

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de**

**Ciências e Matemática**

**EXPLORANDO AS DIFERENTES TELAS DE TV:  
uma proposta de inserção da física  
moderna e contemporânea no ensino médio.**

**INGRID RIBEIRO DA ROCHA SILVA**

**BELO HORIZONTE**

**2011**

**INGRID RIBEIRO DA ROCHA SILVA**

**EXPLORANDO AS DIFERENTES TELAS DE TV:  
uma proposta de inserção da física  
moderna e contemporânea no ensino médio.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Yassuko Hosoume

BELO HORIZONTE

2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S586e

Silva, Ingrid Ribeiro da Rocha

Explorando as diferentes telas de TV: uma proposta de inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio / Ingrid Ribeiro da Rocha Silva. Belo Horizonte, 2011.

134f.: il.

Orientadora: Yassuko Hosoume

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Ensino médio. 3. Ondas de plasma. 3. Diodos emissores de luz. 4. Monitor de cristal líquido. I. Hosoume, Yassuko. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 53:373.5

**Ingrid Ribeiro da Rocha Silva**

**Explorando As Diferentes Telas De Tv:  
uma proposta de inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

---

Presidente: Prof. Dr<sup>a</sup> Yassuko Hosoume – PUC Minas - Orientadora,

---

Membro: Prof. Dr<sup>a</sup> Maria Inês Martins, PUC Minas

---

Membro: Prof. Dr<sup>a</sup> Ivanilda Higa, UFPR/PR

Belo Horizonte, 19 de Agosto 2011

Dedico este trabalho a um dos maiores  
educadores que já conheci e que  
tive o privilégio de chamar de padrinho:  
Edinildo Loureiro Nascimento.  
Esta conquista é nossa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado. Deus não precisa de agradecimento, mas nós precisamos ser gratos à Ele.

Agradeço primeiramente aos meus pais Carmen e Erli, por terem me fornecido condições para me tornar a profissional e a Mulher que sou. Vocês foram durante toda a minha vida exemplo de honestidade e dedicação. Mãe, seu cuidado e dedicação foi o que me deu, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e a certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

Ao meu filho Eduardo, você me fez enxergar o mundo com olhos de mãe e vi o quanto era importante investir na minha formação. Você é um grande exemplo de conquista. Quantos disseram que você não conseguiria... Mas você está cada dia mais forte e alegre. Gostaria que esta conquista servisse de exemplo para você. Sou grata pelo carinho, dedicação, paciência, incentivo e por desde pequeno compreender minhas ausências e omissões. Nunca se esqueça: A vida é dura para quem é mole.

A minha sempre Bela, Isa. Obrigado por sempre ter ajudado a cuidar do Dudu. Sabendo que ele estava com você foi mais fácil a minha ausência.

Ao meu esposo Jair, grande companheiro e amigo. Pessoa com quem amo partilhar a vida. Obrigado pelo carinho e apoio sempre incondicional e por sempre estar ao meu lado. Esta conquista também é sua.

A minha irmã Karine, que me forneceu bons momentos de discussão sobre o tema a ser abordado, e material de pesquisa. Seu apoio foi essencial para esta conquista.

Ao meu irmão Digo, que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A minha orientadora Yassuko, pelas boas conversas que tivemos e por acreditar no meu potencial, nas minhas ideias, nos meus devaneios, principalmente quando nem eu mais acreditava.

A todos os professores do mestrado que dedicaram seu tempo e sua sabedoria para que minha formação acadêmica fosse um aprendizado de vida e ao professor Marcelo Bonetti pela revisão de conceitos.

## RESUMO

Este estudo tem por finalidade a elaboração de uma proposta de ensino visando a inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. O foco do trabalho foi o ensino de conceitos básicos de FMC a partir do tema: Telas de TV. Foram exploradas as telas das TVs de LCD, plasma, LED e tubo. A partir do estudo das características de funcionamento destas telas os conceitos de FMC foram abordados. Ao apresentarmos as características do plasma exploramos as propriedades e características deste gás. A partir do estudo do conceito de LED exploramos o modelo atômico semi clássico, o conceito de bandas, o processo de excitação do átomo, o conceito de fóton, o que é e como funciona um semicondutor e como um LED emite luz. Já na tela de LCD exploramos o conceito de polarização e a dualidade onda-partícula da luz, comparando o processo de formação de imagem desta TV com uma a plasma. A escolha deste tema se deu por entendermos que ele é altamente motivador e capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diversos conceitos físicos. Inicialmente realizamos um estudo em periódicos de ensino de Física a fim de fazermos um levantamento de propostas existentes na área e quais são as principais justificativas e dificuldades para a inserção de FMC em nível médio. Em seguida, fizemos um estudo sobre a aprendizagem dialógica de Paulo Freire e os momentos pedagógicos de Delizoicov e outros; fizemos uma pesquisa sobre o que pensam professores do Ensino Médio a respeito da inserção de FMC neste segmento de ensino e o levantamento em livros didáticos de como o tema TV tem sido abordado em livros do PNELM/2007. A partir deste levantamento e estudo construímos uma proposta de ensino que visa abordar temas de FMC em nível médio a partir do estudo dos diferentes tipos de TV, buscamos criar situações que possibilitem a discussão das características das telas: qualidade de imagem, espessura da tela, diferença de contraste entre os tipos de tela, como as cores são formadas em cada uma das telas e o que significa os termos técnicos associados à tecnologia das TVs. As atividades que compõem a proposta foram problematizadas a partir destas proposições e os conceitos físicos envolvidos em cada situação foram explorados. Esta proposta foi aplicada em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Divinópolis, MG. O questionário de avaliação aplicado aos alunos e as observações feitas pela professora que utilizou a proposta evidenciam elementos que indicam aprovação do material apresentado e a metodologia desenvolvida. Baseado nestas avaliações o texto foi reescrito para a sua versão final.

Palavras-Chave: Ensino. Física Moderna e Contemporânea. Telas de TV.

## ABSTRACT

This study aims at elaborating a teaching proposal which seeks to insert Modern and Contemporary Physics (MCP) in Secondary Schools. The work scope was to teach basic concepts of the theme: TV Screens. LCD, Plasma, LED and tube TV Screens were explored. Concepts MCP were approached from the study of these screens' functioning characteristics. While presenting plasma we presented features and properties of such gas. From the study of the LED concept we explored the semi-classic atomic system, band concept, atomic excitation process, the concept of photon, what a semiconductor consists of and how LED projects light. As to LCD screens we explained the polarization concept and the wave-particle duality of light comparing this screen's picture formation process with a Plasma TV. This theme was chosen due to the understanding that it is highly motivating and capable of allowing the establishment of connections among several physical concepts. A study was initially carried out regarding Journals of physics teaching so as to become aware of existing proposals in the field as well as difficulties and justifications for inserting MCP in secondary schools. We then developed a study on Paulo Freire's dialogic learning and Delizoicov's pedagogic moments; we proceeded to research on what secondary school teachers think about inserting MCP in their programs and gathered data of how PNELM/2007 ( National Program of High School Books) school textbooks have explored the TV topic. From this study and research we built a teaching proposal which intends to present MCP topics in secondary schools having presentation of different types of TV as base. We sought to create scenarios which make the discussion of characteristics possible: picture quality, thickness of screen, difference in contrast, how colors are formed and what TV manual technical terms mean associated with equipment technology. Activities which form this proposal were problematized and physical concepts involved were explored. This proposal was applied to two senior-year groups of a public school in Divinópolis, MG. The questionnaire filled by students and notes by the teacher who used the proposal show elements which indicate approval of the material presented and methodology applied. For its final version the essay was rewritten taking the aforementioned evaluation into consideration.

Keywords: Teaching. Modern and Contemporary Physics. TV screens.



## LISTA DE SIGLAS

CD- Compact Disc

FMC – Física Moderna e Contemporânea

GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

LED – Diodo emissor de luz

LCD- Display de Cristal Líquido

LDBEN/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MP- Music Player

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio

RIVED – Rede Internacional Virtual de Educação

RPG- Real Playing Game

TV - Televisão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO</b>	<b>13</b>
2.1 Localizando o ensino de FMC na história do ensino de Física.....	13
2.2 O Ensino de FMC em nível médio nos periódicos nacionais de Ensino de Ciências..	14
2.2.1 Definição de FMC.....	16
2.2.3 Principais temas abordados em nível médio.....	19
2.2.4 Abordagem metodológica dos trabalhos com propostas didáticas.....	19
2.2.5 As propostas que visam a formação continuada do professor de Física sobre temas de FMC.....	21
2.2.6 Dificuldades apresentadas pelos pesquisadores sobre a inserção de FMC no Ensino Médio .....	22
2.2.7 Interesse dos alunos sobre temas de FMC e por quais meios os alunos tomam contato com tópicos de FMC.....	24
2.2.8 Considerações Finais .....	25
<b>3 UM OLHAR FREIREANO SOBRE O ENSINO DE FMC .....</b>	<b>27</b>
3.1 A pedagogia Freireana no Ensino de FMC .....	27
3.2 Momentos Pedagógicos de Delizoicov .....	32
3.3 O ensino de FMC nos documentos oficiais.....	35
<b>4 PERSPECTIVAS REAIS DO ENSINO DE FMC .....</b>	<b>38</b>
4.1 A visão sobre o Ensino de Física Moderna de Professores do Ensino Médio .....	38
4.2 A Tecnologia das TVs nos livros do PNLEM.....	41
4.2.1 Análise dos Livros.....	43
<u>4.2.1.1 Livro L1 Alberto Gaspar .....</u>	<u>43</u>
<u>4.2.1.2 Livro L2 Sampaio &amp; Calçada (volume único) .....</u>	<u>44</u>
<u>4.2.1.3 Livro L3 Aurélio &amp; Toscano .....</u>	<u>44</u>
<u>4.2.1.4 Livro L4 Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga.....</u>	<u>45</u>
<u>4.2.1.5 Livro L5 Sampaio e Calçada (coleção seriada).....</u>	<u>45</u>
<u>4.2.1.6 Livro L6 Torres e Penteadó.....</u>	<u>46</u>
<u>4.2.1.7 Considerações: .....</u>	<u>47</u>
<b>5 UTILIZANDO A SEQUÊNCIA DE ENSINO EM SALA DE AULA.....</b>	<b>49</b>
5.1 Validando a proposta de Ensino .....	52
5.2 Utilizando as atividades .....	53
5.3 Considerações sobre a aplicação da proposta de ensino em sala de aula.....	68
<b>6 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>70</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>120</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>128</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Muito tem se discutido sobre a inserção de FMC no Ensino Médio. Os desafios são muitos: como trabalhar conceitos tão abstratos? Qual a melhor metodologia? Quais são os tópicos que devem ser estudados? Os alunos têm capacidade cognitiva para aprender estes conteúdos? Após refletimos sobre cada um destes desafios, consideramos ser possível que alunos em nível médio aprendam FMC e foi a partir desta reflexão que nasceu a ideia de criarmos um material didático que vise a inserção da FMC em nível médio.

