Ciência Hoje**. 27ª Edição. Rio de Janeiro, v. 159, p. 26-31, 2000.
- BORCELLI, A. F.; COSTA, S. S. C. D. Animação Interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba: [s.n.]. 2008.
- BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: formar mais! Formar melhor! **Rev. Bras. de Ens. de Fís.**, São Paulo, v.28, n.2, p. 135 – 142, 2006.
- BRASIL. Lei 9.394 de 20/12/1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasil In: Diário Oficial da União. Ano, nº 248, de 23/12/1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação (CNE). Parecer n. 15, de 1 de junho de 1998. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio. Brasília, 2006.

BRASIL. Reunião no. 789/14 de 3 de junho de 2014. Audiência pública da Câmara de Deputados. Debate sobre a proposta de criação de uma base nacional comum para o currículo do ensino básico no Brasil. Brasília: Câmara dos Deputados, 2014.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. **Revista Contexto & Educação**, ano 22, n. 77, p. 25-49, 2007.

CAVALCANTE, M. A.; JARDIM, V.; BARROS, J. A. de A. Inserção de Física Moderna no Ensino Médio: Difração de um feixe laser. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 16, n. 2: p. 154-169, ago. 1999.

CAVALCANTE, M. A; TAVOLARO, C. R. C. Uma oficina de Física Moderna que vise a sua Inserção no ensino médio. **Cad. Cat. de Ens. de Fís.**, v. 18, n. 3, dez. 2001.

CAVALCANTI, F. O uso das simulações computacionais no ensino da Física. **Rev. Bras. de Ens. de Fís.**, v. 28, n.4, 2006.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. 5ª Edição. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. 4ª Edição. São Paulo: Cortez, 2002.

CORTELA. B. S. C.; NARDI, R. Formadores de professores de Física: uma análise de seus discursos e como podem influenciar na implantação de novos currículos. **Tecne, Episteme y Didaxis**, v. 16, n. 1, p. 1-15, 2004.

DIONÍSIO, P. H. Albert Einstein e a Física Quântica. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 22, n. 2: p. 147-164, ago. 2005.

DORNELES, P. F.T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio a aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II - circuitos RLC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.3, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/303308.pdf>. Acesso em 20 de dezembro de 2010.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. F. **Lectures on Physics: Mainly Mechanism, Radiation and Heat**. Addison Wesley, 1963.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. F. **Lições de Física**. 1ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2008, v. 1.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre. Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago. 2003.

GASPAR, A. **Experiências de ciências para o ensino fundamental**. São Paulo: Ática, 2003.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GIL PÉREZ, D.; SENET, F.; SOLBES, J. La introducción a la física moderna: um ejemplo paradigmático de cambio conceptual. **Enseñanza de las Ciencias, Barcelola**, n. extra, p.189-195, 1987.

GRECA, I.M., MOREIRA, M.A. Uma Revisão da Literatura sobre Estudos Relativos ao Ensino da Mecânica Quântica Introdutória. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, 2001.

GURGEL, C. M. do A. Ações investigativas no ensino da física: sobre o método. In: TOMAZZELO, M. G. C. (Org.). **A experimentação na aprendizagem de conceitos físicos sob a perspectiva histórico-social**. Piracicaba (SP): UNIMEP/CAPES/PROIN, p. 33-58, 2000.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2002.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 2ª Edição, São Paulo: Cortez, 2000.

KENSKI, V. M. **Em direção a uma ação docente mediada pelas tecnologias digitais**. In: KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papirus, 2003.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2007.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4ª Edição, São Paulo: Edusp, 2004.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. 3ª Edição. São Paulo: Loyola, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 1ª Edição, São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão escolar: teoria e prática**. 4ª Edição. Goiânia: Alternativa. 2001.

LIBÂNEO, J. C., OLIVEIRA J. F.; TOSCHI, M. S. **Educação escolar: políticas, estrutura e organização (Docência em Formação)**. 7ª Edição. São Paulo: Cortez, 2003.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.1, p. 90-116, 2007.

MCDERMOTT, L. C.; REDISH, E. F. Resource letter: PER-I: Physics Education Research. **The American Journal of Physics**. v. 67, n. 8, p. 755-767, 1999.

MEC. Ministério da Educação. Guia de tecnologias educacionais. Cláudio Fernando André (org.). Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2009.

MÉHEUT, M. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research**. In **Research and Quality of Science Education**. Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof. Holanda. Springer. 2005.

MENEGOLLA, M; SANT'ANNA I. M; **Por que Planejar? Como Planejar?** Petrópolis: Vozes, 2001.

MENEZES, L. C. Uma Física para o novo Ensino Médio. **A Física na Escola**. São Paulo, v. 1, n.1, p. 6 - 8, out. 2000.

MILL, D. **Docência Virtual: Uma visão crítica**. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

MIZUKAMI, M.G.N.; REALI, A.M.M.R.; REYES, C.R.; LIMA, E.F.; TANCREDI, R.M.S.P. **Escola e Aprendizagem da Docência. Processos de Investigação e Formação**. São Carlos: EdUFSCar, INEP, COMPED, 2003.

MONTEIRO, I. C. C., MONTEIRO, M. A. A., GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração e o discurso do professor no ensino de Física. **IV ENPEC**, Bauru, 2003.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio. **Ciência & Educação**. v. 15, n.3, p. 557-580, 2009.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v8n1/v8n1a01.pdf>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

MORAN, J. M. Mudar a forma de aprender e ensinar com a internet. In: BRASIL. **Salto para o futuro: TV e informática na educação**. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, SEED, 1998. p. 81- 90.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. Editora Pedagógica e Universitária, São Paulo, 1999.

MOREIRA, M. A. Modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências** – V1(3), p.193-232, 2000.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectivas e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 91-99, 2000.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14(2), p. 191-218, 2009.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jan./jun. 2014.

NUSSENZVEIG, M. **Curso de Física Básica**. 1ª Edição. São Paulo: Editora: Blucher, 1998. Volume 4.

OKUNO, E; VILELA, M. A. C. **Radiação ultravioleta: características e efeitos**. Temas atuais de física. 1ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física. Sociedade Brasileira de Física. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 29, n.3, p. 447- 454, 2007.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "física moderna e contemporânea no ensino médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, mar. 2001.

OSTERMANN, F. e RICCI, T. F. Relatividade Restrita no Ensino Médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1: p. 83-102, abr. 2004.

PADILHA, R. P. **Planejamento dialógico: como construir o projeto político-pedagógico da escola**. São Paulo: Cortez. Instituto Paulo Freire, 2001.

PEREIRA, A. P. OSTERMANN, F. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma Revisão da Produção Acadêmica Recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, p. 393-420, 2009.

PEREIRA, A. P.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. Concepções relativas à dualidade onda-partícula: uma investigação na formação de professores de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 8, n. 1, p. 72-92, 2009.

PENA, F. L. A. Qual a influência dos PCNEM sobre o uso da abordagem histórica nas aulas de física? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 517-518, 2007.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIM, E. **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002, p. 12-52.

PIRES, M.A.; VEIT, E.A.; Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006.

REALI, A.M. R.; MIZUKAMI, M. da G. N. (Orgs). **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EDUFSCar, p. 139-152, 2012.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F.; FERRAZ, G.; Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI; **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 1402, 2009.

RIBEIRO, G.D. **Formação inicial de Professores: Uma reflexão sobre a licenciatura em Física**. Trabalho de conclusão do curso de licenciatura em Física. FCT, Unesp-Presidente Prudente, 2007.

RICARDO, E. C. As Ciências no Ensino Médio e os Parâmetros Curriculares Nacionais: da proposta à prática. **Ensaio – avaliação e políticas públicas em educação**. Rio de Janeiro, v.10, n.35, p.141-160, abr/jun. 2002.

RICARDO, E. C.; CUSTODIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Rev. Bras. Ensino Fís.** vol.29, n.1, p. 135-147, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000100020>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

SANTOS, P. R. dos. O Ensino de Ciências e a ideia de cidadania. **Mirandum**. Ano X, n. 17, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretária da Educação. Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Coordenadora Maria Inês Fini. Ed. Atual. São Paulo: SEE, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretária de São Paulo. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias. Ed. Atual. São Paulo: SEE, 2011.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M.; LAWALL, I. Formação de professores no contexto da física moderna e contemporânea: uma experiência com profissionais da rede pública. **XVI Reunión Nacional de Educación em Física**. Ref. XVI. San Juan, Argentina, 2009. Disponível em: <http://dea.unsj.edu.ar/said/FILES/p80.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2015.

SOUZA, A. P. G.; LAWALL, I. T. Inovação curricular de Física Moderna: motivações, dificuldades e mudanças na prática docente. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias**, 2011.

SOUZA, L.A.; SILVA, L. da; HUGUENIN, J.A.O.; BALTHAZAR, W.F. Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino Física**, vol.37, n.4, p.4311-4316, 2015.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 2ª Ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

TERRAZZAN, E.A.; HAMBURGER, E.W. Oficinas de Física: uma experiência em educação continuada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 14, n. 4. p. 234-238, 1992.

TOMAZELLO, M. G. C. **A pluralidade dos trabalhos práticos e o seu planejamento**. In: Quanta Ciência há no ensino de ciências. Org. Antônio Carlos Pavão, Denise de Freitas. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

VALADARES, E. C. **Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade**. Química Nova na Escola, n.13, p. 38-40, mai. 2001.

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**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**. 18ª Edição. São Paulo: Libertad, 2008.

VIEIRA, E.; VOLQUIND, L. **Oficinas de Ensino: o quê, por quê? Como?** 4ª Edição. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **A formação Social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 8ª Edição, São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. 10ª Edição, São Paulo: Martins Fontes, 2009.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, v.57, n.3, pp.21-24, 2005.

APÊNDICE A

A) PRIMEIRO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES ANTES DO INÍCIO DA FORMAÇÃO NA DIRETORIA DE ENSINO DE JABOTICABAL/SP EM 2014.

