

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

JONATA EDUARDO DRESSENO ABILINO

**INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA NA REALIDADE
ESCOLAR DO PLANALTO NORTE CATARINENSE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
JULHO/2015

JONATA EDUARDO DRESSENO ABILINO

INSERÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA NA REALIDADE ESCOLAR DO PLANALTO NORTE CATARINENSE

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de TCC 2, do Curso Superior de Licenciatura em Física do Departamento Acadêmico de Física – DAFIS – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado.

Orientador: Professor Doutor Nestor Cortez Saavedra Filho.

CURITIBA

JULHO/2015.

RESUMO

O presente trabalho diz respeito a uma pesquisa qualitativa realizada na cidade de Itaiópolis/SC, localizada no planalto norte catarinense, cujo objetivo foi desenvolver e aplicar uma proposta de ensino de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio, com base nos tópicos: Efeito Fotoelétrico e Experimento Dupla-fenda, através de TIC e experimento na Escola Estadual Básica Virgílio Várzea, respondendo à pergunta: É viável a inserção da discussão no Ensino Médio sobre a Física Moderna e Contemporânea mediadas pelas TIC e experimentos, tendo por base os tópicos de efeito fotoelétrico e experimento dupla-fenda, em escolas públicas? Para consolidar a pesquisa, a coleta dos dados foi feita utilizando-se de instrumentos de gravações de áudio e um diário de campo. A apreciação e verificação dos dados foram feita via análise de conteúdo, a partir do áudio transcrito. Os dados coletados durante a pesquisa fornecem indicativos de que é possível aplicar tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, desde que o professor implante uma metodologia de ensino-aprendizagem mínima e use as TIC de forma a mediar à transposição didática, facilitando assim a aprendizagem dos alunos. A pesquisa também mostrou a importância da formação do docente, de modo que o mesmo saiba usar o ferramental pedagógico adequadamente, e por fim mostra também que se é viável aplicar os tópicos de FMC na escola e seu contexto, deve ser também viável extrapolar os resultados aplicando a proposta ao restante das escolas públicas, salvo as condições mínimas de contorno.

Palavras-chave: Ensino de Física, Física Moderna e Contemporânea, Tecnologias de Informação e Comunicação, Contexto Social Escolar.

ABSTRACT

This study concerns a qualitative survey conducted in the city of Itaiópolis / SC, located in northern Santa Catarina plateau, whose objective was to develop and implement a Modern Physics and Contemporary teaching proposal for Secondary Education, based on the topics: Photoelectric Effect and experiment Double-slit, through ICT and experience at the State Primary School Virgil Lowland, answering the question: Is it feasible to enter the discussion in high school on the Modern and Contemporary Physics ICT-mediated and experiments, based on the effect of topical photoelectric and double-slit experiment in public schools? To consolidate research, data collection was done using audio recordings of instruments and a field diary. The evaluation and verification of the data were made via content analysis, from the audio transcript. Data collected during the survey provide indications that can be applied topics of Modern and Contemporary Physics in high school since the teacher implant a minimum teaching-learning methodology and use ICT in order to mediate the didactic transposition, thus facilitating student learning. The research also showed the importance of training of the teaching, so that it knows how to use it properly pedagogical tools, and finally also shows that it is feasible to apply the topics of FMC in school and its context, it should also be feasible to extrapolate results by applying the proposal to the rest of the public schools, except the minimum boundary conditions.

Keyword: Physics Education, Modern and Contemporary Physics, Information and Communication Technologies, and School Social Context.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de muitas pessoas. Assim, manifesto minha gratidão a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

Agradeço ao meu orientador pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, incentivo, mas principalmente pela sua paciência.

A esta Universidade e ao corpo docente do DAFIS que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho.

A diretora Ione, da Escola Virgílio Várzea, pela ajuda sempre que precisei.

Não esquecendo também da minha fiel companheira ,amiga, namorada Dione a qual sem o apoio durante o curso não teria completado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTO DA PESQUISA	1
2. JUSTIFICATIVAS	6
2.1. JUSTIFICATIVA PESSOAL.....	6
3. OBJETIVOS.....	7
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. QUESTÃO DE PESQUISA	7
5. REFERENCIAL TEÓRICO	8
6. METODOLOGIA	12
7. CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	14
7.1. DESCRIÇÃO DAS AULAS	14
7.2. ANÁLISE DE CONTEÚDO	18
7.3. CRITÉRIOS USADOS PARA DEFINIR AS CATEGORIAS	18
7.4. DADOS.....	19
8. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	27
ANEXOS	31

1. INTRODUÇÃO

A introdução de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio já vem sendo discutida há tempos. O porquê e para que ensinar são temas cuja necessidade é um consenso na área de Ensino de Física, pois há inúmeras pesquisas e autores que justificam a introdução de FMC. Terrazan (1994) elenca inúmeras justificativas, assim como Torres (1998), conforme será melhor descrito ao longo do texto. Todavia, além de autores e pesquisas o que coopera fortemente para a efetivação da inserção de tópicos de FMC são os desdobramentos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 1996 e o Parâmetro Curriculares Nacionais (PCN). Neles existem inúmeras menções sobre as atualizações do currículo em Física. Contudo, a questão que surge é como fazer isso? Ou seja, qual é a viabilidade de se inserir tópicos de FMC nas escolas públicas em turmas de Ensino Médio? Uma tentativa de se obter essa resposta está no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), sendo o objetivo desta pesquisa avaliar a possibilidade da inserção da discussão no Ensino Médio sobre Física Moderna e Contemporânea mediadas por TIC e experimentos.

1.1. CONTEXTO DA PESQUISA

A Escola de Educação Básica Virgílio Várzea, foco desta pesquisa, está situada no município de Itaiópolis, planalto norte do estado de Santa Catarina.

O estado de Santa Catarina apresenta os melhores índices sociais do país, como será descrito no decorrer deste tópico. Possui o mais alto índice de expectativa de vida do país (empatado com o Distrito Federal), a menor taxa de mortalidade infantil e também é a unidade federativa com menor desigualdade econômica e analfabetismo do Brasil. Além disso, também é considerado um estado rico ostentando o sexto maior Produto Interno Bruto (PIB) da federação, com uma economia diversificada e industrializada. Importante polo exportador e consumidor, o estado é um dos responsáveis pela expansão econômica nacional, respondendo por 4% do Produto Interno Bruto do país.¹

¹ Dados e informações retirados do site: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=sc>. Acesso em 06 de julho de 2015.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), em 2013, a taxa de analfabetismo no estado era de 3,2%, a menor do país. A taxa de escolarização na faixa etária de 6 a 14 anos é 99,2%, fazendo com que o estado seja líder nesse quesito. Da população, 16,3% dos catarinenses são analfabetos funcionais. Santa Catarina tem o terceiro maior IDH-educação do Brasil, com um índice de 0,934.²

Apesar disso, o planalto norte catarinense é a região mais pobre do estado, sendo o território no qual se concentram os menores IDH-M, e o município de Itaiópolis está na 207ª posição dentre os outros municípios de Santa Catarina, com IDH-M de 0,708.³

De acordo com as estimativas do IBGE, para o ano de 2010, a população de Itaiópolis era composta de 20.315 habitantes, o equivalente a 0,34% da população do estado. Em 2014, a população estimada era de 21.139 habitantes. Itaiópolis é a 57ª cidade no ranking populacional catarinense. Quanto ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)⁴ 2013, o município ficou com 4,3. Itaiópolis está na 1579ª posição de renda per capita no Brasil, sendo de R\$ 625,36 a média.⁵

No perímetro urbano, onde a escola se encontra, há problemas de captação, distribuição e qualidade da água distribuída. Na área rural, em muitas comunidades não existe fornecimento desse recurso, com possíveis riscos de contaminação dos

² Informações retiradas do site: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2013/>. Acesso em 05 de junho de 2015.