Ainda que de modo indireto, conceitos de FMC fazem parte da vida dos nossos alunos. Um exemplo disso é o grande número de alunos que se interessam por ciências como a Astronomia e a Astrofísica, pois assistem nos cinemas filmes de ficção científica, vêem na televisão imagens registradas pelos telescópios espaciais a tratar das descobertas de novos planetas, novas galáxias etc. Desta forma, palavras como Teoria da Relatividade, buracos negros e sub-partículas tornam-se parte do vocabulário desses alunos.

A Física é um dos instrumentos de compreensão do mundo, portanto, deve ser desenvolvida no sentido de ganhar aplicabilidade na realidade do cidadão. E como instrumento de compreensão do mundo a disciplina Física deve ser desenvolvida no sentido de formar o cidadão e aprimorar o entendimento de novas tecnologias. Mas esta não é a realidade das salas de aula. A FMC ainda está longe dos currículos escolares. Alguns professores alegam problemas em relação ao tempo insuficiente, exigência de cumprir um planejamento já extenso, a pressão criada pelos exames de vestibular e por não acreditarem que os alunos possam aprender FMC.

No entanto, esse conhecimento é fundamental, pois elementos como computador, aparelhos de som, DVD e celulares, tão comuns à vida da maioria desses estudantes, têm seu desenvolvimento relacionado com essa parte da Física.

*A física moderna é um ramo da ciência, cujo entendimento não se encontra além da capacidade de aprendizado dos alunos, nem representa uma barreira a qual o trabalho de profissionais dedicados ao ensino desta ciência não possa transpor. No entanto, precisa-se criar uma relação entre a física ministrada na sala de aula e o mundo exterior, contribuindo assim para a constituição de um cidadão contemporâneo crítico, em permanente aprendizado e atuante em sua realidade, capaz de emitir juízos de valor com argumentação científica e/ou lógica. Nesse processo a participação do professor é fundamental. (FILGUEIRAS; SOARES apud OSTERMAN, 2000, p.24)*

Nos últimos anos, tem-se discutido muito sobre a necessidade da inserção da FMC no Ensino Médio. Os avanços científicos e tecnológicos têm despertado nos jovens olhares mais atentos sobre temas relacionados a Física. No entanto, é preocupante como o ensino de Ciências não tem acompanhado esse desenvolvimento e tem se distanciado das necessidades dos alunos no estudo de conhecimentos científicos mais atuais.

Segundo Figueira e Soares, apud Ostermann e Moreira (2000), apoiados numa revisão de literatura sobre a atualização curricular da Física no Ensino Médio, destacam algumas razões que justificam a necessidade de trabalhar em sala de aula o desenvolvimento da Ciência: despertar a curiosidade dos alunos e ajudá-los a reconhecer à Física como um empreendimento humano; o fato dos estudantes ouvirem falar em temas de FMC na mídia, mas quase nunca nas aulas de Física e o fato do ensino de temas atuais da Física vir a contribuir para propiciar aos alunos uma visão mais correta dessa ciência e da natureza do trabalho científico, superando a visão linear do desenvolvimento científico, hoje presente nos livros didáticos e nas aulas de Física.

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. (BRASIL, 2002, p.123)

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas propiciando aos alunos a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos, presentes no cotidiano e na compreensão do universo; ela deve ser reconhecida como um processo de construção que ocorreu ao longo da história da humanidade. É necessário, ainda, resgatar o interesse dos alunos pela Física. Cada um de nós que está ligado de uma forma ou de outra ao ensino de Física sabe que o seu estudo permite uma compreensão básica da natureza, além de desenvolver nos alunos uma série de habilidades que podem dar vazão à sua criatividade, proporcionando prazer, alegria e desafios.

Os documentos oficiais relacionados ao ensino (PCN, PCN+ e Diretrizes Curriculares Nacionais) apontam a necessidade da inserção de temas de FMC para que o ensino de Física possibilite aos alunos uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Dada a importância e significado dessa temática, diversas pesquisas e trabalhos têm sido apresentados sobre propostas de estratégias de ensino e sobre

materiais de divulgação de temas de Física Moderna e Contemporânea, os quais dão subsídios aos professores para o ensino da temática FMC no Ensino Médio.

Este trabalho consiste na elaboração de uma proposta de inserção de tópicos de FMC em nível médio. A nossa proposta aproxima os temas abordados do domínio vivencial dos estudantes e apresenta os conteúdos de forma contextualizada, propiciando uma aprendizagem mais significativa.

Escolhemos como objeto de estudo a TV. É a partir do estudo dos diferentes tipos de TV disponíveis no mercado que apresentamos os conceitos de FMC. A nossa abordagem parte do funcionamento das TVs e explora a partir daí os conceitos a serem ensinados. A escolha da TV como aparato tecnológico a ser explorado nesta sequência de ensino se justifica por acreditamos que seja de interesse dos alunos aprenderem como funciona os diversos tipos de TV disponíveis no mercado e também as telas de computadores e outros dispositivos eletrônicos.

Esta pesquisa tem como objetivo principal a elaboração de uma proposta de ensino FMC contextualizada na escolha dos variados tipos de TV e concretizada em material escrito para o professor de Física que tenha interesse de trabalhar temas de FMC em sala de aula. O texto propõe uma discussão sobre a relação Física/tecnologia e os impactos desta última na nossa vida cotidiana.

Para iniciar o nosso trabalho foi necessário aprofundar nosso conhecimento específico do ensino de FMC em nível médio. Este aprofundamento é apresentado no capítulo 1. Neste capítulo fizemos uma revisão bibliográfica nos principais periódicos nacionais de ensino de Ciências (entre os anos de 1989 a 2009) relacionados ao ensino de FMC. Este estudo foi importante para compreendermos como a comunidade científica tem se posicionado em relação a FMC, especialmente, sobre assuntos relacionados à educação.

No capítulo 2 apresentamos uma reflexão das ideias de Paulo Freire sobre a importância da problematização de atividades e do diálogo em sala de aula. A fim de estudar como esta problematização pode estruturar o trabalho docente apresentamos algumas reflexões sobre os momentos pedagógicos de Delizoicov e outros. Este capítulo apresenta ainda, um estudo sobre as sinalizações propostas pelos PCN para a inserção de FMC em nível médio.

A necessidade de aproximação com a prática docente fez com que realizássemos uma pesquisa com professores que ministram aulas de Física no Ensino Médio sobre a possibilidade de se ensinar FMC. Buscamos descobrir quais os tópicos seriam interessantes e quais abordagens metodológicas eles consideraram adequadas. A descrição desta pesquisa é

apresentada no capítulo 3. Esta pesquisa mostrou que o ensino de FMC deveria estar associado às questões tecnológicas e, neste mesmo capítulo, descrevemos como os livros didáticos de Física aprovados no PNLEM/2007 utilizam aparatos tecnológicos em seus textos.

A fim de avaliar e validar o nosso material, convidamos uma professora de Física da rede estadual de ensino de Minas Gerais para utilizar a proposta de ensino em suas aulas. As considerações e os resultados estão descritos no capítulo 4. Nesta parte, é apresentado todo o caminho percorrido para se chegar à avaliação do curso: as dificuldades inicialmente apresentadas pela professora, a aplicação do curso e, finalmente, a análise da apreciação dos participantes. Estes dados foram importantes para que pudéssemos reformular a nossa proposta.

Esta reformulação resultou num curso reconstruído no capítulo 5 onde são apresentadas sete atividades orientadas por objetivos alinhados com os PCN+. Distribuídas em 8 horas/aula, as atividades sugerem para o professor os encaminhamentos do tema: Telas de TV. Foram exploradas as telas das TVs de LCD, plasma, LED e tubo. A partir do estudo das características de funcionamento destas telas os conceitos de FMC foram abordados. Ao apresentarmos as características do plasma exploramos as propriedades e características deste gás. A partir do estudo do conceito de LED exploramos o modelo atômico semi clássico, o conceito de bandas, o processo de excitação do átomo, o conceito de fóton, o que é e como funciona um semicondutor e como um LED emite luz. Já na tela de LCD exploramos o conceito de polarização e a dualidade onda-partícula da luz, comparando o processo de formação de imagem desta TV com uma a plasma.

Finalizando o nosso texto apresentamos nossas conclusões sobre todo o estudo realizado. Para desfecho deste trabalho, houve necessidade de redirecionar o nosso olhar ao longo do caminho percorrido e nos posicionar frente ao todo construído. Portanto, nas considerações finais, contamos um pouco dos nossos anseios e reflexões sobre o árduo e ao mesmo tempo prazeroso trabalho de pesquisa aqui apresentado.