- ✓ Nome Completo
- ✓ Sexo
- ✓ Data de Nascimento
- ✓ Formação (Escreva o nome e as habilitações de seu(s) curso(s) de graduação. Exemplo: Licenciatura em Ciências com habilitação em Biologia e Ciências. Se tiver realizado mais de um curso de graduação escreva o nome dos cursos entre vírgulas)
- ✓ Ano de conclusão do curso de graduação
- ✓ Instituição em que concluiu a graduação (Se tiver realizado mais de uma graduação escreva o nome das instituições entre vírgulas)
- ✓ Quais disciplinas ministra na rede?
- ✓ Qual a carga horária semanal de aulas na rede?
- ✓ Já participou de cursos de formação continuada? SIM OU NÃO
- ✓ Se sim, quais os nomes e instituições dos cursos?
- ✓ O que você entende por inovação curricular?
- ✓ Que estratégias e metodologias você usa/usaria para o ensino de tópicos de física moderna?
- ✓ Participação do aluno em aula: Como ele pode participar? O que fazer para mobilizá-lo.
- ✓ O que é uma atividade prática?
- ✓ Como as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC's) podem auxiliar no ensino de Física Moderna e Contemporânea. Cite um exemplo.
- ✓ Você utiliza Demonstrações experimentais em sala de aula?
- ✓ Você utiliza de Experimentação manipulativa em sala de aula?
- ✓ Você utiliza objetos virtuais de aprendizagem em sala de aula?
- ✓ Deixe aqui suas sugestões em relação aos modelos de cursos, carga horária, temas e demais necessidades suas em relação à cursos de formação continuada.

B) SEGUNDO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES APÓS A FORMAÇÃO EM 2014.

- ✓ Indique se os objetivos da OT, citados abaixo, foram atingidos:
 - Refletir sobre os pressupostos que embasam e auxiliam o Ensino de Física
 - Aprofundar conceitos relacionados aos temas Eletromagnetismo e Matéria e Radiação
 - Vivenciar atividades facilitadoras da aprendizagem
 - Identificar a sequência de atividades sugeridas nas Situações de Aprendizagem
 - Contextualizar os ODA de forma adequada às Situações de Aprendizagem
- ✓ A apresentação foi ilustrativa, relevante e ajustada ao Currículo Oficial de Física?
- ✓ Houve sequência no desenvolvimento do assunto de modo a facilitar o entendimento do tema?
- ✓ As oficinas foram adequadas para compreensão dos temas abordados?
- ✓ Você considera que a OT contribuiu para que você possa desenvolver, em sala de aula, os assuntos abordados de forma a atender as expectativas de aprendizagem pertinentes? Caso sua resposta tenha sido "talvez" ou "não", justifique, por favor.
- ✓ A OT colaborou para o seu aprimoramento profissional?
- ✓ Indique se as atividades realizadas foram favoráveis à compreensão dos seguintes assuntos:
 - Eletromagnetismo
 - Efeito fotoelétrico
 - Átomo de Bohr
 - Fluorescência e fosforescência
 - Visualizando o invisível
- ✓ Qual (is) tema (s) de Física você sugere para ser trabalhado numa próxima OT?
- ✓ Qual (is) tema (s) do Currículo de Física você tem interesse em conhecer mais profundamente?

APÊNDICE B

*PRODUTO
EDUCACIONAL*

**AULAS-OFICINA DE FÍSICA MODERNA INTEGRANDO
TIC E DEMONSTRAÇÃO EXPERIMENTAL**

UM TUTORIAL AO APLICADOR

Herbert Alexandre João

São Carlos, 2016

PRÓLOGO

Este tutorial é um subproduto do trabalho de mestrado intitulado “Aulas-oficina de física moderna integrando TIC e demonstração experimental”, de Herbert Alexandre João, defendido em agosto de 2016, no curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, do PPG PROFIS-São Carlos, da Universidade Federal de São Carlos, sob orientação da Profa. Dra. Ducinei Garcia.

Tem como público-alvo professores da educação básica do Ensino Médio e oferece subsídios para o ensino de tópicos de física moderna e contemporânea (FMC) em sala de aula. Traz uma perspectiva de inovação curricular, na qual se alia o uso de uma metodologia inovadora, a oficina, em associação com as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) e demonstrações experimentais. Existe um passo a passo para a introdução da metodologia de oficinas. São exemplificados planos de aula que inserem as fases dessa metodologia, abordando tópicos de FMC a partir do uso de tecnologias e de experimentação. Espera-se que o professor não veja neste produto uma proposta “engessada”, pois todas as ferramentas sugeridas poderão ser aplicadas segundo o contexto de cada realidade escolar. Esse passo a passo para implantação de oficina e os exemplos de planos de aulas estão disponibilizados em um ambiente virtual de acesso livre (<https://goo.gl/ixxjLh>), que permite trocas, favorecendo a formação de uma comunidade de aprendizagem profissional. Nele, os professores poderão compartilhar experiências, ideias e anseios para uma formação continuada.

Então como iniciar a implantação desse produto?

As primeiras atividades propõem o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos. São apresentadas as características de vários instrumentos que auxiliam o professor nesse mapeamento. Entre esses instrumentos estão mapas conceituais, questionários, mapas mentais, entrevistas. Quando aplicados adequadamente darão condições para o diagnóstico dos conhecimentos prévios e conexões do tema específico presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Posteriormente, propõe-se ao professor que ele inicie um processo dialético, levando em consideração a potencialidade dos alunos para uma tentativa de garantir a progressão do conhecimento. Em seguida, propõe-se uma atividade investigativa, baseada numa primeira situação problema. Tal situação é embasada no cotidiano dos alunos com o propósito de levantar as possíveis concepções alternativas e promover o engajamento e a iniciação científica. Realizada a atividade, encerra-se essa primeira etapa diagnóstica e de contextualização.

Em um segundo momento, propõe-se que o professor, juntamente com os alunos, estabeleça novas situações-problema que nortearão o processo ensino-aprendizagem. Daí, instituem-se objetivos e metas a serem alcançados, o planejamento das ações que serão necessárias para a solução dos problemas, a definição dos recursos necessários para o processo, e o registro das soluções encontradas pelos participantes. O professor poderá fazer uso de diversos recursos didáticos, por exemplo, daqueles indicados neste produto, tais como TIC e atividades experimentais. Vale lembrar que, ao promover-se a experimentação, possibilita-se a sistematização dos conteúdos e a interação a partir de questões direcionadas aos alunos. Além disso, também pode auxiliar na tomada de consciência do aluno. O processo de investigação requer alguns procedimentos, tais como a formulação do problema, a fase exploratória, o desenho da investigação, a implantação da investigação, o trabalho de campo ou laboratório, e o trabalho em sala de aula. Recomenda-se que as atividades sejam realizadas em grupos de alunos, pois favorece a interação social e a negociação de significados. Esses procedimentos estão detalhados no produto educacional, no tópico “Passos para a aplicação da Metodologia de Oficina”.

Como terceiro e último momento, sugere-se ao professor que realize uma revisão dos conhecimentos construídos no decorrer da atividade, e que solicite aos alunos uma avaliação da oficina e de sua própria participação, delimitando novas propostas de aprendizagem.

Todos os passos foram inspirados nos estudos de Ander-Egg (1991) e Vieira e Volquind (2002) sobre a metodologia de oficinas, e nos de Vygotsky (1994), principalmente, quanto à interação social entre pessoas (de níveis cognitivos diferentes) que permite o compartilhamento de significados sobre aquilo que se aprende. Caso o professor tenha interesse sobre esses estudos, sugiro os livros “A formação Social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores (1994) e “A construção do Pensamento e da Linguagem” (2009).

Deseja-se que esse material propicie momentos de inovação e de reflexão sobre a prática docente, é possível que ao aplicar uma atividade o professor perceba que adaptações deverão ocorrer, esse processo é riquíssimo para o desenvolvimento da ação pedagógica e mantém o olhar aguçado para as necessidades dos alunos no dia a dia em sala de aula. Espera-se que haja interesse por parte dos professores para a participação colaborativa na comunidade de prática, cujo link se encontra mais acima neste texto. Serão oportunas as trocas de experiências e sugestões para que o processo ensino-aprendizagem se torne cada vez mais eficiente, levando a um maior engajamento dos alunos na construção de seu próprio conhecimento.

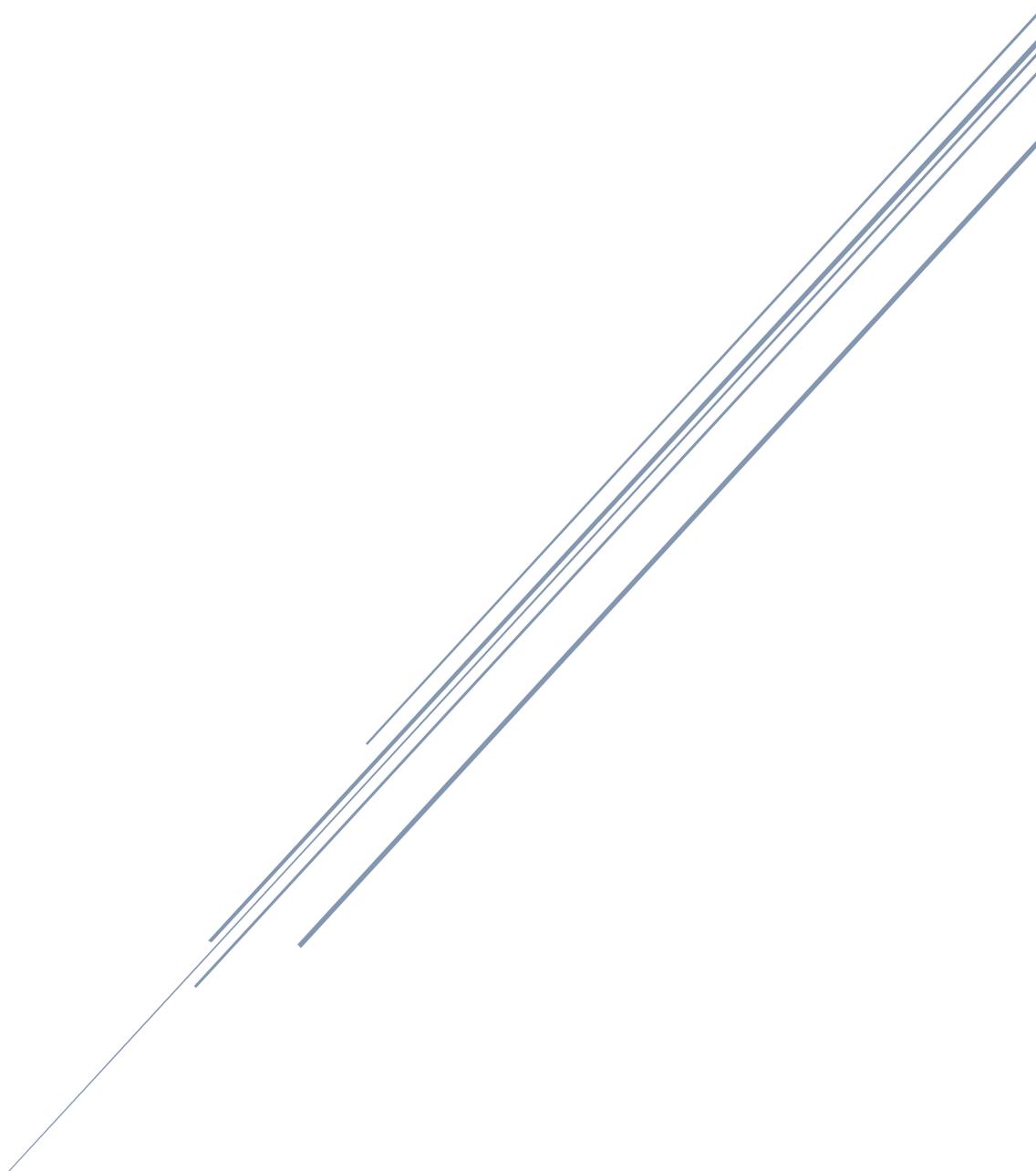
As orientações e sugestões de cada conjunto de atividades, apresentadas a seguir, não tiveram a intenção de esgotar as possibilidades metodológicas de uso das ferramentas desenvolvidas no trabalho de mestrado. Dessa forma, este trabalho está protegido sob a licença “Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional CC BY-NC 4.0” do Creative Commons (acessível em: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) a qual permite que outros compartilhem, adaptem, remixem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito.