³ Pesquisa elaborada a partir do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA e Fundação João Pinheiro - FJP, com dados extraídos dos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010. O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), criado pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro para acompanhar a evolução dos municípios brasileiros e os resultados da gestão das prefeituras, apontou, em 2000, o município como o 234º colocado no ranking de desenvolvimento do Estado. Em 2006, com um índice de 0,647, a cidade aparece na 215ª posição estadual.

⁴ O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) foi criado em 2007 e tem como finalidade reunir em um só indicativo dois conceitos igualmente importantes para a qualidade da educação: fluxo escolar e médias de desempenho nas avaliações. O indicador é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar, obtidos do Censo Escolar, e médias de desempenho nas avaliações do Inep, o Saeb – para as unidades da federação e para o país, e a Prova Brasil – para os municípios. Dados obtidos do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: portal.inep.gov.br. Acesso em 08 de maio de 2015.

⁵ Dados e informações obtidas através do site: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=420810&search=santa-catarina|itaiopolis>. Acesso em 05 de junho de 2015.

habitantes, pelo fato dos lençóis freáticos, nascentes e riachos estarem provavelmente contaminadas pelo uso de agrotóxicos e lixo (embalagens) depositados a céu aberto. Não existem redes de esgoto e nem tratamento dos mesmos e estes, de modo que são levados aos leitos dos rios, principalmente pelas águas das chuvas.⁶

O município tem como uma das principais economias o setor agrícola, principalmente na produção de grãos (soja e milho) e na fumicultura que se concentra nas pequenas propriedades. As microempresas, por serem administradas por membros da família absorvem um número bem reduzido de mão-de-obra, muitas vezes com menos qualificação utilizando um capital de giro menos expressivo.⁷

De acordo com o Projeto Político Pedagógico da escola, a comunidade escolar é constituída em grande parte por descendentes de alemães, poloneses, ucranianos, indígenas e em menor número por outras etnias. Em relação às famílias, 46,91% delas possui renda até um salário mínimo, 29,26% entre um e dois salários, 14,85% de três a quatro salários, 4,97% de cinco a sete; 2,57% de oito a dez salários e 1,4% de 11 a 20 salários mínimos. Algumas famílias recebem recursos do Governo federal através dos programas sociais, como o Bolsa Família.⁸

A escola abrange comunidades distantes de até 40 km da sede da escola, de modo que os alunos utilizam o transporte escolar gratuitamente, o que é gerenciado pela Secretaria Municipal de Educação.⁹

A Escola de Educação Básica Virgílio Várzea é a maior do município, tendo, aproximadamente, 1233 alunos matriculados, 66 funcionários e 57 professores. Esses alunos constituem 44 turmas de Educação Básica: desde o 2º ano a 8ª série do Ensino Fundamental, Ensino Médio e curso profissionalizante de Magistério - Habilitação em Educação Infantil e Séries Iniciais, possuindo ainda Serviço de Atendimento Especializado Educacional (SAEDE), em sala própria para a inclusão social.

As dependências físicas da Escola não atendem as expectativas do educando, estando em precárias condições de uso. Não há laboratório de Ciências Físicas, Biológicas ou Química, ou seja, não há nenhum laboratório. Falta espaço

⁶ Informações obtidas através do Plano Municipal de Educação – PME de Itaiópolis.

⁷ Idem.

⁸ Informações obtidas do Plano Político Pedagógico da Escola.

⁹ Idem.

para abrigar o setor administrativo. A sala dos professores contém infiltração de água na cobertura, causando transtornos e colocando em risco a integridade física dos mesmos. Não há espaço físico suficiente para os professores cumprirem com as horas atividades, sendo insuficientes os equipamentos necessários, como computadores e impressoras para a preparação de provas e pesquisas diversas¹⁰. Em 2013 o Ideb da escola foi de 4.8.¹¹

Ainda de acordo com o Projeto Político Pedagógico da escola, esta tem como objetivos, princípios e finalidades o seguinte:

“I - A Escola tem seu embasamento nos Artigos 2º,3º, 22º, 25º, 26º,29º, 32º, 35º, 39º da Lei nº 9394/96 e nos artigos 3º,4º,23º, e 26º da Lei Complementar nº170/98, oferecendo, Ensino Fundamental de 9 anos, tendo por objetivo geral o pleno desenvolvimento do aluno, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho;

II - A Escola tem por finalidade atender o disposto nas constituições federal e estadual, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e no Estatuto da criança e do adolescente; ministrar o Ensino Fundamental, Ensino Médio e Magistério, observadas, em cada caso, a legislação e normas especificamente aplicáveis;

III - A Escola oferecerá aos seus alunos serviços educacionais com base nos princípios emanados das Leis específicas.”¹²

De acordo com a ementa da disciplina de física, os alunos da 3ª Série do Ensino Médio devem, durante o ano letivo, abordar os seguintes temas:

1. *“Eletrostática. Carga Elétrica. Processos de eletrização e eletroscópio. Força elétrica: lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial e trabalho de uma força elétrica.*
2. *Linhas de força e condutores em equilíbrio eletrostático, condutores esféricos. Eletrodinâmica. Corrente elétrica.*
3. *Leis de Ohm. Potência elétrica. Associação de resistores.*
4. *Eletromagnetismo. Campo magnético gerado por corrente elétrica. Força Magnética. Indução elétron. Ondas Mecânicas. O som. Ondas*

¹⁰ Dados retirados do Projeto Político Pedagógico da Escola.

¹¹ Dado retirado do site: <http://ideb.inep.gov.br/>. Acesso em 06 de junho de 2015.

¹² Idem.

Eletromagnéticas. Frequência, velocidade, comprimento e período de uma onda magnética. Física Moderna".¹³

¹³ Esta emenda foi fornecida pelo Professor de Física responsável pela disciplina do terceiro ano do Ensino Médio, tendo sido transcrita conforme anotações do plano de aula do professor.

2. JUSTIFICATIVAS

A justificativa principal para esta pesquisa é seguir as recomendações dos Documentos Oficiais na realidade escolar do planalto norte catarinense, ou seja, na Escola Educação Básica Virgílio Várzea, situada no município de Itaiópolis, na qual se entende que o currículo da Física precisa ser atualizado. Outra justificativa segundo as pesquisas de Ostermann e Cavalcanti (1999) e uma revisão feita mais tarde por Ostermann (2009) é de que existe pouco material disponível em português. Assim, esta pesquisa tem a finalidade de contribuir para melhorar a relação ensino aprendizagem em tópicos de Física Moderna. E, também, segundo Torre (1998 apud OSTERMANN, 2000, p.25), aproximar o aluno da Física Atual:

- “1. Conectar o estudante com as questões tecnológicas atuais, mostrando a importância de ser alfabetizado cientificamente e tecnologicamente;
2. Protegê-lo do obscurantismo, das pseudociências e das charlatanias pós-modernas, coisas do tipo cura quântica e espiritualidade e teorias afins;
3. Que o aluno possa localizar corretamente o ser humano na escala temporal e espacial da natureza, dando assim a dimensão do conhecimento de ponta;
4. FMC possui múltiplas e evidentes consequências tecnológicas;
5. Por sua beleza, pelo prazer do conhecimento, porque é uma parte inseparável da cultura, porque o saber nos faz livres e valoriza a humanidade.”

Outro objetivo é dar uma finalidade didática aos muitos materiais existentes sobre TIC, applets, vídeos, textos e experimentos. Gil et al. (1987, apud OSTERMANN, 2000, p.25) acreditam que o ensino de FMC a alunos de Ensino Médio tem grande importância, uma vez que a introdução de tópicos atuais de Física pode contribuir para dar uma imagem mais precisa da ciência e do próprio trabalho científico. Esta nova imagem deve superar a visão linear da Física dando um caráter mais amplo e complexo a esta ciência do que a visão cumulativa e “limpa” do conhecimento científico.