## **2 O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO**

### **2.1 Localizando o ensino de FMC na história do ensino de Física**

No Brasil, pode se considerar que a preocupação em aproximar o ensino de Física do Ensino Médio, da ciência física deste século inicia de forma mais ampla na década de 1960, a partir do “efeito Sputnik” (OLIVEIRA, 1992). Por meio da influência de vários projetos estrangeiros, tais como o projeto PSSC (Physical Science Study Committee) e o Projeto Harvard, constata-se que o ensino experimentou a tentativa de ingressar na discussão de conceitos mais contemporâneos da ciência. Haja vista que o projeto Harvard apresenta tópicos de física atômica e estudo de partículas (OSTERMAN, 2000).

Essa tentativa vem crescendo desde a década de 1970 e a produção de vários trabalhos acadêmicos pode ser constatada mediante a análise no aumento do número de trabalhos apresentados nos encontros da área de ensino de Física e pelos catálogos de dissertações e teses.

Quatro grandes projetos brasileiros podem ser citados como precursores nacionais da introdução de conceitos modernos da Física: o PEF Projeto de Ensino de Física; o PBEF, Projeto Brasileiro de Ensino de Física; o FAI, Física Auto-Instrutiva e, mais recentemente, o GREF (TERRAZAN, 1994). Os três primeiros datam do início da década de 1970 e já foram bastante analisados nos últimos anos, já o GREF teve seus volumes editados no início da década de 90. A FMC no GREF traz uma contribuição importante ao ensino de Física, uma vez que aborda estes temas à luz da ênfase ciência/tecnologia/sociedade.

Com a lei federal nº 9394 de 1996 - a LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) conhecida como Lei Darcy Ribeiro - fica determinado como competência da União estabelecer, junto aos estados e municípios, diretrizes que orientem os currículos e seus devidos saberes, de forma a garantir uma formação básica comum a todos. Com o intuito de mostrar um comprometimento, por parte do governo, na superação dos problemas e dificuldades em termos educacionais, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino básico que têm como principal finalidade apresentar as linhas norteadoras para a orientação curricular. Dentro do documento relativo ao Ensino Médio, há uma proposta de atualização curricular de Física e em vários trechos, que serão discutidos em momento oportuno, fica clara a necessidade de inserção de FMC para que se efetive a atualização proposta.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF), sensibilizada com a necessidade de investir em textos acessíveis aos professores, organizou uma série de livros sobre a FMC para atualização dos professores de Física que lecionam em nível médio, os textos também apresentam propostas metodológicas para a sua inserção em sala de aula. Os primeiros lançamentos da série ocorreram durante encontros e simpósios em ensino de Física em 2005. A saber: Supercondutores, Nossa Estrela o Sol e Microondas entre outros títulos.

Na década de 1970, surge a Revista de Ensino de Física (1979), atualmente (desde 1992), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), que se tornou um dos grandes veículos de divulgação e de publicação de trabalhos científicos e didáticos relativos ao ensino de Física. Nos anos oitenta surgiu o Caderno Catarinense de Ensino de Física (1984), atualmente (desde 2002), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) - que também se tornou uma referência para a pesquisa em ensino de Física no Brasil. Já na década de 1990 surgem as revistas: Ciência & Educação (1995), Investigações em Ensino de Ciências (1996), Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências (1999) e a Física na Escola (2000).

Estes periódicos têm sido de fundamental importância para a discussão da inserção da FMC em nível médio e como essa inserção pode ser feita. Destaque para o suplemento da Revista Brasileira de Ensino de Física, a Física na Escola que tem por objetivo principal apresentar atividades a professores de Física do Ensino Médio e Fundamental, servindo como uma ponte entre as pesquisas em ensino de Física e a sala de aula.

Ainda na década de 1970 surge o Simpósio Nacional de Ensino de Física (1970) e na década de 1980 o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF (1986). Mais tarde, a partir da década de 1990, surge o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC (1997). As atas dos SNEF, ENPEC e EPEF vem sendo os principais disseminadores dos resultados da pesquisa em ensino de Física no Brasil, principalmente no que se refere ao ensino de Física Moderna e Contemporânea em todas as modalidades de ensino.

Traçamos em linhas gerais os principais eventos e periódicos de divulgação de ensino de Física com os trabalhos que trataram, desde os anos 1970 até os dias atuais, sobre o tema ensino de FMC. É a partir deles que apresentamos um quadro geral das principais tendências no Brasil à inserção da FMC no Ensino Médio. Para tanto, escolhemos analisar todos os trabalhos publicados nos periódicos de Ensino de Física de 1989 até 2009 sob a temática, ensino de FMC em nível médio.

## **2.2 O Ensino de FMC em nível médio nos periódicos nacionais de Ensino de Ciências**



O universo de trabalhos aqui analisados é composto pelo total de trabalhos sobre o tema Ensino de FMC no Ensino Médio, publicados nos volumes dos principais periódicos nacionais da área de ensino de ciências: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Ciência & Educação, Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e A Física na Escola no período de 1989 a 2009. A pesquisa foi feita a partir do ano de 1979, mas apenas a partir de 1989 trabalhos sobre FMC foram encontrados.

Para a análise da produção acadêmica recente relativa ao ensino de FMC, foi utilizada a seguinte metodologia: a) o levantamento do universo completo de trabalhos sobre o ensino de FMC em nível médio b) leitura e fichamento dos 43 trabalhos da área; e c) levantamento das principais características apresentadas pelos trabalhos. Nesta última etapa os trabalhos serão analisados quanto:

- a) a definição de FMC;
- b) as justificativas para inserção de FMC em nível médio;
- c) aos temas mais abordados em nível médio;
- d) as propostas que visam a formação continuada do professor de física sobre temas de FMC;
- e) abordagem metodológica dos trabalhos com propostas didáticas;
- f) as dificuldades apresentadas pelos pesquisadores da área à inserção de FMC no Ensino Médio;
- g) se há ou não interesse dos alunos sobre temas de FMC.

Gostaríamos de ressaltar que Ostermann e Moreira (1998) fizeram uma extensa revisão bibliográfica sobre o tema. Este trabalho tem sido utilizado com grande frequência pelos pesquisadores que abordam o ensino de FMC. A saber: Oliveira e Vianna (2006), Fernandes e Gomes (2007), Monteiro e Nardi (2007), Valente e outros (2007), Pereira e Ostermann (2007), Gilvanderys e outros (2008). Optamos por não utilizar os resultados do referido trabalho, já que este foi publicado há mais de nove anos necessitando assim de atualização.

No que tange o ensino de FMC há uma estreita relação entre a inserção desta em nível médio e as publicações na linha de pesquisa atualização curricular. Pena (2006) analisou os relatos de experiências didáticas publicadas em dois periódicos. O seu estudo mostrou que há

um aumento considerável nos trabalhos publicados na linha de pesquisa de FMC e uma estreita relação entre inserção de FMC e atualização curricular:

Em geral, os relatos de experiências didáticas, para a incorporação da pesquisa em Ensino de Física em sala de aula, apresentados neste trabalho, indicam que a atualização dos currículos de Física está fortemente associada à introdução de tópicos e idéias de FMC no EM (compondo a linha FMC e a atualização curricular), à formação do professor e aos materiais e recursos didáticos. (PENA, 2006, p.15).

### ***2.2.1 Definição de FMC***

Dentro do universo de trabalhos estudados não encontramos nenhum que tenha por objetivo analisar a definição de FMC. Em alguns deles a definição aparece na introdução do trabalho, outros não fazem referência ao tema.

Akrill (AKRILL apud ALVETTI, 1999) sugere que a Física seja dividida em três períodos:

Primeiro Período: Física Clássica (Física Newtoniana e eletromagnetismo clássico),

Segundo Período: Física Moderna,

Terceiro Período: Física Contemporânea.

Segundo esse autor, a Física Clássica corresponde ao período compreendido entre o estabelecimento da Física Newtoniana e da teoria clássica do eletromagnetismo até o final do século XIX. A Física Moderna corresponde ao período que vai desde o final do século XIX até a Segunda Guerra Mundial. A Física Contemporânea inicia na década de 1940 (após o início da segunda guerra mundial) e vai até os dias atuais. O termo Física Quântica também é utilizado por pesquisadores da área para nomear a Física desenvolvida desde o século XIX até os tempos atuais (GRECA, 2001).

Gilvanderys e outros (2008) definem Física Moderna a partir dos trabalhos de Max Planck: A “Física moderna inicia-se em 1900 com a hipótese da quantização de energia na solução da radiação do corpo negro proposta por Max Planck”. Esta definição também é compartilhada por Machado e Nardi (2006), segundo estes autores a Física Moderna compreende toda a Física desenvolvida do início do século XIX até o período atual englobando a Teoria da Relatividade, a Mecânica Quântica, a Física Nuclear, a Física de Partículas, a Física da Matéria Condensada e a Cosmologia. As definições utilizadas por estes dois trabalhos sinalizam que os autores dividiram a Física em dois grupos: Física Clássica e Física Moderna, esta última englobando a Física Contemporânea.

Concluimos que a classificação feita por Akrill (apud ALVETTI, 1999) é adotado na maioria dos trabalhos que utilizam o termo FMC e a definição proposta por Gilvanderys e outros (2008) adotada pelos autores que usam o termo FM. Observamos em nosso estudo uma predominância da utilização do termo FMC em relação ao termo FM.