O autor

Reflexão

Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes. (FREIRE, 2000, p.33)

1. PASSOS PARA A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE OFICINA



1. ORGANOGRAMA

O organograma a seguir aponta a estrutura organizacional de uma oficina em tópicos. É possível, a partir deste, compreender onde cada uma das etapas se enquadra. Na sequência, apresentamos o detalhamento dos tópicos.

FIGURA 1: Organograma sobre a estrutura organizacional de uma oficina



Fonte: Elaborada pelo autor.

2. INICIANDO A IMPLANTAÇÃO DE OFICINAS

Segundo o Ander-Egg (1991), para que o professor aplique a oficina é necessário que tenha conhecimento de **técnicas de grupo** e de **investigação social**, afinal de contas a metodologia se estrutura na execução de atividades a partir de equipes de trabalho.

1º) DIAGNOSTICAR SEU CONTEXTO DE ENSINO: será fundamental que o professor conheça sua realidade de trabalho. Para isso deverá levantar dados importantes para o início da aplicação da metodologia de oficina: Idade dos alunos (nível evolutivo e desenvolvimento

peçoal); Interesses e problemas que os preocupam; Procedência e origem; Características do entorno: famílias (situação econômica, social, profissão dos pais); contexto imediato - bairro onde vivem; Estrutura da escola; Recursos humanos e materiais; Situação e nível educativo da escola: formação dos professores, interesse em se capacitarem, atitude frente a inovações pedagógicas; nível de participação em atividades coletivas; Características do currículo.

2º) ESTABELECEER EQUIPES DE TRABALHO: O professor deverá organizar os alunos em grupos de no mínimo 5 e no máximo 9 participantes, levando em consideração que os alunos precisam ser divididos em níveis cognitivos diferentes (base nos estudos de Vygotsky). A divisão dos grupos pode ser feita de dois modos: através da organização livre por afinidade ou interesse na atividade proposta - segundo Ander-Egg (1991) - a mais adequada); ou, organizado pelo responsável pela oficina, levando em consideração o que gostam, assim como, a melhor distribuição das tarefas.

3º) O ACORDO DE TRABALHO: após a formação dos grupos, o professor fará uma breve exposição sobre o trabalho em equipe e como todos atuarão, enfatizando que as tarefas serão realizadas de forma conjunta, executando-as para que se alcancem os objetivos estabelecidos para a oficina;

4º) PAPÉIS E FUNÇÕES NA EQUIPE DE TRABALHO: levando em conta que os critérios necessários para a realização de todas as atividades requerem:

Postura participativa: conseguida a partir da compreensão de que cada membro da equipe precisa participar ativamente e com responsabilidade para que os objetivos sejam alcançados. Para isso é fundamental que os objetivos pessoais sejam integrados aos objetivos gerais da equipe.

Delimitar, distribuir e aceitar determinadas funções e atividades: todos devem estar cientes de que as atividades, tarefas e funções desempenhadas não serão iguais para todos. Ao se atribuir as tarefas e atividades é importante que se exponha as responsabilidades associadas a elas, mas que todos estejam de acordo com a forma que é feita a distribuição. A base do trabalho em grupo bem organizado é a articulação desses funções e atividades desempenhadas e que possibilitam a melhoria contínua da capacidade de operação da equipe e da tomada de decisões adequada.

Conduzir, coordenar e liderar de forma participativa: é necessário que haja uma liderança dentro da equipe, sem que se estabeleça uma situação de hierarquização. A proposta é que não

se afete a igualdade entre os membros, mas de uma figura que auxilie na manutenção desta igualdade.

Definir regras de funcionamento e comportamento interno: a partir da definição de objetivos e de organização das atividades é necessário o estabelecimento de regras estabelecidas em conjunto, levando em consideração: a realidade e plausibilidade das regras, que tenha significado para todos da equipe e sejam assumidas por todos enquanto grupo e indivíduos.

Complementação humana e interprofissional – para um efetivo trabalho em equipe, onde se tem ação conjunta e ajuda mútua é necessário que todos compreendam e pratiquem a complementariedade. O trabalho em equipe acontece quando cada membro se complementa, onde cada um enriquece o grupo com suas habilidades, experiências, conhecimentos, perspectivas e competências, fazendo com que haja um aprendizado conjunto a partir do outro.

Capacidade de aproveitar conflitos e oposições – O diálogo e a discussão permitem a inovação e a apresentação de posições. Os conflitos são normais nos trabalhos em equipe e decorrem de visões diferentes para se resolver as situações-problema e abordar as soluções. O ponto principal deste momento é o de aproveitá-lo para integrar, elaborar e superar oposições. No caso de conflitos indissolúveis o melhor é desfazer o grupo.

Predisposição pessoal e desenvolvimento do espírito de equipe – enquanto indivíduo todos desejam ser aceitos e apreciados pelo que são, acolhidos em sua liberdade e suas características, de modo que o trabalho em equipe lhe permita desenvolver suas potencialidades.

5º) NOÇÕES BÁSICAS DE INVESTIGAÇÃO SOCIAL E CIENTÍFICA: o processo investigativo é reflexivo, sistemático, controlado e imbuído de criticidade, possibilitando que se inquiram sobre questões presentes no cotidiano, o que supõe e estabelece um modo de explorar os problemas e de organizar a investigação.

Assim, o trabalho de investigação pode resumir ao seguinte esquema (ANDER-EGG, 1991, p. 101):

- ✓ **Formulação do problema:** que deve estar muito bem formulado, proporcionando a enunciação do problema, a qual responderá o “a que” e “para que” da investigação. Para ajudar neste tópico o autor seleciona algumas perguntas que merecem resposta: qual é o problema? Quais os dados do problema? Quais seus aspectos ou elementos principais? Quais as relações entre os diferentes aspectos do problema? O que está relacionado ao problema? Está suficientemente definido (conceitualmente)? Que solução se busca?
- ✓ **Fase exploratória:** busca as referências teóricas, informantes, visita ao local de pesquisa, etc.

- ✓ **Desenho da investigação:** elaboração do marco teórico (adquirir embasamento teórico), constituição da equipe de investigação, coordenação de tarefas, definição dos instrumentos metodológicos, organização do material de consulta e investigação, determinação e eleição da mostra;
- ✓ **Implantação da investigação:** meios necessários para o estudo;
- ✓ **Trabalho de campo ou laboratório:** coleta de dados;
- ✓ **Trabalho em sala de aula:** sistematização e análise dos dados obtidos.

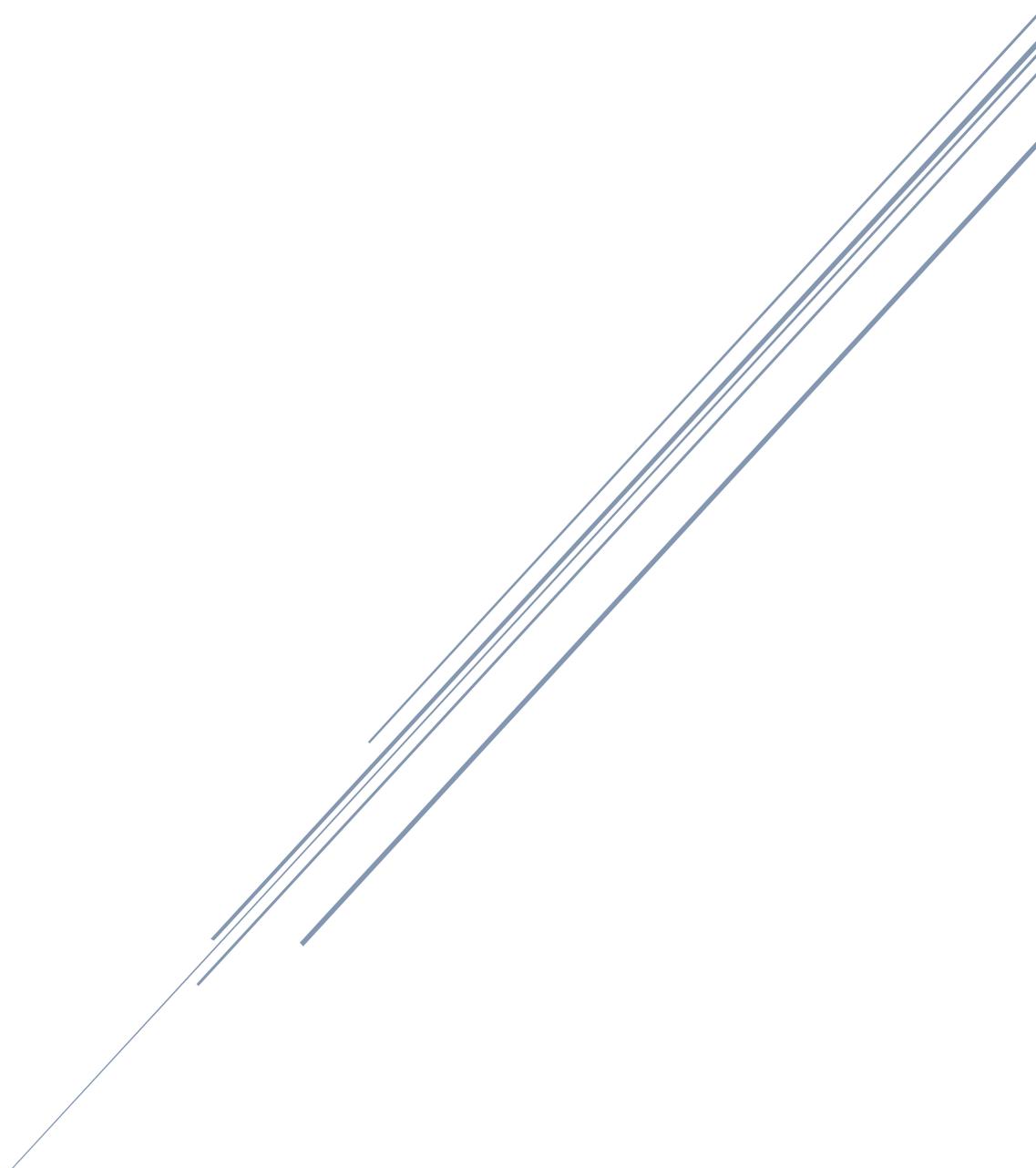
Assim, após a compreensão de como a organização da oficina deve ser realizada, Vieira e Volquind (2004) separam a execução da metodologia em três etapas integradas:

1ª Etapa Contextualização: os participantes selecionam um assunto de estudo, discutem o que conhecem ou as experiências que possuem sobre o tema escolhido e definem o que deverá ser pesquisado para que se desenvolva o processo ensino-aprendizagem. Neste ponto, é importante que o professor consiga levantar os interesses dos alunos, os conhecimentos prévios, o que será necessário para que a atividade seja realizada. Essa postura de articulação do professor é primordial para que os demais participantes não se comportem de modo passivo ou inseguro diante do processo de aprendizagem. Podemos dizer que esta etapa permite um diagnóstico e momento de motivação para a realização da atividade.

2ª Etapa Planificação: planejamento - aqui devem ser estabelecidas as situações-problema que nortearão a atividade; o planejamento das ações que serão necessárias para a dissolução desses problemas; a definição dos recursos necessários para esse processo; e o registro das soluções encontradas pelos participantes. Segundo as autoras neste momento é que os participantes, tanto professor quanto alunos, realizem a investigação científica. Caberá ao professor o planejamento de como explorar e relacionar os diversos conteúdos. Nesta etapa, os alunos cumprirão a atividade em si e será a oportunidade para que encontrem maneiras para superar obstáculos, façam perguntas e se apropriem do saber construído durante o processo de aprendizagem.

3ª Etapa Reflexão: os participantes terão a oportunidade de sistematizar os conhecimentos adquiridos e construídos no decorrer da atividade; poderão avaliar a oficina e sua própria participação; e delimitar novas propostas de aprendizagem. Desta forma, neste momento os participantes concluem a atividade e trazem novas propostas.

2. PLANOS DE AULA

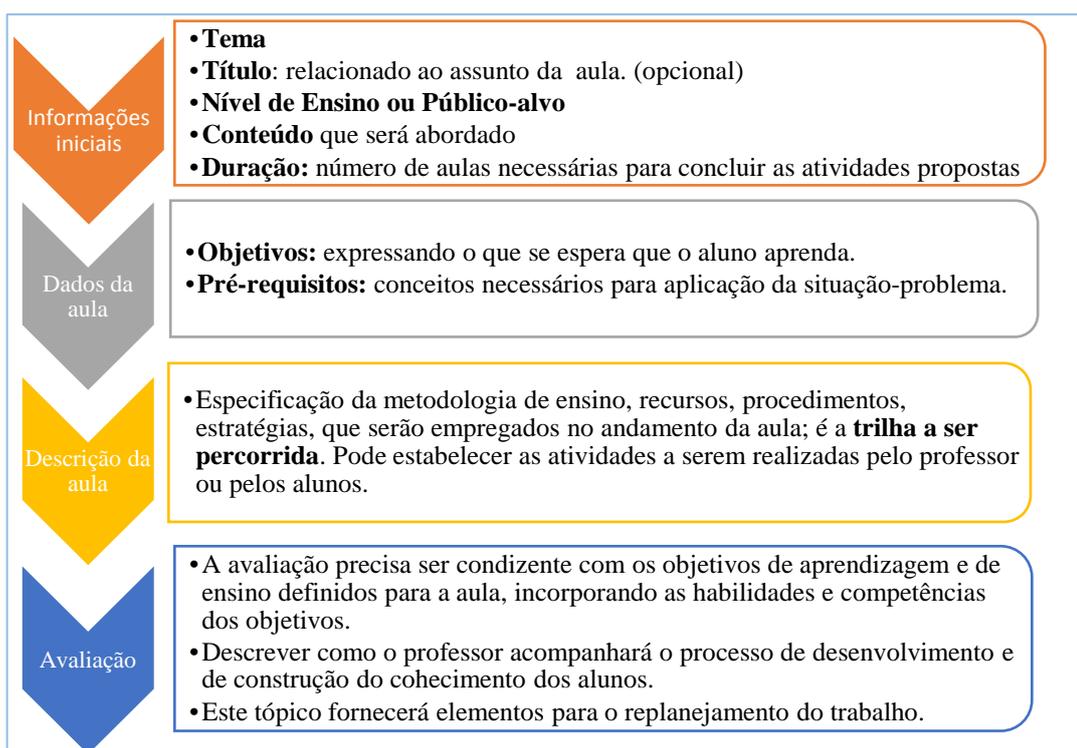


1. INTRODUÇÃO

O plano de aula não necessita ser seguido de forma rígida e obrigatória. Ele decorre do processo de planejamento, permitindo ao professor olhar para sua própria prática, como num olhar de fora para dentro. Assim, terá condições de refletir de maneira consciente sobre suas escolhas e organizá-las corretamente. Significa dizer que o plano de aula é uma antecipação mais acurada com relação ao conteúdo, recursos e atividades didáticas, ou seja, é um conjunto de tudo que será trabalhado durante a aula.

Dessa maneira, com o intuito de organizar o processo ensino-aprendizagem proposto no produto educacional deste trabalho, elaboramos um roteiro de plano de aula (Figura 2) baseado na proposta do Portal do Professor do MEC, apenas com pequenas alterações. Nos planos de aula que serão apresentados mais à frente poderão ser observadas o emprego da metodologia de oficinas, associadas as atividades experimentais e as TIC, focadas no conteúdo de FMC.

FIGURA 2: Roteiro de plano de aula, com os componentes essenciais.



Fonte: adaptado do plano de aula do Portal do Professor MEC

Referências

LIBÂNEO, J. C. Organização e gestão escolar: teoria e prática. 4ª ed. Goiânia: Editora alternativa. 2001. Portal do Mec: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/orientacoes.html>.

PLANOS DE AULA

Tema: *Tópicos de Física Moderna e Contemporânea.*

Nível de Ensino: *Ensino Médio – 2º e 3º anos*

Duração: *O tempo total previsto é de 16 a 20 aulas.*

Abaixo apresentamos os objetivos gerais de aprendizagem para a temática embasados no desenvolvimento de Habilidades e Competências descritos no PCN+ para a área de Física

Objetivos de aprendizagem¹⁰:

Representação e Comunicação

- ✓ Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física;
- ✓ Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente.
- ✓ Utilizar tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico;
- ✓ Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráfico;
- ✓ Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações;
- ✓ Expressar corretamente os conceitos físicos aprendidos;
- ✓ Conhecer fontes de informação relevantes;
- ✓ Interpretar material de divulgação científica;
- ✓ Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes;

¹⁰ Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf. Acesso em 20 de julho de 2015.

Investigação e Compreensão

- ✓ Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso;
- ✓ Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia;
- ✓ Compreender a física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos, descobrindo o funcionamento dos aparelhos;
- ✓ Investigar situações-problema relacionadas ao cotidiano;
- ✓ Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas;

Contextualização sociocultural

- ✓ Reconhecer a física como construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico;
- ✓ Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana;
- ✓ Reconhecer o papel da física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico;
- ✓ Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Objetivos de ensino:

- ✓ Apresentar os conceitos presentes na temática Física Moderna e Contemporânea e suas aplicações tecnológicas e cotidianas;
- ✓ Aplicar a metodologia de oficinas;
- ✓ Explorar o uso das TIC e das atividades experimentais;
- ✓ Estabelecer processo de investigação em sala de aula.

Pré-requisitos: No Portal do Professor este item é chamado de conhecimentos prévios, no entanto, para nós, este termo não é sinônimo de pré-requisito. Para as temáticas tratadas, em princípio, não são necessários conhecimentos prévios conceituais. Para as atividades experimentais quantitativas são necessários os conhecimentos das operações matemáticas básicas e funções. Os conhecimentos prévios aqui serão tratados como o conjunto de

conhecimentos que os alunos já possuem referente às temáticas e conteúdos pertinentes às aulas. Estes devem ser explorados a todo momento, conforme apresentado no decorrer do texto.

Avaliação: A avaliação será aplicada de maneira contínua durante a realização das atividades. O professor precisa levar em conta a participação individual dos alunos e das equipes de trabalho. Os critérios de avaliação deverão estar em consonância com os objetivos de aprendizagem. Como a metodologia de oficinas busca o desenvolvimento da autonomia e do trabalho em equipe, é fundamental que os alunos possam avaliar a forma como as aulas foram desenvolvidas, apontando as mudanças necessárias para melhoria do processo ensino-aprendizagem. Além disso, devem avaliar a si mesmos e a equipe da qual fizeram parte, assinalando os pontos a serem melhorados no trabalho em equipe.

Utilizar a participação do aluno e seu empenho nas atividades como fator de avaliação poderá motivá-los para realização das atividades futuras.

O professor precisa levar em consideração o desenvolvimento dos alunos com relação as habilidades e competências.

Instrumentos de avaliação: Atividades extraclasse; Relatórios; Participação individual e das equipes; Provas conceituais;

DESCRICÃO DAS AULAS

Aqui apresentamos o conjunto de planos de aulas com sobre diferentes tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Eles podem ser utilizados como apresentados ou adaptados conforme a necessidade do professor. Os professores observarão que algumas atividades são auto instrucionais e podem ser realizadas diretamente pelos alunos ou, até mesmo, como tarefa.