(...) a influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como, a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, definem por si só a necessidade de se debater e estabelecer as formas de abordar tais conteúdos na escola média. (Terrazzan, 1994, p. 43).

2.1. JUSTIFICATIVA PESSOAL

O interesse em relação à FMC começou quando estava na oitava série, quando assinei a revista Superinteressante e passei a acompanhar assuntos da revista. Até aquele momento eu não sabia na realidade do que se tratava a FMC, porém quando passei para o Ensino Médio, soube que havia uma distinção entre a Física Clássica e a FMC. Todavia, isto não estava claro, e então passei a pesquisar sobre o tema, comprei livros de divulgação científica recomendados pelos professores de física e química, e o interesse foi aumentando, a ponto de cursar física e escolher o tema como trabalho de conclusão do curso.

3. OBJETIVOS DA PESQUISA

3.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver, verificar a viabilidade e aplicar uma proposta de ensino de Física Moderna para o Ensino Médio, com base nos tópicos: Efeito Fotoelétrico e Experimento Dupla-fenda, através de TIC e experimento, no contexto de Itaiópolis/SC na Eeb Virgílio Várzea.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analisar a inserção de Física Moderna e Contemporânea e elaborar uma intervenção metodológica com o uso dos vídeos do portal Ciência Curiosa relacionados aos tópicos de Física Moderna.

2. Selecionar recursos de TIC e experimentos, sobre os tópicos de Efeito Fotoelétrico e experimento de Dupla Fenda.

3. Elaborar uma proposta didática em relação aos tópicos de Efeito Fotoelétrico e Experimentos Dupla Fenda.

4. Verificar a viabilidade da sequência didática de acordo com alguns critérios, como, por exemplo: financeiro, estrutural e pedagógico.

4. QUESTÃO DE PESQUISA

A inserção da discussão no Ensino Médio sobre a Física Moderna mediadas pelas TIC e experimentos, tendo por base os tópicos de efeito fotoelétrico e experimento dupla-fenda, em escolas públicas, é viável?

5. REFERENCIAL TEÓRICO

Moreira e Ostermann (2000) fizeram uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa em Física Moderna Contemporânea no Ensino Médio, consultando artigos, livros didáticos, dissertações, teses e internet que abordam o tema. A pesquisa focou desde os primeiros trabalhos do final da década de 1970 até o ano 2000.

Esse levantamento concluiu que existem algumas linhas exploradas em demasia, como; “Apresentação de um tema em Física Moderna Contemporânea” e, em contrapartida, linhas pouco exploradas, como: “Concepções Alternativas da Física Moderna Contemporânea” e “propostas testadas em sala de aula”.

Pode-se constatar nessa pesquisa que nada apareceu com relação às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tão em voga na atualidade. Mas, se considerarmos o ano da pesquisa, visualizamos que a internet recém tinha chegado ao Brasil, sendo pouco viável a utilização desse ferramental, uma vez que a difusão de computadores e o acesso à internet eram limitados a poucos.

Em outra pesquisa mais recente, Pereira e Ostermann (2009) realizaram uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa em Física Moderna Contemporânea no Ensino Médio. Tal trabalho baseou-se na consulta de artigos, livros didáticos, dissertações, teses e na internet. Esta pesquisa considerou desde os primeiros trabalhos na década de 1970 até o ano de 2006.

Pode-se constatar nessa pesquisa que não faltam justificativas em defesa da inserção da FMC no Ensino Médio, embora o material em língua portuguesa seja escasso. Também se verifica uma boa gama de tópicos sobre FMC que podem ou já estão sendo utilizados para ensinar FMC.

A pesquisa de Ostermann e Moreira (2000) causou alguma mudança com relação à área de ensino. E para se verificar o seu impacto foi realizada uma pesquisa, uma revisão da produção acadêmica recentemente, entre 2001 a 2006, também feita por Ostermann e Pereira (2009). Nela se fez uma verificação de

trabalhos em revistas e artigos do Brasil e exterior. Foram selecionados 102 artigos correlacionados à FMC. Tais trabalhos foram separados em quatro grandes linhas ou categorias: propostas didáticas testadas em sala de aula, levantamento de concepções, bibliografia de consulta para professores e análise curricular.

Ou seja, houve uma melhora em relação às publicações após a divulgação da pesquisa de Moreira e Ostermann (2000) sobre ensino de FMC no Ensino Médio. Logo, constatou-se uma evolução ao uso de FMC em sala de aula por parte dos docentes. Todavia, ainda a maioria das publicações era referente à bibliografia de consulta para professores. Uma linha nova e interessante surgiu nessa pesquisa recente, dentro da categoria propostas didáticas testadas em sala de aula: o uso de TIC. Foram identificados seis trabalhos, conforme os parágrafos que seguem:

Muller e Wiesner (2002) na Alemanha, ambos da Universidade de Munique, realizaram um curso introdutório de Mecânica Quântica para alunos de faixa etária equivalente ao Ensino Médio no Brasil, no qual fizeram uso de programas de simulação computacional envolvendo o experimento da dupla fenda e o interferômetro March-Zenhder.

Ostermann e Ricci (2004) com base em um trabalho publicado na Alemanha, construíram uma unidade didática conceitual usando tópicos de FMC. Para isso, fizeram uso de dois softwares originalmente usados no trabalho de pesquisadores alemães citados no parágrafo anterior. Os softwares são uma simulação do interferômetro March-Zenhder e outro com experimento da dupla fenda. Essa experiência foi realizada em uma turma de mestrado profissional.

Ostermann e Ricci (2005) usaram novamente dois softwares para elaborar atividades relacionadas a conceitos de física quântica na formação de professores, em uma segunda de turma de Mestrado Profissional. Um dos softwares simula um interferômetro de Mach-Zehnder e outro a experiência de dupla fenda com ondas de matéria. A pesquisa demonstrou como se faz um uso mais adequado da TIC, não só em caráter demonstrativo, afirmando a viabilidade das TIC.

Machado e Nardi (2006) usaram um software educacional com tópicos de FMC para alunos do terceiro ano do ensino médio. Na realidade tratou-se de um hipertexto, onde houve interação entre a interface digital e os alunos. Os resultados foram positivos.

Trindade, Fiolhais e Gil (2005), em Portugal, usaram um software chamado “Água Virtual” o qual é um ambiente virtual 3-D para explorar conceitos de FMC,

tópicos sobre orbitais atômicos e estrutura da água, para ensinar FMC em turmas do fim do secundário e início da faculdade.

Gunel (2006) usou power-point em tópicos de FMC e fez um comparativo entre a apresentação em formato resumo e power-point.

Após essa pesquisa, de Ostermann e Pereira (2009), para fins de realizar-se uma nova pesquisa ou um levantamento mais atual sobre a linha de TIC e FMC, foi feita uma breve averiguação das publicações em eventos como passo inicial. Foi realizada uma triangulação entre as publicações dos últimos 10 anos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF 2004-2014. Alguns critérios foram usados para a pesquisa. As publicações teriam que ter ênfase em FMC e TIC, baseadas principalmente nestes dois critérios. Foram selecionados artigos, os quais não passaram de algumas dezenas. Embora, para o fim da pesquisa foram usados não mais do que 15 artigos dos EPEF, ocorridos entre 2004-2014. Finalizada a pesquisa constatou-se ainda um baixo volume de publicações na linha atual de FMC e TIC.

Diante desse olhar na área de FMC, surgiu uma consideração importante, notou-se que existe uma dificuldade de transpor didaticamente a FMC, então primeiramente, tem-se que discutir os conceitos envolvidos na transposição didática e suas regras, considerando o contexto e as condições de contorno da FMC.

Pietrocola e Brockington (2005) fazem está consideração, situando a ideia de Transposição Didática que originalmente surgiu com o sociólogo Michel Verret em 1975, e foi utilizada e explorada por Yves Chevallard em sua obra “La transposición didáctica”.