Para efeitos deste trabalho, consideramos a definição de Física Moderna e Contemporânea utilizaremos a definição proposta por Akrill (1996), que divide a Física em três períodos: Física Clássica, Física Moderna e Física Contemporânea. Para definir o início do período da Física Contemporânea, tomamos como marco a Segunda Guerra Mundial. Partilhamos com Moreira (1998) a proposta de criar um marco que separa a Física Moderna da Física Contemporânea. Para o autor os impactos sociais causados pela ciência durante a segunda guerra, selado pela explosão das bombas de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, deixou claro o poder que a ciência e a técnica podem gerar. E no pós-guerra, uma intensa produção acadêmica, com muitas aplicações tecnológicas dela resultante.

### ***2.2.2 Justificativas para inserção de FMC em nível médio***

Dentre os trabalhos analisados encontramos seis justificativas para a inserção de FMC em nível médio. Cavalcante e Benedetto (1999), Terrazan (1992), Cavalcante (2004) e Caruso (2009) destacam que a FMC deve ser inserida em nível médio, pois fornece elementos necessários ao exercício da cidadania, propiciando ao estudante conhecimento científico para entender situações cotidianas e a tecnologia.

Caruso (2009) justifica a inserção de FMC em nível médio pela necessidade de mostrar aos alunos deste segmento a relação entre os conceitos de FMC e a tecnologia atual.

Por fim, deve-se ressaltar o impacto da Relatividade na sociedade contemporânea. O desenvolvimento da eletrônica, por exemplo, só foi possível, em grande parte, graças à contribuição de Einstein e da Mecânica Quântica. O microcomputador e a revolução da informática, que ainda estamos vivendo, são frutos tecnológicos das ideias revolucionárias desse grande físico. Todos esses avanços influenciaram, de modo marcante, a sociedade em que vivemos. (CARUSO, 2009, p.2)

Concordamos com Caruso (2009), por trás de toda a tecnologia que temos hoje foi necessário o desenvolvimento de muitos conceitos científicos, mas consideramos que seja difícil mostrar em nível médio uma relação estreita entre certos conceitos de FMC e os

aparatos tecnológicos.

No que tange a utilização de tecnologias e aparatos, alguns textos utilizam a tecnologia para a partir dela introduzir conceitos de FMC e outros utilizam conceitos de FMC para explicar o funcionamento de aparatos tecnológicos. Os trabalhos utilizam aparatos tecnológicos simples como LED e LASER. Apenas um deles propõe o estudo de equipamentos mais sofisticados, que seriam mais interesse dos alunos (CATOLLI, 2008), mas o faz de maneira muito superficial, não permitindo que o aluno se posicione criticamente frente a utilização desta tecnologia. Sendo esta a principal justificativa, segundo os pesquisadores, para a inserção de FMC em nível médio vemos que há uma contradição entre o que é discutido como justificativa e o que é apresentado como proposta de ensino. Acreditamos que seja ainda necessário a área um estudo mais minucioso sobre como trabalhar a relação tecnologia e ensino de FMC sob uma perspectiva de formação cidadã.

Ostermann e outros (1998) e Ostermann e Cavalcanti (1999) justificam a inserção de FMC em nível médio como uma maneira de despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles. Os autores ainda consideram que o ensino de FMC aumenta o interesse dos jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física.

Terrazan (1992) considera que a maioria dos alunos ao terminar o Ensino Médio não terão mais contato escolar com conteúdos relacionados a Física, desta forma, todos os aspectos da construção dessa área do conhecimento humano necessitam ser aqui contemplados até o final do Ensino Médio, incluindo temas relacionados a FMC.

Ostermann (2000) apresenta mais duas justificativas: A Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata; é mais divertido para o professor ensinar tópicos novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino.

Acreditamos que todas as justificativas apresentadas sejam válidas e concordamos que a FMC deva ser introduzida em nível médio pela necessidade de se conhecer mais e melhor o mundo em que vivemos. Uma pesquisa feita por Hilder e outros (2009) apresenta um estudo sobre as representações sociais da Física Quântica. O trabalho não foi incluído aos demais, pois foi apresentado o Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia, SINECT. Neste trabalho os autores concluíram que os alunos associam a palavra “quântico” a termos não físicos como sobrenatural, espiritualidade, sucesso e pensamento. Deste modo,

consideramos que o ensino de FMC é de extrema importância para contribuir na formação cidadã dos alunos do Ensino Médio. Os alunos através da TV, jornais, revistas e Internet, são apresentados a termos relacionados à FMC. Estes conceitos nem sempre são descritos conforme a visão dos físicos e passam a ter definições alternativas. Os alunos passam a acreditar em medicina quântica, sociedade quântica, ser quântico [...] É papel do professor traduzir o conhecimento sistematizado e obtido através de metodologias e objetivos rigorosos para a população que integra o universo consensual, do senso comum protegendo-a assim de práticas enganosas que utilizam termos científicos para dar credibilidade a seus interesses.

### ***2.2.3 Principais temas abordados em nível médio***

A seguir, apresentamos uma lista de temas que aparecem na literatura. Observamos que há uma maior concentração de referências nos temas: relatividade restrita e o estudo do efeito fotoelétrico.

Relatividade: Karam (2006), Caruso (2009), Santos (2006), Kohnlein (2005)

Dualidade onda-partícula: Cavalcante e Benedetto (1999), Cavalcante (2004), Pinto e Zanetic (1999)

Estrutura atômica : Peduzzi (2005), Cavalcante e outros (2001)

Radiotividade: Dias (2002)

Supercondutividade: Ostermann e outros (1998)

Partículas Elementares: Ostermann (1999), Ostermann e Cavalcanti (1999)

Efeito Fotoelétrico: Arruda (2004), Cavalcante (2004), Valadares e Moreira (1998), Viet e outros (1987)

Difração: Arruda (2004)

Emissão de Corpo Negro: Valadares e Moreira (1998)

Laser: Valadares e Moreira (1998)

### ***2.2.4 Abordagem metodológica dos trabalhos com propostas didáticas***

Consideramos como proposta didática os trabalhos que apresentam propostas para inserção de tópicos de FMC que abordem apenas um tema ou vários temas e um recurso ou vários recursos para ensinar FMC.

Das dez propostas apresentadas na literatura, cinco foram testadas em sala de aula a saber: Karam (2006), Caruso (2009), Viet (1987), Pinto e Zanetic (1999), Kohnlein (2005). Estes trabalhos mostraram que os desafios para a inserção de FMC ainda são muitos. Karam (2006) concluiu que o tempo de caráter absoluto foi um obstáculo para aquisição da noção relativística do tempo. Pinto e Zanetic (1999) concluíram que os alunos se interessaram por conceitos de FMC, mas após um estudo sobre a natureza da luz, pouca Física Quântica foi aprendida. A principal dificuldade apresentada pelos alunos foi na leitura e interpretação dos textos.

O trabalho proposto por Kohnlein (2005) apresenta uma proposta utilizando abordagem histórico-filosófica da relatividade. O autor fez uma extensa análise da visão dos alunos sobre a natureza da Ciência. O trabalho de Viet e outros (1987) utilizou um software para introduzir o efeito fotoelétrico e concentrou sua análise aos aspectos técnicos do softwares.

Caruso (2009) apresentou os resultados de uma oficina de produção de histórias em quadrinhos sobre o tema relatividade. O autor concluiu que foi difícil para os jovens aprenderem conceitos de FMC, mas que utilizar a linguagem artística é uma opção viável.

Uma análise feita por Lobato e Greca (2005) sobre as propostas de inserção de Física Quântica nos currículos do Ensino Médio de vários países mostrou que os alunos, em sua maioria, estão aprendendo conceitos errados de FMC. Como estes conceitos são complexos e necessitam um tempo para a reflexão, sua introdução deve ocorrer o mais cedo possível.

Os trabalhos de Cavalcante e Benedetto (1999), Cavalcante (2001), Dias (2002), Valadares e Moreira (1998), Ostermann e Cavalcanti (1999) são propostas de inserção de FMC que não foram utilizadas em sala de aula. O tema escolhido por estes trabalhos já foi mencionado e a seguir descreveremos as estratégias de ensino proposta pelos autores.

Quanto às estratégias de ensino, os trabalhos apresentam uma grande diversidade na escolha dos recursos e observamos certa predominância na utilização de recursos computacionais para o ensino de FMC.

Ostermann e Cavalcanti (1999) e Ostermann (2001) traduziram e adaptaram para a realidade brasileira um pôster sobre partículas elementares e suas interações. O material apresenta um quadro detalhado com as principais características das partículas elementares. O material apresenta uma alta densidade léxica.

Dentre os trabalhos analisados, quatro utilizam experimentos para explicar conceitos relacionados a FMC. Cavalcante e Benedetto (1999), Arruda (2004), Cavalcante (2004) utilizaram CDs para demonstrar o fenômeno da difração. Cavalcante (2001) apresenta um aparato mecânico feito com um lançador de bolinhas, fazendo uma analogia mecânica ao experimento de Rutherford. Valadares e Moreira (1998) utilizaram experimentos que permitem ilustrar os conceitos de efeito fotoelétrico, laser, fibra óptica, todos contextualizados com situações relacionadas à utilização tecnológica de cada um dos conceitos físicos.

Gilvanderys (2008) utilizou um software para calcular a constante de Planck. Cavalcante (2004) utilizou simuladores para explicar o efeito fotoelétrico e demonstrar o experimento de Thompson. Cavalcante e outros (2001) apresentam dois softwares. No primeiro é explorado o conceito de espalhamento de uma partícula alfa por um núcleo atômico. E no segundo é explorado o experimento de Geiger-Marsden. Dias e outros (2002) apresentam um programa desenvolvido para simular um conjunto de equipamentos (detector e contador de radiação, fontes radioativas e placas absorvedoras) usados em um laboratório básico de Física Nuclear. Viet e outros (1987) descrevem as etapas de um programa auto instrutivo para ensinar o efeito fotoelétrico a alunos do Ensino Médio.