Não existe uma sequência obrigatória de tópicos. Desta forma, os planos de aula são independentes e, conforme aponta a metodologia, o professor pode oferecê-los como um cardápio de opções para que os alunos discutam e decidam quais destes pretendem estudar. Lembrando que uma das propostas da Oficina é que o aluno escolha temas a serem estudados.

Apresentamos 8 planos de aulas relacionadas as seguintes temáticas:

1. Comportamento Ondulatório da Luz
2. Ondas Eletromagnéticas e suas aplicações
3. Visualizando o “invisível”

4. Espectroscopia
5. Como funcionam as lâmpadas de descarga
6. Efeito Fotoelétrico
7. Fluorescência x Fosforescência
8. Detectando e gerando ondas eletromagnéticas

Além destes planos, está disponível no link [<https://goo.gl/ixxjLh>] uma pasta denominada **“Material Complementar ao Produto Educacional”** contendo todos os roteiros, artigos, links, material para estudo voltado ao professor e demais orientações complementares aos planos.

Todo o material, exceto alguns links, está disponível para download, incluindo simuladores, textos e vídeos. Com isto o professor pode planejar as aulas sem se preocupar com imprevistos como indisponibilidade ou qualidade da banda de internet.

Sabemos que o compartilhamento de ideias é fundamental em comunidades de aprendizagem profissional, desta forma, todo o material disponibilizado nos links acima estarão em constante elaboração, sua colaboração é bem-vinda. Além disso, criamos uma área de escrita colaborativa denominado **“Compartilhando o Saber”** disponível em [<https://goo.gl/Oh9ITx>] e uma pasta editável [<https://goo.gl/DOPw8c>] onde contamos com o compartilhamento de experiências. O material é de escrita colaborativa. Compartilhe críticas, sugestões e dicas conosco!

Esperamos contribuir no enriquecimento de sua prática.

Boas aulas!!!

COMPORTAMENTO ONDULATÓRIO DA LUZ

PARTE I - DIFRAÇÃO

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Óptica; Óptica física; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2º ou 3º ano

Conteúdo: Ondas Eletromagnéticas; Difração.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Observar a difração da luz em uma fenda, borda de objetos e obstáculos.
- Utilizar a luz como instrumento de medida.
- Compreender o comportamento ondulatório da luz.

Objetivos de ensino:

- Expor os alunos ao conceito de Óptica Física.
- Apresentar a equação referente à difração da luz.
- Promover a discussão sobre a natureza da luz e aplicações.

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos obrigatórios, mas sugere-se que a mesma seja realizada posteriormente às aulas de ondulatória, onde o aluno terá contato com a relação entre frequência e comprimento de onda, fenômenos ondulatórios como interferência e difração.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio de mapas conceituais, mentais ou questionários.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a seguinte questão: O que ocorrerá se incidirmos um feixe de luz proveniente de um Laser sobre um fio de cabelo? (referente à imagem formada pela da luz na parede)
- Faça uma demonstração experimental para explorar o problema. Aqui, o aluno deverá ser apresentado aos conceitos de franjas, interferência e máximos de mínimos de difração.
- É possível também fazer uma discussão do ponto de vista histórico, levando em consideração o experimento de Thomas Young. Textos de apoio podem auxiliar e motivar a discussão. Para tal disponibilizamos o link 1 e os artigos 1 e 2.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é determinar a espessura de um fio de cabelo ou a distância entre as ranhuras de um CD/DVD. Para realizar esta atividade o professor dispõe do guia 1. Nele há sugestões de questões e o passo a passo da atividade.
- Aqui o professor conduzirá os grupos na realização do experimento. Para tal, deverá discutir com os alunos quais os parâmetros relevantes, como proceder com a coleta de dados e cálculos. O professor deverá apresentar a equação para os mínimos de difração (aproximação de Fraunhofer), discutindo seus aspectos geométricos, conforme o artigo 5. Os grupos podem apresentar os dados em tabelas e, eventualmente, elaborar um relatório descritivo do experimento.

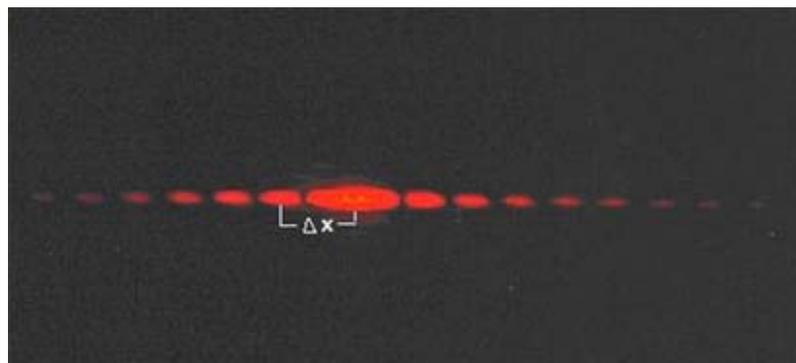
3ª ETAPA REFLEXÃO

- Nesta etapa o professor montará uma tabela comparativa com os dados coletados pelos grupos. Com isto, os alunos poderão comparar os diferentes diâmetros dos fios de cabelo coletados, as medidas para os CDs e DVDs e discutir os resultados obtidos.
- Por fim, poderão ser discutidas outras aplicações da difração da luz como instrumento de medida, por exemplo, na determinação da estrutura de proteínas ou DNA. Os alunos poderão fazer pesquisas sobre o tema.
- Utilizando um Laser na cor verde, é possível determinar seu comprimento de onda a partir de uma rede de difração conhecida, como o CD. Essa pode ser uma atividade extra.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar o professor pode sugerir aos grupos o estudo e a realização do experimento denominado “Espelho de Lloyd”. Esta atividade pode ser prévia à aula. Os artigos 3 e 4 poderão apoiar professores e alunos.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos relatórios entregues pelos grupos.

**IMAGEM DE
DESTAQUE:**
Fotografia de um padrão
de difração.
Fonte: “Guia 1”



COMPORTAMENTO ONDULATÓRIO DA LUZ

PARTE II - POLARIZAÇÃO

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Óptica; Óptica física; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2º ou 3º ano

Conteúdo: Ondas Eletromagnéticas; Polarização.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Reconhecer a polarização da luz como fenômeno ondulatório.
- Identificar a polarização da luz no cotidiano.
- Investigar a atividade óptica.

Objetivos de ensino:

- Expor os alunos ao conceito de polarização.
- Apresentar os diferentes tipos de polarização e a analogia com ondas mecânicas transversais.
- Promover a discussão sobre aplicações tecnológicas da polarização.

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos obrigatórios, mas sugere-se que a mesma seja realizada, posteriormente, às aulas de ondulatória, onde o aluno terá contato com a classificação das ondas, a sua direção de propagação em relação a direção de vibração e fenômenos ondulatórios.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios sobre ondas e o uso de polarizadores, por exemplo, por meio de entrevistas.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a seguinte questão: Ao comprar um óculos escuro, como distinguir se suas lentes são ou não polarizadas?
- Apresente dois óculos aos alunos, sendo um deles com lentes polarizadas e o outro não. Solicite que investiguem as diferenças.
- Faça uma demonstração experimental com uso de dois pedaços de polarizadores, sobrepondo-os e girando até cessar a passagem de luz.
- Indique aos alunos algumas referências bibliográficas ou links confiáveis e solicite uma pesquisa sobre o fenômeno da polarização e suas aplicações.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é determinar técnicas para identificar óculos polarizados e atividade óptica com materiais do cotidiano.
- Solicite aos alunos uma revisão bibliográfica sobre os principais tipos de polarização e o funcionamento de telas LCD.
- Proponha a seguinte questão: Qual a diferença entre a “TV de LCD” e a TV de LED”? Qual você compraria e porquê? Aqui os links 2 e 3 podem ajudar.
- Auxilie os grupos na sistematização das informações.
- Como atividade opcional, o professor pode realizar o estudo da Lei de Malus quantitativa, utilizando os simuladores 1 ou 2.

3ª ETAPA REFLEXÃO

- Após a pesquisa, que pode ser realizada como tarefa ou na escola, o professor deve abrir espaço para que os grupos exponham as informações, dissertem sobre o LCD e sobre as questões.
- Por fim, o professor deve mediar o argumento dos grupos. Os próprios alunos devem avaliar se estes são ou não viáveis.
- Como complemento o professor pode realizar um experimento análogo à polarização da luz (artigo 7) e sistematizar as informações mais importantes, destacando o fenômeno como exclusivo das ondas transversais e explicando as aplicações tecnológicas/industriais como avaliação do nível de sacarose na cana-de-açúcar ou as encontradas nas pesquisas dos alunos como os “óculos para visão 3D”.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar o professor pode realizar a apresentação da atividade óptica com vidro e fita adesiva ou do xarope de milho, discutir o uso de polarímetros ou apresentar a origem do Ângulo de Brewster. Artigos de apoio estão disponíveis na pasta material para estudo. Se preferir, é possível realizar a montagem experimental para verificação da Lei de Malus com apoio dos artigos 8 ou 9.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio das apresentações dos grupos e dedicação às pesquisas.

**IMAGEM DE
DESTAQUE:**
Fotografia de um par de
polaroides cruzados.
Fonte: próprio autor.



Acesse o material complementar desta aula no link <https://goo.gl/ixxjLh> ou pelo QR Code.



ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E SUAS APLICAÇÕES

EXPLORANDO O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Óptica; Óptica física; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2° ou 3° ano

Conteúdo: Ondas Eletromagnéticas; Espectro Eletromagnético.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos e atividade pré-aula.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar a relação Frequência x Comprimento de onda.
- Relacionar o comprimento de onda com sua aplicação tecnológica.
- Interpretar a equação para a energia de um fóton ($E=h.v$)

Objetivos de ensino:

- Apresentar referências e fontes relevantes de estudo.
- Apontar a relação entre frequência e energia.
- Promover o debate sobre a radiação ionizante.

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos obrigatórios, mas sugere-se que a mesma seja realizada posteriormente às aulas de ondulatória, onde o aluno terá contato com a relação entre frequência e comprimento de onda..