Chevallard (1991) usou a ideia de transposição para elucidar a transformação do conceito de distância entre pontos em sua origem, como o pesquisador matemático, até chegar à sala de aula. Ou seja, do conhecimento “bruto” até a lapidação para se tornar acessível ao aluno.

Yves Chevallard chama o conhecimento produzido pelo cientista de “saber sabio”. Já o saber a ensinar é aquele que aparece já modificado nos materiais didáticos, e o saber ensinado é o que se realiza em sala de aula. Um exemplo aplicável seria o artigo feito por Albert Einstein sobre o efeito fotoelétrico, em 1905, onde pode ser visto como o saber sábio, o qual consta nos livros e manuais para ensino de física (saber a ensinar) e o que um professor e seus alunos fazem em sala é saber ensinado.

Um ponto relevante é que a transformação ou a transposição dos saberes não é uma mera simplificação, uma redução de nível para se fazer compreensível o conhecimento pelo aluno. Chevallard deixa claro que o saber sábio sobrevive, em forma de processos ou transformações até a sala de aula. Pode-se imaginar os três saberes como conjuntos que possuem uma intersecção, a qual Chevallard chama de noosfera. É nela que a mediação do conhecimento é feita e o saber final ou saber ensinado resiste. Nessa ideia de conjuntos nota-se claramente que não se trata de uma mera simplificação do saber sábio e sim de algo análogo. Há uma filtragem, onde se reside tanto parte do saber original (“a descoberta”) feita pelo cientista até a compreensão do aluno em sala de aula.

A referida filtragem é denominada por Pietrocola e Brockington (2005), mais corretamente, de sobrevivência dos saberes. Para que haja isso um saber deve ter algumas características: um saber deve ser consensual, ou seja, o saber já adquiriu a posição de “verdade”, mesmo que temporariamente. Basicamente o saber é um consenso geral.

Outra característica, mencionada por Yves Chevallard é a Atualidade. Esse atributo o autor dividiu em dois: atualidade moral, pela qual a sociedade reconhece a importância do saber sábio e da necessidade na composição dos currículos; e a atualidade biológica que, simplificando, significa que um saber deve ser contemporâneo à ciência.

Uma terceira característica é a operacionalidade. Entende-se que o saber pode ser trabalhado gerando atividades didáticas. Seriam experimentos, exercícios ou mesmo textos. E, no rol de características um saber sábio deve permitir o que Yves Chevallard chama de atividade didática, uma analogia é que um saber sábio pode ser visto como barro, e que ao ser transposto o saber é remodelado para um vaso em sala de aula. Todavia, ainda assim é barro e guarda semelhanças com o original, isto é o que se denomina, ou seja, um saber é flexível, maleável, porém mantém-se sempre fiel ao original.

Também é definida uma qualidade que Chevallard chama de terapêutica. Ou seja, uma espécie de garantia, de adaptação, que permite um saber passar por testes da realidade escolar.

Astolfi (1997) propôs algumas regras ou “padrões” que podem ajudar na transposição didática de um saber:

I – Modernizar o saber escolar;

II – Atualizar o saber escolar;

III – Articular o saber novo com o Antigo;

IV – Transformar um saber em exercícios e problemas;

V – Tornar um conceito mais compreensível;

Diante desse cenário, como aponta Siqueira e Pietrocola (2006), transpor toda a FMC não seria adequado, pois existem inúmeras dificuldades, às quais de acordo com a ideia principal de Chevallard, são conflitantes. Uma opção para tornar a FMC adequada é a linha TIC mencionada na pesquisa de Pereira e Ostermann (2009) que pode ser uma alternativa viável para efetuar a transposição didática de tópicos de FMC.

6. METODOLOGIA

Uma pesquisa em ensino, como o próprio nome menciona, tem como objeto o ensino. Ela procura responder questionamentos sobre fenômenos de interesse, os quais envolvem a aprendizagem, o currículo, a avaliação e as condições de contorno (MOREIRA; ROSA, 2008).

Esta pesquisa em ensino é uma pesquisa qualitativa, que leva em conta somente os aspectos qualitativos das aulas. Esta possui características subjetivas, com resultados que não são generalizáveis, não sendo ela estruturada e ampla. Esta leva em conta o contexto e as interações. As ferramentas não são somente a estatística. Ela privilegia o uso de outras ferramentas (ROSA, 2011) com caráter interpretativo e subjetivo.

Uma pesquisa qualitativa, em conjuntos com suas ferramentas e com a codificação dos sujeitos, pode responder à questões e hipóteses levantadas sobre a origem de um determinado dado, que não pode ser mensurado.

Esta pesquisa em ensino foi efetuada em uma escola pública com alunos do ensino médio, em uma turma que estava iniciando o conteúdo de Eletricidade. Foi um total de seis aulas, todas lecionadas uma seguida da outra, ocorrendo duas aulas em cada encontro.

No primeiro encontro, aulas 1 e 2, a aula ministrada foi expositiva e dialogada, tendo como enfoque principal a discussão acerca da natureza da luz em seu caráter ondulatório. Esta abordou o contexto histórico em relação às primeiras

discussões sobre a luz e as teorias vigentes. Os alunos ficaram a par da parte ondulatória em relação à luz.

Após a exposição teórica, foi exibido um vídeo do portal “Ciência Curiosa”, com o objetivo de dar aos alunos uma ideia do que se pode fazer em laboratório nos dias atuais. Em seguida, um applet que simula o experimento de Young da dupla fenda, foi exposto. Neste os alunos fizeram um experimento virtual, realizando-se uma análise qualitativa do software, sendo levantadas questões sobre a natureza da luz e seu caráter ondulatório para os alunos.

O Diário de Campo foi um dos meios utilizados para realizar a coleta de dados, que se segundo FALKEMBACH (1987) é nele que se anota todas as impressões, fatos do fenômeno observado, para se manter uma máxima precisão nas observações feitas pelo pesquisador, em todos os encontros e atividades previstas. Outro meio empregado para se coletar os dados foram as gravações em áudio, além da técnica de análise de conteúdo, que segundo ROSA (2011) e BARDIN (2011) é muito utilizada em pesquisas nas quais se busca obter uma interpretação dos dados.

No segundo encontro, aulas 3 e 4, foi demonstrado como se faz o experimento da dupla-fenda na sala de aula e como os alunos podem reproduzi-lo em casa. Com isso, os alunos ficaram “convencidos”, até aquele momento, que a luz era uma onda. Em seguida, ministrou-se uma aula expositiva dialogada sobre a natureza da luz e sob o ponto de vista corpuscular, sendo discutida e explorada tanto a parte histórica quanto a parte fenomenológica do efeito-fotoelétrico. Após esta aula foi mostrado outro vídeo do portal “Ciência Curiosa”, mas o assunto do vídeo foi o efeito fotoelétrico.

No terceiro e último encontro, portanto aulas 5 e 6, apresentou-se um applet, o qual simulou o efeito-fotoelétrico e suas especificidades. Com base nisso, o professor levantou questões sobre a natureza da luz, acirrando a discussão sobre a luz ser onda ou partícula. Aqui, também foi feita uma análise qualitativa do experimento virtual. Após essa discussão foi apresentado um experimento demonstrativo o qual, reproduz o efeito fotoelétrico. Neste caso, devido às dificuldades da reprodução, tanto do applet quando do experimento demonstrativo feito em sala, à discussão foi efetuada de forma qualitativa. Ao final fez-se a análise dos dados coletados em áudio e das notas do diário de campo a fim de responder à pergunta: “É viável a inserção da discussão no Ensino Médio sobre a Física

Moderna mediadas pelas TIC e experimentos, tendo por base os tópicos de efeito fotoelétrico e experimento dupla-fenda, em escolas públicas? ”

A análise foi feita por meio da transcrição das aulas, nas quais ficou evidente que os alunos conseguem apropriar-se do jargão usado pelo professor e as interpretações feitas em sala, ou seja, apareceram termos como efeito fotoelétrico, onda-partícula, dualidade, dupla fenda, elétrons, Física Moderna, Einstein, luz, caráter corpuscular, caráter ondulatório. Desse modo consegue-se detectar indícios de que a transposição didática foi efetivada, assim respondendo à pergunta central.

7. CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

7.1. DESCRIÇÃO DAS AULAS

Nas aulas um e dois, o objetivo foi discutir e analisar a natureza da Luz a partir do Experimento de Young. Os recursos usados foram quadro, giz, computador e projetor. A Aula foi composta por três momentos, iniciou-se com a pergunta: O que é a Luz? Após a questão levantada foi apresentado o aspecto histórico em relação à discussão sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz e concluí mostrando o experimento de Young do portal Ciência Curiosa. Durante a passagem do vídeo fazia pausas para explicar termos desconhecidos pelos alunos ou para questioná-los. Ao final fiz a observação que por hora a luz tem um comportamento ondulatório.

Esta primeira ilustração corresponde justamente às aulas um e dois, nas quais foi realizada a demonstração do experimento de Young. Como se pode observar pela foto, esta foi tirada dentro da sala de aula, sendo que os instrumentos utilizados para efetuar o experimento estavam dispostos encima da mesa do professor. O notebook que aparece na foto pertencia ao pesquisador, assim, como todo o material.



Fotografia 1 - Sala do projetor: Demonstração do Experimento de Young.

Já esta segunda foto, foi tirada apenas com o intuito de apresentar a sala do projetor, local que, na maioria das vezes, não é ocupada por alunos, mas tão somente quando algum professor necessita utilizar o projetor.



Fotografia 2 - Sala do projetor

No segundo momento, ou seja, na segunda aula, os alunos fizeram uso do applet do site Walter Fendt.¹⁴ Os alunos mexeram na simulação variando os elementos livremente e vendo o que acontece. Depois solicitei a eles que mudassem alguns parâmetros e respondessem as perguntas elencadas na tabela de dados.

¹⁴ Site referente ao applet utilizado pelos alunos: www.walter-fendt.de/ph14br/.

A terceira e quarta ilustração correspondem ao laboratório de informática da escola, o qual foi utilizado pelos alunos para explorarem o applet. Para utilizar este espaço na escola, foi necessário reservar junto ao responsável pelo laboratório.



Fotografia 3 - Laboratório de Informática.



Fotografia 4 - Laboratório de Informática.

Na quarta aula o objetivo foi discutir e analisar a natureza da luz, a partir do efeito fotoelétrico. A aula foi composta de dois momentos. Iniciou-se com a pergunta: O que é a Luz? Ela é uma onda? Após apresentou-se o aspecto histórico em relação a discussão sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz e concluiu-se

mostrando o que é o efeito fotoelétrico através do vídeo do site Ciência Curiosa¹⁵. Durante a explanação do vídeo, foram feitas pausas para complementar ou explicar termos e fazer questionamentos aos alunos. Ao final desta aula, fiz a observação que a luz tem um comportamento corpuscular também. E por fim levantei a questão: “A Luz é onda? Ou é uma partícula?” E continuei com questões exposta na tabela denominada pelo pesquisador “Tabela Qualitativa”.

A quinta aula estava destinada a se fazer uma demonstração do efeito fotoelétrico, porém o dia estava chuvoso, o que atrapalhou a prática. Mesmo assim, o aparato experimental foi montado, apontando-se o que iria acontecer Através de um vídeo com a demonstração do experimento.

Na imagem abaixo, pode-se visualizar a demonstração do efeito-fotoelétrico no Laboratório de Informática. Sobre a carteira, está uma luminária com luz negra, lâ, pedaço de PVC e um aparato simulando um eletroscópio feito com uma latinha, papel alumínio e plástico.



Fotografia 5 - Demonstração do efeito-fotoelétrico no Laboratório de Informática.

Na sexta aula os alunos deveriam utilizar o applet do site Phet Colorado¹⁶. Mas como o laboratório de informática é muito obsoleto a simulação não rodou. Então mostrei a simulação no projetor, expus como ela funcionava e dei uma explicação do que estava acontecendo. Solicitei aos alunos que me ajudassem a mudar os parâmetros da simulação e então após comecei a levantar questões com relação ao applet, as mesmas podem ser verificadas na tabela qualitativa.

¹⁵ Material retirado do site <http://www.cienciacuriosa.com.br/>.

¹⁶ <https://phet.colorado.edu/pt-BR/>

7.2. ANÁLISE DE CONTEÚDO

O procedimento adotado para se analisar os dados foi:

1. Transcrição das respostas dada pelos alunos durante as aulas.
2. Seleção das respostas relevantes.
3. Confecção de uma tabela com as respostas e as categorias.
4. Classificação das respostas de acordo com as categorias.
5. Verificação da quantidade de respostas em cada categoria.
6. Elaboração de uma tabela com a quantidade de respostas por categoria, a fim de ilustrar os indícios de aprendizagem.
7. Análise da tabela de dados.

Utilizando a tabela da análise qualitativa a fim de ilustrar e apresentar indícios de aprendizagem, as categorias foram rotuladas da seguinte maneira:

Compreensão Total = A

Compreensão Parcial = B,

Concepção Espontânea =C

Nenhuma compreensão ou Indefinido = D.

Através destes resultados é possível ter indicativos de aprendizagem dos alunos.

7.3. CRITÉRIOS USADOS PARA DEFINIR AS CATEGORIAS

Compreensão total: O aluno respondeu à pergunta feita pelo professor, usando argumentos e termos abordados em aula, mostrando assim domínio da linguagem e apropriação do jargão. Enfim, respondeu corretamente à pergunta.

Compreensão parcial: O aluno responde corretamente, porém usando linguagem coloquial e termos usados em sala, mostrando assim indícios de entendimento, mas sem dominar completamente o conteúdo.

Concepção Espontânea: O aluno usa linguagem totalmente coloquial, responde parcialmente de acordo com o que foi abordado em aula e parcialmente com concepção própria, resposta curta e correta, demonstrando assim uma tentativa de compreensão.

Nenhuma compreensão ou indefinido: O aluno não responde ou responde, mas erroneamente e em linguagem coloquial, ou ainda uma resposta muito curta, sem sentido, do tipo “sim” e “não”, com relação à pergunta feita pelo professor.

7.4. DADOS

Tabela 1 – Tabela Qualitativa

Aulas 1 e 2			
Perguntas feitas pelo pesquisador	Respostas dos alunos	Categorias (n°)	Caracterização dos sujeitos
1.O que é a Luz?	Nenhuma resposta.	D 1	X
2. Vocês já ouviram falar de Newton?	Sim!	C 2	X
3. E de Huygens?	Alguns sim, outros Não.	C 3	X
4.Vocês têm ideia do que é uma onda?	Como uma onda no mar.	D 4	A1
5. O que é uma onda?	Nenhuma resposta.	D 5	
6.Quem defendia que a luz era uma partícula?	Newton.	B 6	A1 A2 e A3
7. O que você acha baseado no princípio de Huygens?	Eu acho que sim, se colocar mais barreiras ela vai diminuindo.	B 7	A4 e A5
8. O que é interferência?	Nenhuma resposta.	D 8	N
9. O que é difração?	É o desvio da luz.	B 9	A1
Aluno respondendo perguntas 8 e 9	Há, sei lá professor a difração é tipo a capacidade de contornar objetos, a luz no caso, já a interferência é uma onda que se propaga em uma onda, isso que eu entendi dos teus exemplos.	B 10	A4
10. Se mudar o comprimento de onda no Applet o que acontece?	Só muda a cor.	C 11	A6