Ao tentar acessar os links dos trabalhos sugeridos por Viet (1987) e Dias e outros (2002) a página mostra uma mensagem de erro e não permite acessar os softwares.

Outros recursos também foram observados. Uso de tirinhas (CARUSO, 2009), uso de diagramas (SANTOS, 2006) e uso o da técnica do jogo RPG (SAMAGAIA, 2004) para discutir o projeto Manhattan.

Quanto à aprendizagem dos conceitos envolvidos, os autores consideraram a existência muitas questões a serem respondidas, mas que a experiência vivenciada mostrou ser possível levar a FMC para o Ensino Médio.

Os trabalhos transmitem a possibilidade de êxito na inserção de temas mais atuais nos currículos das escolas.

### ***2.2.5 As propostas que visam a formação continuada do professor de Física sobre temas de FMC***

Como já discutido anteriormente, a questão da formação do professor de Física é fator importante para a inserção de FMC em nível médio. Terrazan (1992) aponta que para se

pretender inserir FMC em nível médio deve-se considerar os problemas de formação dos professores deste nível ao elaborar uma proposta.

Dentre os trabalhos analisados, quatro têm como objetivo apresentar textos sobre temas de FMC para a formação continuada de professores do Ensino Médio. Nesta linha, Peduzzi e Basso (2005) realizaram uma pesquisa com nove professores sobre as possibilidades de utilização de um texto sobre o átomo de Bohr como mecanismo para promover a formação continuada de professores sobre o tema.

Ostermann (1998) e Ostermann (1999) apresentam dois textos que objetivam introduzir os temas supercondutividade (OSTERMANN, 1998) e partículas elementares (OSTERMANN,1999) para professores do Ensino Médio. Consideramos que dificilmente os dois textos atinjam o objetivo proposto, pois apresentam linguagem bem específica dando aos textos uma alta densidade léxica. Cavalcante (2004) descreve as etapas de uma oficina para promover a inserção de FMC no Ensino Médio. A oficina foi oferecida a professores do referido segmento e os resultados, segundo a autora, foram satisfatórios. O trabalho mescla atividades experimentais, simulações e textos históricos de maneira criativa e lúdica. As atividades que propõem explicar o comportamento dual da luz seguem o cronograma histórico das descobertas.

Consideramos que os cursos e textos destinados a professores de Física devam introduzir conceitos de FMC permitindo o confronto cognitivo entre o conhecido da Física Clássica e as novas teorias da FMC, seguindo as mudanças epistemológicas propostas por esta nova Física.

### ***2.2.6 Dificuldades apresentadas pelos pesquisadores sobre a inserção de FMC no Ensino Médio***

De modo geral os trabalhos estudados indicam que há grandes dificuldades para a inserção de FMC em nível médio.

Os trabalhos de Greca (2001), Terrazan (1992) e Moreira (1998) apontam que a maior dificuldade da área é a falta de conhecimento deste tema pelos professores do Ensino Médio. Estes mesmos três autores citam que os professores de Física do Ensino Médio justificam a não inserção de FMC neste nível de ensino por considerar o currículo de Física já muito extenso e incluir mais tópicos seria diminuir o tempo para ensinar Física Clássica. Peduzzi (2005) considera o despreparo do professor para lidar com esses conteúdos de FMC



(tanto em nível conceitual quanto epistemológico) é a principal dificuldade para a inserção de FMC, e ressalta a importância de se ter professores habilitados e com uma boa formação inicial. Terrazan (1992) descreve a necessidade de envolver o professor de Física do Ensino Médio no processo de reformulação do currículo. Segundo o autor: “O envolvimento desses profissionais, da forma mais direta possível, em qualquer proposta de reformulação do ensino da Física é ponto fundamental para a efetividade da mesma” Greca (2001). ainda aponta como dificuldade a falta de livros que abordem a temática de maneira didática

Concordamos que os três fatores apresentados acima realmente são relevantes quando se pensa em inserir FMC em nível médio. Sabemos que há um déficit no número de professores de Física no Brasil. Segundo Fernandes e Angotti (2007) o Ensino Médio cresceu de 3,77 milhões de estudantes (1991) para 8,77 milhões de estudantes (2007). O mesmo crescimento não foi observado no número de docentes que concluíram cursos de licenciaturas. Em 2007 o déficit era de 23,5 mil professores de todas as áreas. Sendo que 15% dos professores em serviço na época necessitavam de formação específica. Desta forma, consideramos ser de extrema importância a formação continuada dos professores em serviço, não só no que se refere a tópicos de FMC.

Consideramos, também, que os programas de graduação e pós-graduação devem atualizar seus currículos no sentido de mostrar aos futuros docentes como abordar conceitos de FMC usando uma linguagem mais próxima a realidade dos alunos do Ensino Médio.

Quanto à falta de tempo para inserir FMC, concordamos com Terrazan (1992). O autor propõe que a inserção de FMC decorra das discussões dos limites dos modelos Clássicos. Desta maneira o professor ao mesmo tempo em que trabalha conceitos relacionados a Física Clássica vai enriquecendo o currículo com conceitos de FMC. A nosso ver esta proposta é pertinente. Acreditamos que utilizando a exploração dos limites da Física Clássica, proposta por Terrazan (1992) o professor consiga introduzir conceitos de FMC e o aluno consiga, ainda, entender que a Física é uma ciência em crescimento, em constante construção, não um conteúdo estático preso ao século passado.

Quanto à dificuldade apresentada por Greca (2001), observamos que os livros didáticos mais atuais já trazem conteúdos relacionados a FMC. A maioria deles apresenta os conceitos nos últimos capítulos do livro destinados ao final do Ensino Médio em desacordo com a proposta de Terrazan (1992). Nada impede, é claro, que o professor utilize este material no tempo que lhe convier, mas há certa tendência em deixar para o final do Ensino Médio os estudos de FMC. Gostaríamos de considerar também que na fase final do Ensino Médio, muitos alunos estão focados em estudos para os processos seletivos e como ainda é pequeno o

número de questões relacionadas a FMC nestes exames, os alunos neste momento estão mais preocupados em rever conceitos de Mecânica, Cinemática [...] e não se interessariam em aprender novos conceitos que pouco os ajudariam a resolver as questões das provas de vestibulares mais tradicionais.

### ***2.2.7 Interesse dos alunos sobre temas de FMC e por quais meios os alunos tomam contato com tópicos de FMC***

Poucos trabalhos, mesmo os que foram utilizados em sala de aula, descreveram se os alunos se interessam ou não por conceitos de FMC. Santos (2006) mostrou que os alunos se interessam por temas relacionados a FMC, mesmo que estes não sejam introduzidos pelo professor em sala de aula.

[...] no que diz respeito à explicação de fenômenos de Física Moderna em sala de aula [...] este problema se apresenta usualmente quando surgem dúvidas entre os alunos a respeito de tópicos como por exemplo buracos negros, pulsares, planetas fora do sistema solar, lentes gravitacionais, etc., que eventualmente são abordados na mídia de grande circulação ou em revistas de divulgação científica. (SANTOS, 2006, p. 03)

Pinto e Zanetic (1999) concluíram após um curso sobre a natureza da luz que os alunos participaram entusiasmados das atividades propostas, mas pouca Física Quântica foi aprendida, segundo os autores. Esta consideração é relevante. De modo geral, os autores não deixam claro se os alunos aprenderam FMC ou não utilizando seu material. Há uma carência na literatura em trabalhos que identifiquem o que os alunos aprenderam e como os conceitos foram internalizados. Faltam trabalhos que identifiquem as concepções alternativas dos estudantes acerca de tópicos de FMC.

### ***2.2.8 Considerações Finais***

Ao finalizarmos o estudo e análise dos trabalhos da área que abordam temas de ensino de FMC identificamos que ainda temos que transpor muitas barreiras para que a inserção de FMC ocorra em nível médio. Observamos que há certa predominância nos trabalhos que apresentam proposta para a inserção de um ou mais temas de FMC em nível médio em oposição à escassez de material, que serviriam de fontes de aprimoramento do conhecimento do professor sobre o assunto. Por isso, consideramos importante que os físicos, em conjunto com os pesquisadores em ensino de física, produzam materiais de fácil acesso aos professores das escolas. Desta forma, os professores teriam onde buscar o conhecimento que necessitam sobre o tópico de interesse.

Muitas são as justificativas em favor da atualização curricular utilizando temas de FMC, entretanto, colocar estas reflexões na prática da sala de aula é ainda um desafio. Outra questão desafiadora é a escolha de quais tópicos de FMC devem ser ensinados nas escolas ou, o que dá no mesmo, de quais temas de FMC devem ser objeto de especial atenção na formação de professores de Física com vistas a uma adequada transposição didática para o Ensino Médio.

Dentre os trabalhos analisados nenhuma menção foi feita quanto a uma possível relação entre Química e Física para se ensinar FMC. É principalmente nas aulas de Química que os alunos são apresentados aos modelos atômicos. Normalmente o estudo se limita ao conceito clássico do átomo de Bohr e do conceito de Spin. Na visão dos alunos o elétron é uma bolinha que gira em torno do núcleo, como o sistema solar. Consideramos que um estudo de partículas elementares deve ser uma proposta interdisciplinar, em que os dois conteúdos devem trabalhar a mesma linguagem, caso contrário o aluno terá a impressão de estar aprendendo um tipo de modelo atômico na Física e outro na Química.

Os resultados evidenciam não somente a predisposição dos professores em ensinar FMC no Ensino Médio, bem como a preocupação em aliar este ensino às suas aplicações, buscando um ensino contextualizado que permita uma melhor compreensão por parte dos alunos. No entanto, enfrentam-se muitos obstáculos de ordem didática e epistemológica para introdução deste conteúdo no Ensino Médio. Além de uma mudança curricular que permita a inserção de tópicos de FMC, há a necessidade de se promover cursos de formação de professores.