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio um questionário.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Antes da aula proponha aos alunos uma pesquisa e estudo sobre o espectro eletromagnético. Indique referências, como os materiais de apoio (Vídeo 1; Link 4; livros didáticos).
- Durante a aula, levante os conceitos e discuta as diferenças entre as ondas eletromagnéticas e suas faixas no espectro. Os alunos deverão indicar suas aplicações de acordo com o comprimento de onda. Por fim, solicite a leitura do capítulo 36 do livro “GREF – eletro05” disponível no material de estudo.
- Discuta os conceitos abordados, especialmente, a quantização da energia proposta por Planck.

**2ª ETAPA
PLANIFICAÇÃO**

- A situação-problema é proposta a partir do seguinte debate: Celular causa câncer? O professor mediará o debate, dividindo os grupos.
- Após o debate, o professor pode apresentar o áudio disponível no Guia 2.
- Por fim, o professor deve direcionar os grupos para a leitura de textos de apoio referentes a física das radiações. Estão disponíveis o artigo 10 e o produto educacional “Introdução a Física das Radiações” no material de estudo. O objetivo é diferenciar radiações ionizantes e não ionizantes. Ao mesmo tempo, indicar a abrangência do termo que é usado para feixe de partículas ou ondas eletromagnéticas.

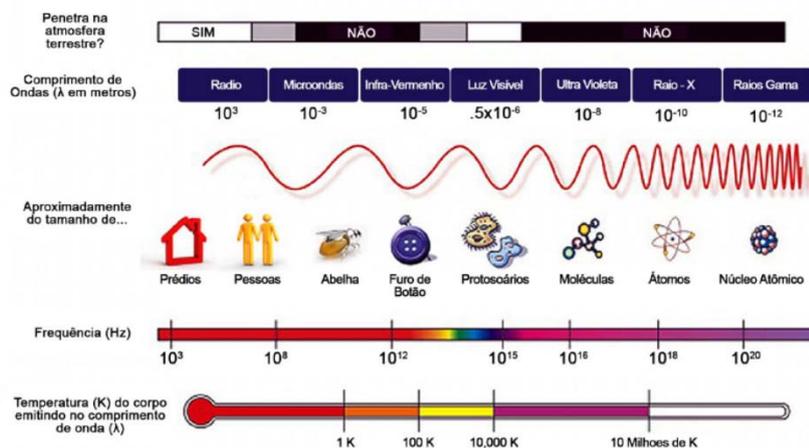
**3ª ETAPA
REFLEXÃO**

- Aplique um questionário para sistematização das informações. As questões podem ser elaboradas pelo professor ou retiradas do guia do professor disponível no Guia 2 ou no livro GREF. Os alunos devem apontar o que aprenderam com a exploração dos materiais e com o debate. Os alunos podem discutir as respostas.
- O professor pode solicitar aos alunos que analisem a relevância do uso do protetor solar ou que pesquisem em seu bairro se há antenas de celular ou rádio e se estas obedecem a legislação em relação às distância mínimas exigidas para exposição humana.

**ATIVIDADES
COMPLEMENTARES E
AVALIAÇÃO**

- Fontes adicionais de pesquisa estão disponíveis na pasta “Material de Estudo” em Produtos Educacionais e consistem, principalmente, em relacionar as ondas eletromagnéticas à aplicações tecnológicas, como na engenharia ou medicina. A avaliação partirá dos registros dos estudos realizados em casa, da participação no debate e das respostas ao questionário de sistematização. Outra sugestão é avaliar os alunos por meio dos relatórios entregues pelos grupos.

IMAGEM DE DESTAQUE:
Figura ilustrando o espectro eletromagnético.
Fonte: “Guia 2”



VISUALIZANDO O “INVISÍVEL”

PARTE I – ANALOGIA AO ESPALHAMENTO RUTHERFORD

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Modelos Atômicos; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2° ou 3° ano

Conteúdo: Modelos Atômicos; Natureza da Ciência.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Reconhecer os processos de construção da Ciência e evolução histórica.
- Explicar as limitações dos modelos atômicos.
- Investigar o fenômeno do espalhamento a partir de uma analogia.

Objetivos de ensino:

- Proporcionar o contato do aluno com a construção histórica da ciência.
- Demonstrar como a técnica aplicada na solução de um problema simples pode ser extrapolada para situações complexas.

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos. Sugere-se que o professor proponha a leitura de textos de apoio antes da aula, por exemplo, sobre a evolução dos modelos atômicos. .

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios dos conceitos desta aula por meio de esquemas ou desenhos que ilustrem a ideia de átomo de cada aluno.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a seguinte questão: Como podemos inferir sobre a estrutura atômica se não podemos vê-la?
- Em quais outras situações isto acontece?
- Discuta coletivamente a importância de conhecer a estrutura atômica.
- Apresente situações históricas em que uma descoberta desencadeou vários novos conhecimentos ou inovações. Solicite outros exemplos.
- Indique uma técnica que se tornou referência para outras situações. Solicite outros exemplos. Estes podem ser básicos, como a invenção da roda ou o domínio do fogo.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é determinar a forma geométrica do objeto colado abaixo de uma placa, sem manipular a placa ou olhar embaixo dela.
- Primeiramente, deixe os alunos livres para proporem métodos para descobrir o que tem embaixo da placa. Se eles optarem pelo uso da Luz, apoie-os na investigação.
- Posteriormente, indique que eles podem utilizar bolinhas como instrumento para a investigação. Distribua bolinhas de diferentes tamanhos aos grupos. Em caso de dúvidas o artigo 11 pode ajudar.
- Indique aos grupos a leitura sobre os modelos atômicos.

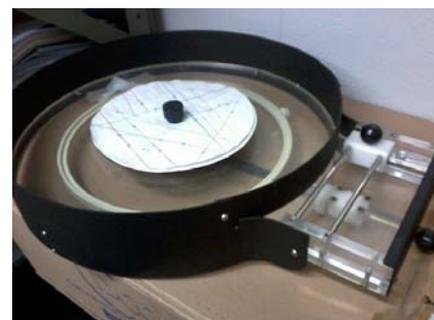
3ª ETAPA REFLEXÃO

- Solicite aos grupos que comparem seus modelos/previsões com o objeto. Se algum grupo preferiu utilizar a luz para investigar os objetos com as sombras, peça que indiquem qual técnica foi mais eficiente.
- A partir das respostas, questione os grupos sobre o que poderia ser feito para auxiliar melhoria na qualidade dos resultados. A proposta é que os alunos cheguem à conclusão que tanto a forma como atiram a bolinha, que precisa ser sistemática e padronizada, quanto o tamanho da bolinha influenciam nos resultados. Solicite aos grupos que investiguem o Átomo a partir do simulador 3 e registrem suas observações.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar o professor pode sugerir aos grupos a exploração do simulador 4 (Espalhamento Rutherford). Se não houver a possibilidade de realizar o experimento proposto, o Guia 3 apresenta uma versão online, podendo ser, inclusive, realizada em casa.
- Como leitura indicamos os artigo 12 e 13, a dissertação “Estrutura da Matéria na Educação Secundária” e o material do professor do Guia 3.
- A avaliação poderá ser focada nas respostas às questões sobre as práticas.

IMAGEM DE DESTAQUE:
Fotografia o aparato experimental na versão baixo custo e na versão do artigo 12.
Fonte: próprio autor.



VISUALIZANDO O “INVISÍVEL”

PARTE II – ÁTOMO DE BOHR

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Modelo Atômico; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2° ou 3° ano

Conteúdo: Modelos Atômicos; Átomo de Bohr.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Conhecer o modelo Atômico de Bohr.
- Comparar o modelo Atômico com os demais e diferenciá-los.
- Aplicar a quantização da energia na interpretação das transições de nível no átomo de Hidrogênio.
- Reconhecer a transferência de energia dos fótons ao elétron.

Objetivos de ensino:

- Apresentar os conceitos sobre o modelo Atômico de Bohr e os conceitos relacionados.
- Abordar os diferentes modelos atômicos como processo histórico e construção dos conceitos científicos.

PRÉ-REQUISITOS

- Os pré-requisitos sugeridos são conhecimentos básicos sobre os modelos atômicos, a equação da energia para um fóton e conceitos básicos de ondas eletromagnéticas.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios sobre os modelos atômicos, por exemplo, solicitando um breve texto que pode ser coletivo.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a leitura de textos sobre a história dos modelos atômicos, por exemplo, o produto educacional “Textos e atividades sobre oscilações e ondas, modelos atômicos, propriedades da luz, luz e cores, radiações ionizantes e suas aplicações médicas” ou GREF – eletro05.
- Diferencie os conceitos de contínuo e discreto. Apresente exemplos.
- Desmistifique e aproxime a construção dos conceitos científicos utilizando os textos. Levante a questão sobre o mérito da autoria do experimento.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é determinar: Por que o elétron não cai no núcleo? Para tal, os alunos deverão investigar em textos e elaborar respostas.
- Na sequência os alunos devem formar equipes de trabalho para a atividade disponível no Guia 4 e pintarão nas faces de dados a representação dos níveis energéticos para o átomo de Hidrogênio. Essa atividade proporcionará uma analogia para compreender as transições de níveis.
- Por fim, os alunos devem investigar o modelo atômico de Bohr, disponível no simulador 5.

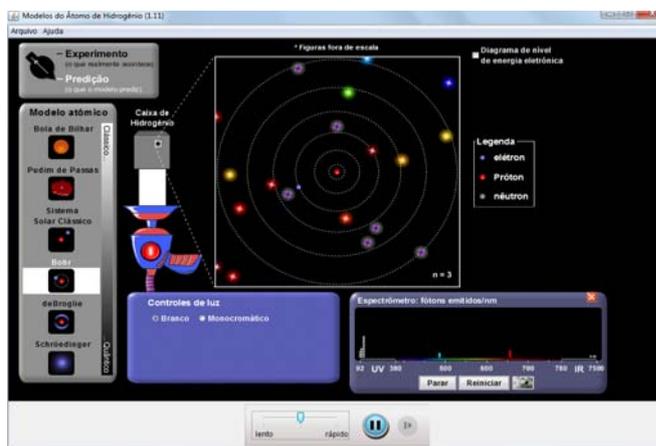
3ª ETAPA REFLEXÃO

- Os alunos deverão expor suas interpretações sobre os modelos atômicos e sua evolução. O professor deve chamar a atenção para a construção do conjunto de conhecimentos, que pode não ser, necessariamente, a soma de conhecimentos já existentes, mas sim uma ruptura com o modelo.
- Os alunos deverão apresentar sua interpretação com relação ao jogo de tabuleiro com os dados quânticos e fazer correlações com as observações no modelo de Bohr para o átomo de Hidrogênio.
- Por fim, o professor pode realizar uma revisão dos conteúdos utilizando o simulador. Desta forma, oportunizará um espaço para resolução de dúvidas ou pontos a serem esclarecidos.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- O professor pode utilizar materiais da disciplina de Química, uma vez que este tópico tem grande intersecção com a disciplina. O aluno pode explorar a montagem de seu próprio átomo e visualizar a estabilidade no simulador 9.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos registros e participação.