11. Se variar a distância entre as fendas o que ocorre?	Quando se aumenta a distância acontece mais interferência.	A 12	A5
12. Se mudar a cor o que ocorre?	Muda o padrão dependendo da cor.	A 13	A7 E A8
13. Estão conseguindo verificar que conforme muda o comprimento de onda, muda-se o padrão?	Sim, muda a cor, muda o padrão.	A 14	A7 E A8
14. Além do padrão tem outra coisa que muda?	O ângulo da interferência, deixa maior.	B 15	A9
15. Cada cor tem um padrão específico?	Sim.	C 16	A 10
16. Qual é a conclusão que vocês chegaram com essa aula?	Que a luz é uma onda.	B 17	A1 E A4
		17 respostas	
<u>Aulas 3 e 4</u>			
Perguntas feitas pelo pesquisador	Respostas dos alunos	Categorias	
17. Antes a luz era uma onda, não interfere na matéria, porém agora como é feita de pacotes ela interfere. Qual é a ideia que vocês têm agora?	É uma onda de pacotes	D 18	A1
18. Como seria essa onda de pacotes?	Cheia de partículas, da uma onda, da uma partícula de uma onda. Já foi na praia? Olha o tamanho que é a onda da partícula de uma onda, pega um saco joga no mar, enfim não tem como explicar, é uma confusão.	C 19	A1
	Os pacotes estão parados, aí vem uma onda e empurra eles, não é assim?	D 20	A1
19. Como vamos explicar a luz? Os fenômenos, as duas teorias?	Eu acho que as duas teorias estão certas, tipo se os dois experimentos funcionaram, o segundo experimento como o professor falou, que bate na chapa e arranca elétrons. E se a luz fosse uma onda, mas quando ela	B 21	A11

	batesse numa determinada superfície, ela virasse uma partícula, alguma coisa assim.		
20. Mais alguma outra ideia?	Eu acho que é partícula de uma onda de um pacote.	C 22	A1
Aulas 5 e 6			
Perguntas feitas pelo pesquisador	Respostas dos alunos.	Categorias	
21.No simulador com um comprimento de 440 nm e zero de intensidade nada acontece, mas se aumento a intensidade, o que ocorre?	Está saindo elétrons.	B 23	A12
21. Mudei a cor, e agora o que ocorre?	Deve estar saindo alguma coisa, mas a gente não enxergar.	C 24	A8
22. Se mudar a intensidade a intensidade de 100% para 12%, o que acontece?	Estão andando mais devagar.	D 25	A13
	Aumenta a velocidade e diminui os elétrons.	D 26	A13
23. A velocidade está realmente aumentada?	Ah, Não!!	C 27	A13
24. Alterando a intensidade de 12% para 50%, o que acontece?	Aumenta a quantidade de elétrons.	A 28	A12
25. E em 100%	Aumentou os elétrons.	A 29	A13
	Aumentou a corrente.	A 30	A14
26. Troquei a luz e o que está ocorrendo com a velocidade?	A velocidade dos elétrons está diminuindo.	A 31	A13
27. Agora mudei a intensidade de 100% para 12%.	A quantidade é menor	B 32	A12
28. No vermelho em 100%, o que está acontecendo?	Bloqueou.	B 33	A14
30. Por que o efeito fotoelétrico depende do que?	Da cor	B 34	A15
31.Bom agora eu mudei o material e alterei a intensidade da luz no ultravioleta, o que ocorre?	Saí um monte de bolinhas, elétrons.	B 35	A8
32. Como faço para	Muda a cor da luz.	A 36	A13

mudar a velocidade dos elétrons?			
	Se mudar a intensidade, vai mudar a velocidade.	D 37	A13
33.Então alterei a intensidade, a velocidade mudou?	Só muda o tanto de elétrons.	C 38	A8
34. Alterei a cor e agora?	Aluna que respondeu muda a cor da luz, gritou que estava certa, Viu!!!!!!!!!!!!	C 39	A13
35. A Luz pode se as duas coisas ao mesmo tempo? Partícula e onda?	Uma palavra paradoxo.	C 40	A11
36. Após todas essas aulas, o que vocês acham?	Uma onda	C 41	X
	Uma partícula	C 42	X
	Não sabe	C 43	X
	Outra coisa, nenhum dos dois fenômenos	C 44	A16
	Uma partícula, porque a luz mexe com os elétrons.	B 45	A17
	O que a gente vê como uma onda, mas porque assim você diz que é partícula. Uma partícula tem massa? Não então não tem como pegar a Luz, como se fosse uma partícula.	B 46	A4
	Se a luz sofre os efeitos de difração e interferência ela é uma onda, mas ela tem mais alguma coisa aí, se não, não faz sentido	B 47	A11
	Ao mesmo tempo, que eu acho que é uma partícula, eu também acho que é uma onda, então está tudo dentro de um pacote.	C 48	A1

Os sujeitos foram caracterizados A1 até A34, dado que a turma era composta de 34 alunos, a letra X significa que a resposta foi de muitos alunos sem poder identificar nas gravações e a letra N significa que não responderam à pergunta feita pelo pesquisador.

Tabela 2 – Tabela de Resultados

Total de respostas em cada categoria:	Número de respostas por categoria:
Compreensão Total = A	8
Compreensão Parcial = B	15
Concepção Espontânea =C	16
Nenhuma compreensão ou Indefinido = D	9
Total	48

Ao analisar os dados da tabela, verificou-se que no início da pesquisa, ou seja, nas aulas 1 e 2 existem 4 respostas de um total de 9 na categoria D, ou seja, nenhuma compreensão. É um número elevado, visto que o resto das respostas de nível D ficaram mais distribuídas nas outras aulas. Isso é esperado visto que as variáveis adversas, como a falta de alguns conteúdos e lacunas que o professor de física no segundo ano não conseguiu cumprir, segundo relatos obtidos na escola, a falta de tempo, ao invés de 2 aulas de física na semana 3 por exemplo, a infraestrutura sem um laboratório para as práticas, um laboratório de informática completamente arcaico, falta de projetor disponível, pois era necessário reservar antes. O fato de ser uma escola em um município agrícola no interior do estado de Santa Catarina como descrito na introdução, pode-se configurara como uma das variáveis que mais contribuíram para o não andamento da pesquisa.

Também poderia ser previsto que dadas as dificuldades já tradicionais no ensino público do sistema Brasileiro as respostas de nível A não seriam em grande número, mas note que a concentração de respostas de nível A estão mais ao final da pesquisa durante as aulas 5 e 6. São 5 respostas de um total de 8. Isso não tem como prever, sendo um dado merecedor de atenção, que pode indicar a resposta à questão inicial da pesquisa.

As respostas de nível B estão dispostas de maneira mais uniforme, porém elas estão mais concentradas nas aulas 3, 4, 5 e 6. As respostas 8 de 15 estão nas aulas finais. Isso também é um indicativo da efetividade da proposta, ainda mais

que as aulas 3 e 4 não contribuíram nas respostas de nível B, pois foram aulas mais teóricas com pouca interatividade com os alunos.

Outro fator foi o nível de dificuldade das perguntas feitas pelo pesquisador nas aulas iniciais, as quais foram perguntas mais simples, principalmente na primeira aula. Este fator fica evidenciado na “Tabela Qualitativa”.

Das questões de nível C, 10 delas estão nas aulas finais e somente 4 nas aulas iniciais, isso de um total de 16 questões, assim ficou ainda mais evidente a evolução das respostas em relação as aulas ministradas no início.

Estes dados indicam que houve traços de aprendizagem durante o decorrer das aulas. A distribuição das respostas é notável, ficando evidente que grande parte delas, as mais produtivas, estão ao final do processo. Isto não tem como esperar, uma vez que a quantidade de variáveis contrárias à proposta é considerável.