Frente ao quadro apresentado, consideramos que podemos contribuir com a área de ensino de FMC em nível médio escrevendo um texto que permita a inserção de temas de FMC em nível médio. Como primeiro passo, escolhemos refletir sobre como a formação científica crítica pode contribuir para a formação cidadã dos alunos do Ensino Médio, sendo esta a principal justificativa para inserção de FMC no Ensino Médio. Para tanto, escolhemos como referencial os trabalhos de Paulo Freire. É a partir de suas concepções de educação que fundamentamos a nossa proposta.

### **3 UM OLHAR FREIREANO SOBRE O ENSINO DE FMC**

É pressuposto deste trabalho que a educação científica deve estar a serviço da formação de uma cultura científica. Esta é uma das principais justificativa para a inserção de FMC em nível médio e a nosso ver o principal objetivo para que tópicos de FMC sejam ensinados nesta modalidade de ensino. Em vista de aprofundar nossos conhecimentos acerca de uma educação que vise a formação científica e cidadã, escolhemos como referencial teórico os textos de Paulo Freire e os momentos pedagógicos de Delizoicov.

Este capítulo é uma reflexão sobre o que entendemos por educação científica. Primeiramente, nos pomos a dialogar, de maneira breve, sobre as concepções problematizadora e libertadora da educação, propostas de Paulo Freire. Trata-se de traçar em linhas gerais a visão pedagógica do autor e de seu método de ensino. O engajamento do pensamento freireano em intervir e forjar práticas pedagógicas escolares contribui para um entendimento de educação como instrumento democratizador da sociedade e como ação cultural libertadora de homens. Discutiremos, também, qual a abordagem sugerida pelos documentos oficiais para a inserção de FMC e como os momentos pedagógicos de Delizoicov podem estruturar uma sequência didática para o ensino de FMC.

#### **3.1 A pedagogia Freireana no Ensino de FMC**

Em vista de construir uma pedagogia libertadora, Paulo Freire propõe a educação dialógica que se contrapõe à educação bancária. Para o autor o educando é percebido enquanto sujeito da ação educativa e não como mero objeto passivo desta, à maneira do que Freire denominou de “educação bancária”, cuja prática educacional se caracteriza por ações de depósito, transferência, transmissão de valores e conhecimentos. Na educação bancária, as relações educador-educando são fundamentalmente “narradoras” e “dissertativas” e se caracterizam pela “sonoridade” da palavra em detrimento da sua dimensão real de transformação.

Como uma das dimensões da educação bancária, Paulo Freire identifica, ainda, o que chama de “Educação Dissertadora” a qual minimiza ao máximo a participação do educando, colocando-o como mero receptor de informações. Sobre esse tipo de educação, ele nos diz: nela, o educador aparece como seu indiscutível agente, como seu real sujeito, cuja tarefa

indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade e em cuja visão ganhariam significação.

Essa educação dissertadora tem como característica principal a sua sonoridade e não o caráter de transformação, ele nos lembra, ainda, de frases em que o educando fixa, memoriza, mas não reflete, e que certamente ouvimos no passado como: “Quatro vezes quatro, dezesseis; Pará, capital Belém...”. Dessa maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são depositários e o educador o depositante (FREIRE, 1975)

Um exemplo de utilização da sonoridade das palavras em Física pode ser observada na maneira como alguns professores criam músicas, rimas e versinhos para que seus alunos decorem as fórmulas físicas. Neste tipo de recurso didático observamos que os termos que formam as fórmulas estão vazios de significados, não possuem força transformadora. Em  $E=mc^2$ , as letras significam apenas variáveis a serem substituídas numericamente. Não é evidenciada a importância que o desenvolvimento desta equação trouxe para a humanidade, sua relação com a geração de energia, produção de artefatos bélicos e a corrida pelo desenvolvimento de armas nucleares durante a segunda guerra.

E não é só na memorização de fórmulas, alguns livros didáticos ainda propõem exercícios e atividades que enfatizam a aplicação mecânica de fórmulas. Brockington e Pietrocola (2001) consideram esta uma das grandes questões a serem analisadas quando se pretende inserir FMC no Ensino Médio.

Assim, um exercício comum que aparece quando se intenciona inserir Física de Partículas nas escolas é, simplesmente, transformá-la em colisões de bolinhas e exigir o cálculo de quantidade de movimento para descrever seu comportamento. Estas bolinhas, agora com nomes excêntricos como elétrons, prótons, nêutrons etc. são na verdade as mesmas bolas de sinuca que antes colidiam numa mesa de bilhar. Ou seja, criar exercícios que trabalhem conceitos de FMC utilizando o mesmo molde, ou o mesmo tipo de operacionalidade existente na FC é “vender vinho velho em garrafa nova”. Assim, apenas troca-se relação  $F = m a$  por  $E = h f$ . (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2001, p.15)

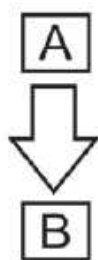
Ao contrário do que propõe a educação bancária, Freire nos remete a uma proposta educacional “libertadora”, que tem no “diálogo” o elemento essencial e norteador das relações educador-educando e no processo de “conscientização” o seu maior objetivo. Trata-se, portanto, de uma pedagogia que, como afirma Freire, se confunde com um método de conhecimento, em si mesmo dialógico e libertador.

Para Freire “todo conhecimento é uma cooperação” (FREIRE, 1971), que tem no diálogo sua estrutura fundamental. Assim é que o homem, enquanto um “ser em situação”, encontra nas relações que estabelece com o mundo o ponto de partida de todo conhecimento.

Estamos, portanto, diante de uma concepção em que o conhecimento é percebido em sua natureza “construtiva”, como resultado de uma elaboração do pensamento, de uma ação do sujeito frente à realidade na qual está inserido, que lhe reclama transformação e que é por ele apreendida num processo dialógico consigo mesmo e com o mundo.

Mas o que é diálogo? Freire (1979) define diálogo como uma relação horizontal de A com B, sendo esta a única maneira de se comunicar. Para que o diálogo ocorra dentro da sala de aula é necessário o planejamento de atividades problematizadoras mediatizadas por perguntas. Freire e Myles (2002) descrevem a importância do uso de perguntas como recurso metodológico. Nesta perspectiva a pergunta não seria uma intervenção, já que o professor sabe a resposta do que foi perguntado, mas ao invés de dar uma conferência sobre o assunto, o professor faz uma pergunta à luz do que quer ensinar. Deste modo, o professor pode apresentar todas as suas ideias apenas fazendo perguntas e ao mesmo tempo em que ensina o professor faz com que os alunos se desenvolvam cognitivamente de maneira independente. O conhecimento passa a ser uma construção para cada um, proporcionada em conjunto, em ajuda mútua, para incorporação singular de cada um.

Ao contrário da educação bancária a educação problematizadora é considerada pelo autor como ato cognoscente. Essa relação horizontal do diálogo que gera a comunicação é tema recorrente na obra freireana e se opõe ao discurso vertical representado pelo bancarismo. As figuras a seguir ilustram essa ideia por meio da interação entre o educador “A” e o educando “B” nos discursos verticais (figura 01) e horizontais (figura 02)



**Figura 01: Verticalização característica educação problematizadora**  
Fonte: FREIRE, 1971

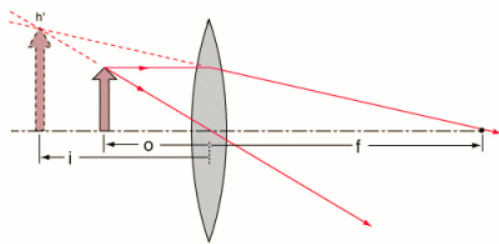


**Figura 02: Horizontalização característica da educação bancária.**  
Fonte: FREIRE, 1971

Na prática bancária o professor monopoliza o objeto cognoscível e transmite a seus alunos as suas observações acerca deste objeto.

O primeiro, em que ele, na sua biblioteca ou no seu laboratório, exerce um ato cognoscente frente ao objeto cognoscível, enquanto prepara para suas aulas. O segundo, em que, frente aos educandos, narra ou disserta a respeito do objeto sobre o qual exerceu o seu ato cognoscente. (FREIRE, 2005, p.79)

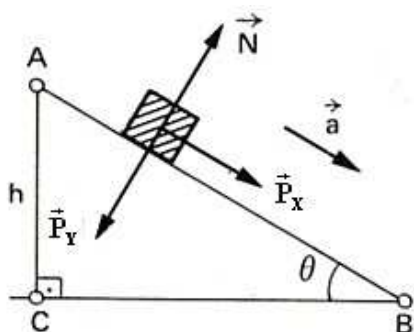
Esta transmissão, que normalmente ocorre a partir das concepções do professor de forma verbal ou utilizando diagramas e desenho que não deixam claro as características do objeto cognoscível. Um exemplo em Física ocorre quando o professor desenha no quadro um plano inclinado. Ele desenha o que é apresentado na figura 05 e os alunos devem enxergar o que está na figura 06. Também no estudo de óptica ocorre fenômeno parecido. Ao desenhar no quadro uma lente convergente em corte (figura 03) o professor não deixa claro as dimensões utilizada no desenho e quer que o aluno enxergue a lente como um todo (figura 04).