**IMAGEM DE
DESTAQUE:**
Imagem do modelo de
Bohr para o átomo de
Hidrogênio.
Fonte: “Simulador 5”



ESPECTROSCOPIA

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Óptica; Óptica física; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2º ou 3º ano

Conteúdo: Ondas Eletromagnéticas; Espectroscopia.

Duração das atividades: 3 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Entender o que é espectro e sua importância para o mundo atual.
- Investigar elementos químicos a partir de seu espectro de emissão.
- Construir um espectroscópio de baixo custo.

Objetivos de ensino:

- Apresentar a relação entre a espectroscopia e o modelo atômico de Bohr.
- Conceituar espectros contínuos e discretos.

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos obrigatórios, mas sugere-se que a mesma seja realizada posteriormente às aulas de ondulatória, onde o aluno terá contato com os fenômenos de difração e interferência.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios sobre os modelos atômicos, por exemplo, solicitando um breve texto que pode ser coletivo.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a seguinte questão: Como podemos descobrir do que são feitas as estrelas? Após discussão os alunos são direcionados a realizar pesquisas e o professor pode indicar a leitura do tópico “Fundamentos teóricos” do Guia 6. Este mesmo guia pode substituir a prática experimental caso seja necessário.
- Na discussão, além de informações sobre emissão, a determinação de elementos, a partir de espectros de absorção, também deve ser indicada.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é descobrir quais elementos químicos temos dentro de uma lâmpada? O professor pode utilizar luz negra, lâmpadas de vapor de sódio (comuns em iluminação pública) ou as lâmpadas fluorescentes comuns. Neste caso, destaque as linhas mais intensas no espectro.
- Os Guias 5 e 7 são relativos à atividade prática de construção do espectroscópio. O Guia 7 descreve uma montagem que permite avaliar o comprimento de onda das linhas espectrais obtidas. O Guia 5 possui uma excelente proposta de tarefa, inserindo espectros de estrelas fictícias.

3ª ETAPA REFLEXÃO

- Os alunos poderão apresentar os registros de suas medidas, por exemplo, indicando quais linhas são proeminentes na lâmpada fluorescente. Eles podem registrar suas medidas com a câmera do celular.
- O professor pode inserir questões mais conceituais, como discutir quais linhas são mais energéticas.
- É fundamental relacionar a questão das linhas espectrais com o modelo atômico de Bohr. Para tal, sugere-se que a exploração do simulador 5.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar os professores de física e química podem promover a investigação de espectros, por exemplo, utilizando testes de chamas.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos relatórios entregues pelos grupos.

IMAGEM DE DESTAQUE:

Fotografias de um espectro de lâmpada fluorescente obtido com espectroscópio caseiro e um celular.
Fonte: próprio autor.



COMO FUNCIONAM AS LÂMPADAS DE DESCARGA?

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Modelos Atômicos; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2° ou 3° ano

Conteúdo: Átomo de Bohr e Espectroscopia..

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Observar a composição de diferentes tipos de lâmpadas.
- Utilizar o modelo atômico de Bohr para compreensão do funcionamento destas lâmpadas.
- Realizar previsões a partir do conceito de energia do fóton.

Objetivos de ensino:

- Apresentar o modelo atômico de Bohr em associação com diferentes Lâmpadas.
- Conceituar a energia do fóton.

PRÉ-REQUISITOS

- Como pré-requisitos, sugere-se que o aluno possua conhecimentos sobre os modelos atômicos, especialmente o de Bohr e esteja familiarizado com o conceito de energia do fóton. Sugere-se também, o conhecimento sobre espectroscopia.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio de mapas conceituais, mentais ou questionários.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a seguinte questão: “Qual lâmpada eu quero?”
- Sugira aos alunos a investigação sobre os tipos de lâmpadas que os rodeiam. Sugira que levantem, também, os aspectos construtivos e de funcionamento destas lâmpadas.
- Indique aos alunos que realizem um levantamento da aplicação de cada um dos modelos pesquisados.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é: “Que lâmpada é essa?”
- Se possível, leve à sala de aula uma lâmpada tubular de luz negra (germicida). Esta lâmpada de vapor de mercúrio possui a vantagem de ser transparente, possibilitando a visualização dos filamentos e, eventualmente, do mercúrio em suas paredes. Solicite explicações embasadas no modelo atômico de Bohr para o funcionamento desta lâmpada.
- Proponha a exploração do simulador 6. Indique que observem o espectrômetro e variem o elemento da lâmpada.
- Retome a questão: “Que lâmpada é essa?” Solicite que, com base em seus conhecimentos, os alunos proponham uma maneira de identificar a composição química da lâmpada

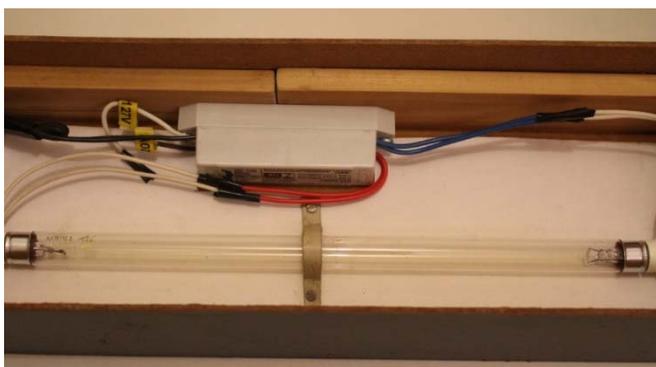
3ª ETAPA REFLEXÃO

- Solicite que sistematizem as informações, desenhando um modelo de lâmpada, indicando seus componentes e suas funções.
- Retorne à questão inicial “Que lâmpada eu quero” e questione porque as fluorescentes de mercúrio são brancas. Solicite respostas embasadas
- Proponha a configuração de uma lâmpada hipotética no simulador que, por exemplo, emita 3 ou quatro linhas de espectro, eventualmente, definindo suas frequências. Discuta a viabilidade desta lâmpada hipotética.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar, o professor pode propor o estudo do funcionamento do LASER. Para tal, disponibilizamos os artigos 16, 17 e 18; o vídeo 2 que é roteirizado e o simulador 8.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos registros realizados durante a aula.

IMAGEM DE DESTAQUE:
Fotografia de uma lâmpada germicida de vapor de mercúrio. Fonte: próprio autor.



EFEITO FOTOELÉTRICO

PARTE I – INVESTIGANDO O EFEITO FOTOELÉTRICO

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Dualidade Onda-Partícula; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2º ou 3º ano

Conteúdo: Ondas Eletromagnéticas; Polarização.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender o fenômeno do Efeito Fotoelétrico
- Interpretar os conceitos de fóton e quantum de Luz
- Relacionar o fenômeno com suas aplicações tecnológicas

Objetivos de ensino:

- Conceituar o fenômeno do Efeito Fotoelétrico
- Abordar o Efeito Fotoelétrico a partir do cotidiano dos alunos.
- Demonstrar o fenômeno através de atividade experimental.

PRÉ-REQUISITOS

- Como pré-requisitos, sugere-se que o aluno possua conhecimentos sobre os modelos atômicos, especialmente, o de Bohr e esteja familiarizado com o conceito de energia do fóton.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio do questionário.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Proponha a seguinte questão: “O que ocorre quando inserimos luz sobre uma superfície metálica?”. Apresente aos alunos a possibilidade, por exemplo, da descoberta sobre o funcionamento de sensores fotoelétricos.
- Os alunos irão investigar o fenômeno utilizando o simulador 7.
- Posteriormente, o professor pode aplicar um questionário de concepções relativas ao fenômeno. Para apoio, questões sugeridas estão disponíveis no apêndice do artigo 21.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- Após responderem às questões, os alunos poderão avaliar suas respostas manipulando novamente o simulador 7. Outras questões podem ser desenvolvidas pelo professor a fim de possibilitar uma investigação minuciosa do fenômeno, mas 4 pontos são fundamentais: Variar o comprimento de onda da luz incidente; a intensidade luminosa; a tensão da pilha e a superfície metálica.
- Solicite aos alunos a leitura do artigo 22 e indiquem qual o papel de Planck na Física Quântica e de Einstein na história do Efeito Fotoelétrico.

3ª ETAPA REFLEXÃO

- Os alunos deverão apresentar os resultados e suas conclusões em relação às questões propostas.
- O professor deve sistematizar as informações e diferenciar a quantização da energia proposta por Planck da Quantização da Luz, por Einstein.
- Outra discussão pertinente pode ser realizada como um debate a respeito da dualidade onda-partícula que o comportamento da luz apresenta. O artigo 21 pode ajudar a subsidiar esta discussão.
- Por fim, o professor pode realizar uma demonstração experimental do efeito utilizando um eletroscópio caseiro e uma lâmpada de luz negra. Para isto propomos o Guia 10 e o vídeos 4 e 5.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar o professor pode sugerir a leitura do artigo 23 e do link 5.
- O professor pode, também, solicitar um aprofundamento ou um estudo prévio desta aula por meio do simulador 10.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos relatórios entregues pelos grupos.

IMAGEM DE DESTAQUE:

Proposta de montagem experimental para demonstração do Efeito Fotoelétrico.

Fonte: Vídeo 4.



EFEITO FOTOELÉTRICO

PARTE II – CALCULANDO A CONSTANTE DE PLANCK

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Dualidade Onda-Partícula; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2° ou 3° ano

Conteúdo: Efeito Fotoelétrico; Determinação da Constante de Planck.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Determinar experimentalmente a constante de Planck (h).
- Utilizar tabelas e gráficos para obter o valor experimental de h .
- Compreender o funcionamento de um LED.

Objetivos de ensino:

- Expor o funcionamento de um LED.
- Proporcionar a discussão sobre as constantes fundamentais da Física.
- Apresentar diferentes meios para a determinação experimental de h .