8. CONCLUSÃO

Considerando o ambiente sócio-econômico-cultural do planalto Norte de Santa Catarina e ainda a cidade de ITAIÓPOLIS, a qual foi descrita contextualizando o problema e as dificuldades de realização da pesquisa com relação ao ambiente escolar, no caso a Escola de Educação Básica Virgílio Várzea, somadas as adversidades como falta de tempo hábil para o professor do segundo ano para “vencer” a matéria, falta de infraestrutura como laboratórios apropriados tanto de informática quanto de física, a disponibilidade de um projetor para a sala de aula, o fato de o professor da escola em questão não ser formado em Física, fato esse muito comum nas escolas brasileiras, pode-se então responder ao questionamento inicial da pesquisa: É viável a inserção da discussão no Ensino Médio sobre a Física Moderna mediadas pelas TIC e experimentos, tendo por base os tópicos de efeito fotoelétrico e experimento dupla-fenda, em escolas públicas? “A resposta é sim! Se fosse obedecido o Plano Político Pedagógico da escola, com relação aos conteúdos de FMC e a ementa elaborada pelo professor, todavia isso não acontece na realidade. Por quê? Não se tem ideia, uma hipótese provável encontra-se na formação do docente que pode não corresponder à expectativa descrita na LDB, ou ainda o que é pior, o professor está deslocado do contexto regional da escola e não tem a formação necessária para lecionar Física e, principalmente, a competência indispensável para inserir tópicos de FMC. Evento este que não só é verdade na escola em que a pesquisa ocorreu, mas sim na maior parte do país. Existe, portanto, uma enorme lacuna em relação a como a Física é ensinada, somada a formação do professor e o contexto de seus alunos, isso faz com que a carência no ensino de FMC seja ainda maior que a lacuna já existente.

Entretanto, considerando como fundamento os dados obtidos com análise da tabela qualitativa, a resposta é positiva ao questionamento motivador da pesquisa. Os dados indicam que é possível, e isto depende basicamente do professor, ou seja, da formação do docente em FMC. Este deve ter uma formação sólida em Física e em FMC voltada ao ensino com conhecimentos de Metodologias, Teorias de Aprendizagem, Didática, História e Filosofia da Ciência e demais disciplinas de um bom currículo. Ele deve aplicar esses conhecimentos em suas aulas, ou seja, não basta, por exemplo, o docente ter acesso às TIC, o mesmo deve elaborar um conjunto de ações, uma sequência didática, uma metodologia mínima

que permita o uso delas de forma que possa existir uma espécie de “trinômio” professor-TIC-aluno favorecendo assim a aprendizagem, tendo a TIC o papel de catalisador, e cabendo ao professor mediar a transposição do conhecimento.

Outro ponto é que com o acesso às tecnologias de informação e comunicação, se torna mais acessível, do ponto de vista da viabilidade. O ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, tema esse de extrema importância dada a complexidade e custo envolvidos nos laboratórios para o ensino de FMC.

O acesso às TIC facilita consideravelmente o trabalho do professor bastando um computador e um projetor para mostrar fenômenos quânticos complexos, os quais sem um laboratório de alta tecnologia seriam impossíveis de se reproduzir em sala de aula, e de posse das TIC isso pode ser feito quase em qualquer localidade, visto o contexto adverso da pesquisa. Mas, novamente enfatizando, também depende do professor, nunca esquecendo que o aluno é a peça central, pois é nele que são centradas as atividades elaboradas pelo docente.

A efetividade da proposta é ligada diretamente à formação do professor em Física e em FMC, e da sua conduta. É ele que assume a responsabilidade de ser um agente ativo na aprendizagem que pode continuar sua formação e melhorar o “coeficiente de ensino aprendizagem” em sua atividade ou não, de modo que a desculpa sobre não ser viável o ensino por falta de um laboratório e demais estruturas, por exemplo, não é mais aceitável, podendo assim ensinar FMC em todo o país, requerendo claro algumas condições de contorno mínimas elencadas durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Luciano L. **Introdução à Física Moderna no Ensino Médio Através da Discussão do Dualismo Onda-Partícula**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A.; MOREIRA, Marco A. Modelos Computacionais no Ensino-Aprendizagem de Física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.17(2), p. 341-366, 2012.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: 2011.

BROCKINGTON, Guilherme.; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Ciência e investigações de ensino de Ciências**. Ed.2005, Vol. 10, N.º 3, dez. 2005.

CHEVALLARD Y. **La transposition didactique ; du savoir savant au savoir enseigné**. Paris, La Pensée Sauvage, 1991.

CHIARELLI, Rogério A. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: é possível abordar conceitos de Mecânica Quântica?** 2006. 178 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FALKEMBACH, E. M. F. **Diário de Campo: um instrumento de reflexão**. in Revista Contexto/Educação, RS Ijuí, Unijuí, v. 2,n.7(jul./set.1987),p. 19-24.

HOHENFELD, Dielson P.; PENIDO, Maria C.; MENEZES, Jancarlos L. A Construção de Significados sobre a natureza da luz: um estudo utilizando o IMZ. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 10 mar. 2015.

MACHADO, Daniel I.; NARDI, Roberto. Avaliação de um Sistema Hipermídia enquanto recurso didático para o ensino de conceitos de Física Moderna e sobre a natureza da ciência. **Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2006.

_____. Uma proposta de Software Hipermídia para o ensino de Física Moderna e Contemporânea. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Jaboticatubas, 2004.

_____. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com suporte da hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 473-485, dez. 2006.

MONTEIRA, Maria A. **Discursos de Professores e de Livros Didáticos de Física do Nível Médio em Abordagens sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Algumas implicações educacionais**. 2010. 438 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

MÜLLER, R.; WIESNER, H. Teaching quantum mechanics on an introductory level. **American Journal of Physics**, Melville, v. 70, n. 3, p. 200-209, Mar. 2002.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, nº 2, p. 23-48, 2000.

OSTERMANN, Fernanda. PEREIRA, Alexsandro P. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, nº 3, p. 393-420, 2009.

OSTERMANN, F; RICCI, T. S. F. Construindo uma unidade didática conceitual sobre Mecânica Quântica: um estudo na formação de professores de Física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 235-258, maio 2004 a.

_____. Relatividade restrita no ensino médio: contratação de Lorentz-Fitzgerald e a aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n.2, p. 176-190, ago. 2002.

_____. Conceitos de Física Quântica na formação de professores: relatos de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 09-35, abr. 2005.

OSTERMANN, F., CAVALCANTI, C. J. H. Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, p. 267-286, dez. 1999.

PARISOTO, Mara F. **O ensino de conceitos do eletromagnetismo, óptica, ondas e física moderna e contemporânea através da situação na medicina**. 2011. 443 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

REIS, Mari Aurora Favero. **O uso de simulações computacionais no ensino de colisões mecânicas**. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

RICARDO, Elio C.; FREIRE, Janaína C. A. A concepção dos alunos sobre física no Ensino Médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266, (2007).

SIQUEIRA, Maxwell.; PIETROCOLA, Maurício. A Transposição Didática Aplicada a Teoria Contemporânea: A Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Londrina, 2006.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Uma introdução à pesquisa qualitativa no ensino de ciências**. Campo Grande, 2011.

TRINDADE, J.; FIOLETTI, C.; GIL, V. Atomic orbitals and their representation: Can 3-D computer graphics help conceptual understanding? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 319-325, set. 2005.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

_____. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. São Paulo: Curso de Pós-Graduação em Educação - USP, 1994. Tese.

VIANA, Davidson R.; CORRÊA FILHO, João Antônio. Uma análise de *Applets* de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio. **Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2006.

YOSHIMITSU, Ricardo M.; VICENTINI, Alexandre.; VICENTINO, Eduardo.; GONZÁLEZ-BORRERO, Pedro P.; SANTOS, Sandro A. dos.; MELQUIADES, Fábio L. Instrumentação para o Ensino de Física Moderna e sua inserção em escolas de Ensino Médio: Corpo Negro, Dualidade Onda-Partícula, Efeito Fotoelétrico, Laser, A origem do universo, Física das Radiações, Raios-X e Semicondutores. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias, 2012.