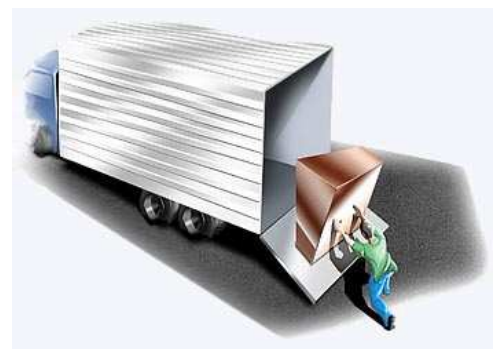
**Figura 03: Corte em uma lente convergente**  
Fonte: CALDEIRA, 2009



**Figura 04: Lente convergente**  
Fonte: MATTIAZO, 2011



**Figura 05: Corte em um plano inclinado**  
Fonte: MATTIAZO, 2011



**Figura 06: Plano inclinado**  
Fonte: MATTIAZO, 2011

Em uma educação problematizadora o objeto cognoscível deixa de ser o objetivo do ato cognoscente e passa a mediatizar o ato cognoscente. O professor tem que apresentar o objeto cognoscível aos seus alunos e a partir da discussão sobre este objeto o processo de



aprendizagem se desenvolve. “A problematização, propõe aos homens sua situação como problema.” (FREIRE, 2005). E é a partir da situação apresentada pelo professor aos alunos que este deverá estabelecer o diálogo sobre o objeto cognoscente. É através do diálogo que a educação problematizadora se estabelece.

O ponto de partida da educação problematizadora é a experiência existencial do aluno. Freire (2005) lança um verdadeiro desafio aos educadores:

O que temos que fazer na verdade, é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e, assim lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível de ação. (FREIRE, 2005, p.100)

Para o autor, o ensino deve mudar a atitude dos alunos frente à sua realidade. Para tanto, as situações problematizadoras devem emergir da realidade do aluno e dialogando sobre esta realidade o aluno vai adquirindo novos valores e se posicionando de maneira mais consciente frente à sua realidade. A percepção desta realidade pode ser pesquisada por meio de um levantamento denominado por Freire de uma investigação temática. Através dela, o professor identifica situações de maior relevância e interesse dos alunos.

Em se tratando da relação entre FMC e Física Clássica acreditamos ser pertinente refletirmos sobre o conceito de extensão e comunicação proposto por Freire (2005). Para o autor a extensão é o processo que pretende basicamente substituir uma forma de conhecimento por outra. A prática educativa extensionista nos leva a encarar o conhecimento como objeto de uma mera transmissão, não gerando nenhuma produção de conhecimento no âmbito dessa prática. Isso porque o ato de conhecer exige do homem uma postura impaciente, inquieta e indócil. Não é possível produzir conhecimento nem do ponto de vista do sujeito nem da comunidade apenas por meio de persuasão. O livro apresenta uma reflexão em torno do conhecimento, que permite redimensionar a perspectiva de análise do “saber escolar” e conseqüentemente do ensino de Ciências. Segundo Freire, o conhecimento:

Exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica invenção e reinvenção. Reclama a reflexão crítica de cada um sobre o ato mesmo de conhecer, pelo qual se reconhece conhecendo e ao reconhecer-se assim percebe o “como” de seu conhecer e os condicionantes a que está submetido seu ato. (FREIRE, 1971, p. 27).

Para Freire “todo conhecimento é uma cooperação” (FREIRE, 1971), que tem no diálogo sua estrutura fundamental. Assim é que o homem, enquanto um “ser em situação”,

encontra nas relações que estabelece com o mundo o ponto de partida de todo conhecimento. Estamos, portanto, diante de uma concepção em que o conhecimento é percebido em sua natureza “construtiva”, como resultado de uma elaboração do pensamento, de uma ação do sujeito frente à realidade na qual está inserido, que lhe reclama transformação e que é por ele apreendida num processo dialógico consigo mesmo e com o mundo.

Freire discute, ainda, no livro a postura do agrônomo que chega a zona rural e apresenta aos camponeses novas técnicas para cultivar a lavoura sem levar em consideração que esta comunidade já tem conhecimento do manuseio da agricultura que cultiva a terra com técnicas próprias. O agrônomo ao chegar com suas novas técnicas invade culturalmente esta comunidade persuadindo os camponeses a mudarem as suas técnicas. Do mesmo modo que o agrônomo, o professor que pretende introduzir FMC tem que respeitar toda a bagagem Física que os seus alunos já possuem. Ressaltamos aqui, mais uma vez, a necessidade de explorarmos os limites da Física Clássica para a construção de conceitos de FMC, já que a educação brasileira se caracteriza mais pela persuasão do que a comunicação. Basta dar uma olhada nos manuais clássicos de ensino, proposto por alguns autores de livros didáticos mais tradicionais, para perceber uma forte tendência a convencer o estudante. Em especial, ao se tratar de FMC, os estudantes são, diríamos, persuadidos a aceitar ideias completamente novas e adversas às que suas.

### **3.2 Momentos Pedagógicos de Delizoicov**

A problematização de conceitos e práticas é defendida como eixo estruturador da atividade docente (DELIZOICOV, 2001). Nesse aspecto, destaca-se que problematizar conhecimentos veiculados e abordagens pedagógicas requer decisões de natureza sociológica e epistemológica. Produzir controvérsias para se gerar fatos novos não se caracteriza como objetivo apenas de ciências naturais, mas também de ciências sociais, discutindo e propondo novas formas de organização curricular no ensino de Física, que se estendam em rumo a uma “educação como prática da liberdade” (FREIRE, 1979).

A problematização de conceitos e práticas funda-se ainda em alguns desafios para o ensino de Física, e mesmo entre as diversas ciências, dos quais Angotti e Delizoicov (2002) destacam: “a superação do senso comum pedagógico; ciência para todos; ciência e tecnologia

como cultura; incorporar conhecimentos contemporâneos em ciência e tecnologia; superação das deficiências do livro didático; aproximação entre pesquisa e ensino de ciências”.

Os mesmos autores ressaltam a importância de se buscar novas concepções e, conseqüentemente, novas estratégias de reorganização de conhecimentos científicos e sua discussão em sala de aula.

Há uma preocupação com a sequência, mas não com a relevância do conteúdo que vamos ensinar. Consideramos que a relevância está previamente estabelecida pelo próprio conteúdo que se ensina. A presença da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo parece, por si só, justificar a necessidade de seu ensino, ainda que os conteúdos escolares não tratem de seu papel atual. (ANGOTTI, 2001, p. 124).

De um ponto de vista sociológico, a problematização de conceitos e práticas insere a Física como um elemento questionador e de possibilidades de transformação da relação ciência, tecnologia e sociedade, criando a possibilidade de discutir o impacto do conhecimento científico e da tecnologia nas sociedades, seus aspectos construtivos, destrutivos, bem como as relações de poder envolvidas.

Na atividade diária, em se tratando de ensino de Física, as atividades problematizadoras, propostas por Paulo Freire, podem ser estruturadas com o auxílio do que se denominam momentos pedagógicos. Propostos por Delizoicov, estes três momentos, conforme caracterizados a seguir, consistem em etapas a serem seguidas para que uma educação dialógica e problematizadora possa ser realizada em sala de aula.

O primeiro momento proposto por Delizoicov é a problematização inicial. Neste momento o professor deverá apresentar uma questão e/ou situação que deve ser discutida e debatida pelos alunos. O importante é que esta questão/situação faça parte da realidade do aluno. A problematização inicial deve propor questionamentos, de forma dialógica. Este momento tem como objetivos principais: envolver o aluno com o tema que será abordado e diagnosticar as pré-concepções dos alunos acerca do tema. Durante uma aula, este problema é colocado para os alunos na forma de uma questão, por exemplo, em que os mesmos podem expor seu conhecimento prévio sobre o assunto, discutindo suas implicações. Este momento é primordial para que ocorra o clima dialógico, comunicativo e participativo, em que as ideias podem ser livremente expostas.

Esse momento deve ser organizado de forma que os alunos sejam desafiados a expor o que pensam das situações. Para isso o professor pode lançar mão de diversos recursos, práticas de laboratório, simuladores, textos de divulgação científica...

Neste primeiro momento, a função do professor é questionar posicionamentos e lançar dúvidas. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar possíveis lacunas do conhecimento que vem sendo exposto. O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

O segundo momento se caracteriza pela sistematização dos conceitos. O professor deve organizar os conteúdos de forma que haja a completa compreensão do tema e do problema apresentado. Esta organização visa ampliar o diálogo do desafio inicial, introduzindo uma nova visão de conhecimento aos alunos, a visão científica. É nesse momento que a resolução de exercícios/problemas e a exploração de textos teóricos e científicos podem desempenhar sua função formativa na apropriação dos conhecimentos específicos.

No terceiro e último momento, os conhecimentos que vêm sendo incorporados pelo aluno são apresentados sob novas abordagens. A nova visão, agora ampliada, deverá ser usada pelos alunos para analisar o problema inicial, generalizando-o para outras situações que também são explicadas pelo mesmo conhecimento. Novos desafios são colocados para a análise dos alunos, explicitando também as limitações do novo conhecimento prévio e científico abordados. Do mesmo modo que no momento anterior, as mais diversas atividades são utilizadas, buscando agora a generalização dos conceitos que já foram abordados. Nesse momento, deseja-se que o aluno seja capaz de articular a conceituação científica com situações reais e não pura e simplesmente encontrar uma solução matemática a um problema típico do livro didático.

Esse momento pode ser desenvolvido de modo que os alunos percebam que o conhecimento, além de ser uma construção histórica, é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso.

Acreditamos que os momentos propostos por Delizoicov possam nortear o nosso trabalho. O que estamos tratando de forma mais ampla e mais enfática nesse trabalho é a dimensão problematizadora que se preocupa em levar os conflitos gerados pela reflexão para um contexto mais amplo, convidando os estudantes a pensarem sobre as contradições presentes e como transpor isso para a FMC pensando sobre a prática de pesquisa, visando à formação de um cidadão crítico-transformador de sua própria realidade.