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos obrigatórios, mas sugere-se que a mesma seja realizada posteriormente às aulas de ondulatória, onde o aluno terá contato com a relação entre frequência e comprimento de onda, fenômenos ondulatórios como interferência e difração.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio de mapas conceituais, mentais ou questionários.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Muitos professores nunca realizam esta prática. Para tal, iniciamos propondo ao professor a leitura do Artigo 24 - Uma aula sobre o Efeito Fotoelétrico. Nele são apresentados os passos fundamentais para o sucesso nesta atividade. Para contextualizar, o professor pode partir do ponto de vista da importância de se determinar as constantes fundamentais da natureza. Uma leitura interessante e aprofundada sobre o tema está disponível no artigo 25. O livro Física Moderna - UFSC, disponível no material de estudo poderá subsidiar o professor em exemplos da relevância da constante de Planck e suas relações.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A questão problema será: “Conhecida a equação para a energia de um fóton como ($E=h.v$), investigue como determinar a constante de Planck (h) a partir do experimento do Efeito Fotoelétrico, realizado no simulador 7. Por ser uma equação de 1º grau, o professor pode propor a analogia com a determinação experimental gráfica da velocidade no movimento uniforme.
- Auxilie os alunos na realização das atividades e inserção dos pontos no gráfico.
- O experimento pode ser repetido no laboratório virtual (link 7), porém utilizando uma montagem experimental com leds. Discuta a diferença entre este e o Efeito Fotoelétrico. Uma opção é dividir os grupos para realizarem as duas práticas simultaneamente.

3ª ETAPA REFLEXÃO

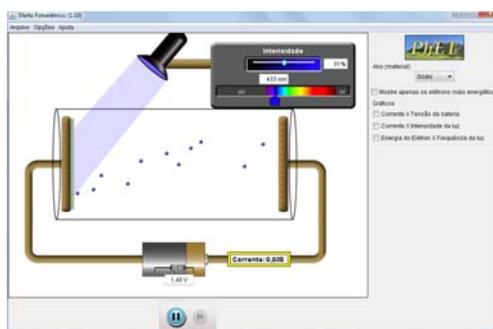
- Os grupos deverão apresentar os procedimentos experimentais e os resultados, indicando a ordem de grandeza e o erro experimental.
- O professor deverá conduzir a discussão sobre o significado físico desta grandeza..
- Discuta a diferença entre os experimentos. Mobilize os alunos em uma pesquisa para saber mais sobre o funcionamento do LED. O artigo 24 pode ajudar!

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Toda a atividade proposta pode ser realizada a partir do link 8. Para uma atividade realizada como tarefa ele é mais indicado, pois o aluno não contará com o apoio do professor.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos relatórios entregues pelos grupos.

IMAGEM DE DESTAQUE:

Tela dos simulares para determinação de h . À direita utilizando LED e à esquerda a partir do Efeito Fotoelétrico. Fonte: Simulador 7 e Link 8



FLUORESCÊNCIA X FOSFORESCÊNCIA

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Átomo de Bohr; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2º ou 3º ano

Conteúdo: Átomo de Bohr; Fluorescência; Fosforescência.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar materiais fluorescente e fosforescentes.
- Diferenciar conceitualmente os fenômenos acima.
- Investigar aplicações tecnológicas do fenômenos.

Objetivos de ensino:

- Conceituar fluorescência e fosforescência
- Debater as implicações tecnológicas associadas aos conceitos de fluorescências e fosforescência.

PRÉ-REQUISITOS

- Como pré-requisitos, sugere-se que o aluno possua conhecimentos sobre os modelos atômicos, especialmente, o de Bohr e esteja familiarizado com o conceito de energia do fóton..

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio de entrevistas. Como os fenômenos tem nomenclatura comumente usada, sugerimos que solicitem aos alunos a diferenciação prévia dos temas.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- Frequentemente usamos um dos termos, Fluorescência ou Fosforescência. A proposta inicial desta atividade é diferenciar os conceitos. Os alunos podem realizar uma pesquisa no dicionário e discutir o que encontraram. Um uma busca é comum encontrar erros na definição destes conceitos.
- Posteriormente, o professor pode apresentar um texto científico ou de divulgação indicando tais definições. Para tal, disponibilizamos o texto “Textos e atividades sobre oscilações e ondas modelos atômicos luz e radiações ionizantes e aplicações medicas” na pasta Produtos Educacionais.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- A situação-problema é investigar materiais e suas propriedades luminescentes. Experimentalmente e de forma qualitativa, os alunos deverão listar quais objetos são fluorescentes e quais são fosforescente e explicar quais os critérios para categorizá-los. A questão-problema que surgirá da investigação é: Explique porque alguns materiais fosforescentes não brilham ao serem iluminados por leds de algumas cores específicas. Para tal, os alunos deverão realizar pesquisas e elaborar hipóteses. Para o professor, disponibilizamos o artigo 14.
- Solicite também uma lista de aplicações tecnológicas.

3ª ETAPA REFLEXÃO

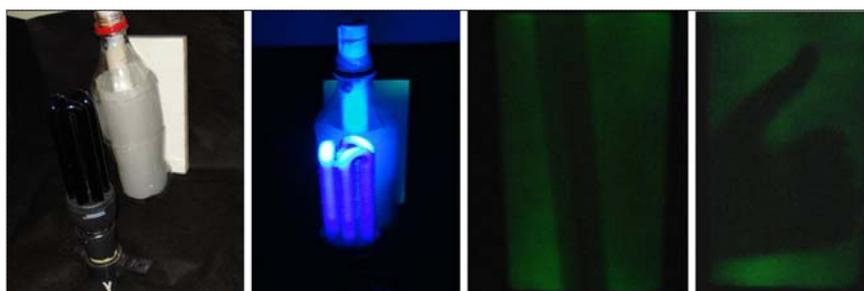
- Nesta etapa o professor mediará apresentações dos alunos sobre as pesquisas, possibilitando a relação dos conceitos relativos ao Átomo de Bohr e aplicados aos conceitos aqui discutidos.
- Por fim, a aula será pautada na discussão das aplicações tecnológicas, desde telas de “TV de tubo” (CRT) até a fluoroscopia ou Raios-X. Para tal, o professor pode realizar uma demonstração experimental ilustrando a formação da imagens nestes casos. Para apoio, dispomos do material complementar “Física Aplicada A Medicina” disponível na pasta Produtos Educacionais.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar o professor pode sugerir aos alunos o estudo do funcionamento dos aparelhos de Raios-X. Para tal, disponibilizamos o artigo 15, o vídeo 3 e materiais de estudo.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos relatórios entregues pelos grupos e pelo debate.

IMAGEM DE DESTAQUE:

Simulação por analogia da imagem formada por Raios-X utilizando fosforescência. Fonte: próprio autor



DETECTANDO E GERANDO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

ESTRUTURA CURRICULAR

Tema: Eletromagnetismo; Física Moderna e Contemporânea

Nível de Ensino: Ensino Médio – 2º ou 3º ano

Conteúdo: Ondas Eletromagnéticas.

Duração das atividades: 2 aulas de 50 minutos.

OBJETIVOS

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender a formação das ondas eletromagnéticas.
- Utilizar as ondas eletromagnéticas para visualizar o “invisível”.
- Detectar ondas eletromagnéticas.

Objetivos de ensino:

- Explicar a formação das ondas eletromagnéticas;
- Oferecer propostas de atividades para experimentação manipulativa para fixação dos conceitos abordados.
- Apresentar as ondas eletromagnéticas associadas as tecnologias atuais

PRÉ-REQUISITOS

- Esta aula não possui pré-requisitos obrigatórios, mas sugere-se que a mesma seja realizada posteriormente às aulas de ondulatória, onde o aluno terá contato com a relação entre frequência e comprimento de onda, fenômenos ondulatórios.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- É possível levantar os conhecimentos prévios destes tópicos e dos conceitos desta aula por meio de mapas conceituais, mentais ou questionários.

1ª ETAPA CONTEXTUALIZAÇÃO

- As ondas eletromagnéticas são o meio de transporte da energia que consumimos, das comunicações que realizamos e instrumento de medida utilizado em grande parte das descobertas científicas. Além disso, tem inúmeras aplicações tecnológicas, fonte de calor até o tratamento do câncer. Proponha aos grupos de alunos que investiguem as ondas eletromagnéticas, considerando aspectos como detecção, geração e aplicação tecnológica destas ondas.
- Cada grupo deverá apontar qual aspecto foi o mais interessante e o motivo. A partir disto, eles realizarão atividades experimentais relativas a este aspecto.

2ª ETAPA PLANIFICAÇÃO

- Os grupos podem ser separados por projetos, pois são várias propostas de experimentos, entre elas:
- Geração de ondas eletromagnéticas: Bateria, rádio e pilha. Emissão de dados wifi.
- Detecção de ondas eletromagnéticas: Rádio sem pilha; Rádio Galena; Medindo o Comprimento de Onda das Microondas; “Ouvindo o Controle Remoto”, “Vendo o Invisível”, “Como a trena a laser”, etc.
- Os grupos deverão escolher o experimento e indicar os conceitos envolvidos, montagem experimentais e parâmetros relevantes a serem observados ou medidos. O professor validará as propostas.
- Para apoio ao professor, disponibilizamos uma pasta denominada “GUIAS 9”. Nela estão disponíveis artigos, guias do professor e roteiros para atividades como Transmissão e recepção de dados sem fio ou visualizando objetos no escuro usando o infravermelho.

3ª ETAPA REFLEXÃO

- Nesta etapa os grupos farão apresentações dialógicas, onde os demais alunos poderão debater ou indagar os aspectos apresentados. O professor realizará registros, onde embasará sua avaliação.
- Todos os grupos deverão entregar um relatório das atividades.
- Utilizando um Laser na cor verde, é possível determinar seu comprimento de onda a partir de uma fenda conhecida, como o CD. Essa pode ser uma atividade extra.

ATIVIDADES COMPLEMENTARES E AVALIAÇÃO

- Como atividade complementar, antes da aula o professor pode apresentar uma relação de conceituadas referências bibliográficas. Os alunos podem ser motivados a utilizar as tecnologias, como aplicativos e simuladores. Esta apresentação poderá subsidiar outras atividades posteriormente.
- A avaliação desta aula poderá ser realizada por meio dos relatórios entregues pelos grupos, apresentações e por um questionário, incluindo conceitos, avaliação da aula e autoavaliação.

IMAGEM DE DESTAQUE:

Fotografia tirada sob iluminação de um led infravermelho de um controle remoto. Fonte: Artigo 19.