ANEXOS

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA

PLANO DE AULA 1 e 2

Professor:	Jonata Eduardo Dresseno Abilino
Unidade concedente:	Eeb Virgílio Várzea
Série/Turma:	3º Ano do Ensino Médio/3ª II
Data:	03/04/2015
Horário:	08:00 até 08:45/08:45 até 09:30
Duração:	2h/aula

Tema: Dualidade da luz
Objetivos: Discutir e analisar o caráter ondulatório da Luz
Conteúdos: Experimento de Young
<p>Estruturação da aula: A aula será composta de 3 momentos. Inicia-se com a pergunta: O que é a Luz? Após apresenta-se o aspecto histórico em relação há discussão sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz e conclui-se mostrando o experimento de Young: https://www.youtube.com/watch?v=WmW6nCjrGXI ao final faz-se a observação que por hora a luz tem um comportamento ondulatório. No segundo momento, ou seja, na segunda aula os alunos farão uso do applet: http://www.walter-fendt.de/ph14pt/doubleslit_pt.htm Os alunos irão usar a simulação variando os elementos livremente e vendo o que acontece. Também será pedido para os alunos fazerem determinadas ações com o applet:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O que acontece se mudar o comprimento de onda? 2. O que acontece se mudar a distância entre as fendas? 3. O que acontece se mudar tanto o comprimento de onda quantos as distâncias entre elas? <p>Variar para no mínimo 5 valores.</p> <p>No terceiro momento é pedido aos alunos para expressarem o que eles concluem? O “descobriram” em relação à luz?</p>
Ambientes/recursos didáticos: Quadro, giz, laboratório de informática
Referências:
ALVARENGA, Luciano L. Introdução à Física Moderna no Ensino Médio Através da

Discussão do Dualismo Onda-Partícula. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CARUSO, Francisco. **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

EISBERG, R. M., RESNICK, R., **Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos e Partículas.** 35ª Tiragem. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas; DOCA, Ricardo Helou. **Física.** Vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: óptica e física moderna.** Volume 4. 8ª edição. Editora LTC, 2009.

MAXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz, **Curso de Física,** Vol 3. 5ª Edição. São Paulo: Scipione, 2000.

PESSOA JUNIOR, Osvaldo. **Conceitos de Física Quântica.** 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

WOLNEY FILHO, Waldemar. **Mecânica Quântica.** 2 ed. rev. ampl. Goiânia: Editora UFG, 2014.

PLANO DE AULA 3

Estagiário:	Jonata Eduardo Dresseno Abilino
Unidade concedente:	Eeb Virgílio Várzea
Série/Turma:	3º Ano do Ensino Médio/3ª II
Data:	10/04/2015
Horário:	08:00 até 08:45
Duração:	1h/aula

Tema: Dualidade da luz
Objetivos: Analisar e discutir o experimento de Young
Conteúdos: Experimento de Young
Estruturação da aula: A aula será uma demonstração do experimento em sala, com matérias de laboratório, também será mostrado aos alunos como fazer uma variação do mesmo em casa com matérias relativamente simples.
Ambientes/recursos didáticos: Quadro, giz, materiais de laboratório
Referências: ALVARENGA, Luciano L. Introdução à Física Moderna no Ensino Médio Através da Discussão do Dualismo Onda-Partícula . 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. CARUSO, Francisco. Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos . Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. EISBERG, R. M., RESNICK, R., Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos e Partículas . 35ª Tiragem. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas; DOCA, Ricardo Helou. **Física**. Vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: óptica e física moderna**. Volume 4. 8ª edição. Editora LTC, 2009.

MAXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz, **Curso de Física**, Vol 3. 5ª Edição. São Paulo: Scipione, 2000.

PESSOA JUNIOR, Osvaldo. **Conceitos de Física Quântica**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

WOLNEY FILHO, Waldemar. **Mecânica Quântica**. 2 ed. rev. ampl. Goiânia: Editora UFG, 2014.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA

PLANO DE AULA 4

Estagiário:	Jonata Eduardo Dresseno Abilino
Unidade concedente:	EEB Virgílio Várzea
Série/Turma:	3º Ano do Ensino Médio/3ª II
Data:	10/04/5015
Horário:	08:45 até 09:30
Duração:	1h/aula

Tema: Dualidade da luz.
Objetivos: Analisar e discutir a Luz sob o ponto de vista corpuscular, tendo por base o efeito fotoelétrico.
Conteúdos: Efeito Fotoelétrico
<p>Estruturação da aula:</p> <p>A aula será composta de 2 momentos. Inicia-se com a pergunta: O que é a Luz? Ela é uma onda?</p> <p>Após apresenta-se o aspecto histórico em relação há discussão sobre as teorias ondulatória e corpuscular da luz e conclui-se mostrando o que é o efeito fotoelétrico através do vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=vBBpcJofj0. Ao final faz-se a observação que a luz tem um comportamento corpuscular também.</p> <p>No final da aula levanta-se a questão: A Luz é onda? Ou é uma partícula? Ou</p>
Ambientes/recursos didáticos: Quadro, giz, computador, projetor, laboratório de informática
<p>Referências:</p> <p>ALVARENGA, Luciano L. Introdução à Física Moderna no Ensino Médio Através da Discussão do Dualismo Onda-Partícula. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.</p> <p>CARUSO, Francisco. Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. Rio</p>

de Janeiro: Elsevier, 2006.

EISBERG, R. M., RESNICK, R., **Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos e Partículas**. 35ª Tiragem. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas; DOCA, Ricardo Helou. **Física**. Vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: óptica e física moderna**. Volume 4. 8ª edição. Editora LTC, 2009.

MAXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz, **Curso de Física**, Vol 3. 5ª Edição. São Paulo: Scipione, 2000.

PESSOA JUNIOR, Osvaldo. **Conceitos de Física Quântica**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

WOLNEY FILHO, Waldemar. **Mecânica Quântica**. 2 ed. rev. ampl. Goiânia: Editora UFG, 2014.

PLANO DE AULA 5 e 6

Estagiário:	Jonata Eduardo Dresseno Abilino
Unidade concedente:	EEB Virgílio Várzea
Série/Turma:	3º Ano do Ensino Médio/3ª II
Data:	17/04/2015
Horário:	08:00 até 08:45/08:45 até 09:30
Duração:	2h/aula

Tema: Dualidade da luz
Objetivos: Analisar e discutir a Luz sob o ponto de vista corpuscular, tendo por base o efeito fotoelétrico.
Conteúdos: Efeito Fotoelétrico
<p>Estruturação da aula: A aula será composta de 2 momentos. No primeiro momento os alunos irão fazer de um applet https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric onde a pedidos do pesquisador vão realizar algumas ações:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mude o material e a intensidade para 100% o que acontece? Faça isso para todos os materiais. 2. Agora mude a cor para ultravioleta e teste para todos os materiais. O que acontece? 3. Agora mude para o vermelho e mais outras cores. O que acontece? <p>Após será realizada uma demonstração do efeito fotoelétrico em sala com materiais de laboratório, também será mostrado como os alunos podem repetir a demonstração em casa com materiais encontrados no cotidiano.</p>
Ambientes/recursos didáticos: Quadro, giz, computador, projetor, laboratório de informática, materiais de laboratório.
<p>Referências: ALVARENGA, Luciano L. Introdução à Física Moderna no Ensino Médio Através da Discussão do Dualismo Onda-Partícula. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto</p>

Alegre, 2008.

CARUSO, Francisco. **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

EISBERG, R. M., RESNICK, R., **Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos e Partículas**. 35ª Tiragem. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1979.

GUALTER, José Biscuola; NEWTON, Villas Bôas; DOCA, Ricardo Helou. **Física**. Vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2010.

HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física: óptica e física moderna**. Volume 4. 8ª edição. Editora LTC, 2009.

MAXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz, **Curso de Física**, Vol 3. 5ª Edição. São Paulo: Scipione, 2000.

PESSOA JUNIOR, Osvaldo. **Conceitos de Física Quântica**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

WOLNEY FILHO, Waldemar. **Mecânica Quântica**. 2 ed. rev. ampl. Goiânia: Editora UFG, 2014.