### 3.3 O ensino de FMC nos documentos oficiais

A concepção de currículo apresentada pelos PCN propõe uma organização curricular em que o conhecimento é desenvolvido por áreas interligadas através de temas transversais. A proposta da organização curricular por área é o caminho sugerido pelos PCN para a realização de trabalhos interdisciplinares. O fato de se apresentar como orientações possibilita que o professor estruture o seu trabalho docente de acordo com o projeto pedagógico da escola.

As necessárias atualizações dos conteúdos apontam para uma ênfase na FMC não como um tópico a mais no fim do nível médio, mas como um desdobramento de conhecimentos indispensáveis para a formação do indivíduo, tal que este seja capaz de acompanhar o ritmo de transformação do mundo atual. Assim, “disciplinas científicas como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais”. O documento ressalta que “não se trata de incorporar elementos da ciência contemporânea simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária, [...] e sim de prover os alunos de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada” (BRASIL, 2002).

As sinalizações dos PCN vão ao encontro da proposta de problematização de Paulo Freire em vários pontos. Os PCN+ reforçam a necessidade de rever as práticas escolares e se apresentam como uma ponte entre o conhecimento e as competências, sendo a partir destas ser possível a aprendizagem e não pelos conteúdos em si. Os PCN trazem não apenas uma articulação entre as competências e os conteúdos disciplinares via temas estruturadores, mas também incorporam a contextualização como sendo o grande organizador do currículo e da prática escolar. Mais que isso, assumem a visão de contextualização expressa nas declarações precedentes, que a colocam em uma perspectiva histórico-social próxima das ideias de Paulo Freire, e lhe subordinam a interdisciplinaridade e a construção das competências. Conforme os PCN+, “a forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele” (BRASIL, 2002). Mais adiante os PCN+ destacam que “porque se aprende e se percebe o aprendido apenas em situações reais, que, numa abordagem por competências, o contexto e a interdisciplinaridade são essenciais”

Os PCN propõem, assim como Freire, que os objetivos educacionais têm que ir além das informações disciplinares, devem mostrar aos educandos uma nova visão de mundo. Como é o caso do estudo da Óptica e do Eletromagnetismo, além de fornecerem elementos

para o entendimento do mundo da informação e da comunicação, é sugerida a introdução e discussão de modelos microscópicos como a natureza ondulatória e quântica da luz e sua interação com os meios materiais, e os de absorção e emissão de energia pelos átomos. Desse modo, seria aberto um espaço para uma abordagem quântica da estrutura da matéria, no sentido de oportunizar ao estudante a compreensão dos materiais semicondutores e outros dispositivos eletrônicos contemporâneos. No desenvolvimento do estudo da natureza eletromagnética dos fenômenos, além da discussão dos aspectos eletromecânicos, o tratamento de elementos da eletrônica das telecomunicações e da informação poderia abrir um espaço para a compreensão do rádio, da televisão e dos computadores.

Entretanto, não está claro no documento, talvez propositalmente, a inserção da Teoria da Relatividade (a especial e a geral). Apenas cita, ao discutir sobre o significado do conceito de tempo, que “[...] a competência para utilizar o instrumental da Física não significa [...] restringir a atenção aos objetos de estudo usuais da Física [...] e, em cada caso, é necessário verificar quais temas promovem melhor o desenvolvimento das competências desejadas” (BRASIL, 2002).

Os PCN+ de Física, apresentam em vários trechos a necessidade de se inserir tópicos de FMC em nível médio.

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. (BRASIL, 2002, p.70)

O documento sugere no lugar de conteúdos gradeados uma nova matriz curricular para as três séries do Ensino Médio. O documento propõe que os conteúdos sejam divididos em seis temas estruturadores. Sendo que tópicos de FMC ficam mais evidenciados no tema estruturador 5: Matéria e Radiação.

O texto propõe um duplo enfoque para os fenômenos relacionados ao tema: a discussão dos modelos que constituem a matéria e a caracterização das radiações através de suas diferentes formas de interagir com a matéria. Considerando que a compreensão destes modelos explicativos propicia ao aluno do ensino médio um novo olhar sob o impacto da tecnologia na sua firma de vida.

Acreditamos que um material que atenda as sinalizações dos PCN e as propostas de Freire tenha que relacionar os conteúdos de FMC aos fenômenos ligados ao cotidiano dos

alunos e a partir daí os conteúdos de FMC sejam desenvolvidos. A proposta tem que propor um diálogo entre docente e discentes. Como os PCN não fecham um conteúdo específico acreditamos que tenhamos que buscar onde a FMC está inserida no cotidiano e a partir deste levantamento definir quais são os conteúdos a serem explorados.

## **4 PERSPECTIVAS REAIS DO ENSINO DE FMC**

Os textos que discutem o ensino de Física sinalizam a necessidade de inserir FMC no currículo de nível médio. Mas como esta inserção deve ser feita ainda causa dúvida entre pesquisadores e professores. A pesquisa em ensino de Física avançou bastante na identificação de muitos dos problemas que assolam o ensino de Física e na apresentação de propostas de intervenção e subsídios para ação pedagógica do professor em sala de aula com vista à formulação de tentativas de superação desses problemas como mostram Megid e Pacheco (1998). Por outro lado, pouco se avançou na questão da aplicação dos resultados de pesquisa em sala de aula.

Portanto, acreditamos que se faz necessário identificar o que pensam os professores do Ensino Médio de algumas escolas do Brasil sobre a inserção de FMC. A pesquisa foi realizada em um curso de Especialização em ensino de Física em uma plataforma virtual, à distância. Como atividade da disciplina Tendência do Ensino de Física foi criado um fórum e um memorial onde o tema FMC foi abordado. Os alunos do curso são professores de Física, Matemática e Química do Ensino Médio em vários estados do Brasil. Foram entrevistados 53 professores de 12 estados.

É sabido ainda que o livro didático é fundamental para o trabalho docente. Buscamos, pois identificar como os livros abordam o tema FMC e como os textos relacionam os conteúdos de FMC ao cotidiano dos alunos.

### **4.1 A visão sobre o Ensino de Física Moderna de Professores do Ensino Médio**

Esta pesquisa foi realizada com 53 professores do Ensino Médio que frequentavam um curso de Especialização em Ensino de Física. As questões faziam parte de uma atividade da disciplina Tendências no Ensino de Física. Os alunos tinham que postar suas respostas em um memorial e discutir o tema em um fórum. Neste texto iremos abordar apenas as postagens no memorial.

As questões tiveram como objetivo identificar, na visão dos professores, quais são os temas a serem abordados em nível médio, porque estes temas devem ser abordados e como sugerem que a inserção dos temas seja feita. Neste capítulo passamos a discutir em linhas



gerais a análise do consolidado das respostas dadas pelos professores. No apêndice A apresentamos a análise quantitativa de cada questão e respostas típicas dada pelos professores.

A partir da análise do consolidado da pesquisa percebemos nitidamente uma forte preocupação do professor com a necessidade de trabalhar temas de FMC em sala de aula. Os professores estão cientes do quão rápido é o desenvolvimento científico em nossos tempos.

Para os professores o ensino de FMC é importante para a formação do aluno e pode contribuir para que estes gostem de Física e entendam como conceitos desta disciplina estão presentes em nosso cotidiano. Isso tornaria o ensino mais agradável e prazeroso aos alunos. Em contra partida eles acham que a inserção efetiva ainda é difícil. Os professores que trabalham em nível médio ainda não estão preparados para trabalhar os temas de FMC. Outro questionamento constante é a falta de material didático que viabilize esta inserção.

As respostas demonstraram que as orientações pedagógicas dos professores vão ao encontro das sinalizações feitas pelos documentos oficiais como o PCN. Verificamos que há uma preocupação em privilegiar o conhecimento científico e tecnológico com a finalidade de que o conhecimento seja incorporado criticamente de maneira a constituir-se como cultura esclarecida, não apenas como conteúdos escolares. As sinalizações propostas por este documento foram citadas em várias respostas. Alguns professores até justificaram a inserção da FMC em nível médio por ser uma indicação do PCN.

Resposta Professor P-16: “Os PCN indicam que a Física Moderna deve ser inserida no ensino médio para que os alunos se tornem cidadãos”.

As sugestões de abordagem metodológica apontam que os conteúdos devem estar relacionados ao mundo do aluno. Termos como: “relação de FMC a vida do aluno”, “cotidiano do aluno”, “ formação cidadã” [...] Apareceram com muita frequência nas respostas. Mas em algumas situações ela se mostra contraditória a outras respostas dadas pelo mesmo professor.

Observamos que o discurso do professor está pautado nas orientações dos PCN. Há uma certa banalização dos termos cidadania, formação crítica [...] Não que os professores não acreditem neste discurso, mas parece ser difícil colocar isso em prática. Por isso acreditamos que uma contribuição a área de Ensino de Física seria a elaboração de um material para a inserção de FMC em nível médio que tivesse como orientações os PCN, mostrando como a aprendizagem de conceitos de FMC pode contribuir com a formação crítica do aluno.

A interdisciplinaridade e a contextualização passaram a fazer parte do discurso de uma boa parte dos educadores, principalmente a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+). No

entanto, isso não significa que suas práticas educacionais estejam em consonância com as propostas desses documentos.

Embora pareça que tais temas tenham se tornado comuns no discurso de boa parte dos profissionais da educação, não é certo que estejam orientando novas práticas educacionais. Há ainda uma distância grande a ser superada entre a proposta e a prática. Aliado a isso, desde a divulgação daqueles documentos houve algumas pesquisas que apresentaram críticas à apropriação do discurso das competências em uma formação de caráter geral (RAMOS, 2001) e (SILVA, 2008). Em relação à incorporação da interdisciplinaridade e da contextualização as críticas foram menores, o que não significa, todavia, que haja consenso na compreensão dessas noções, mesmo que já estivessem presentes na literatura educacional antes da LDB/96.

Segundo as indicações dos PCN uma possibilidade seria estruturar o material na relação: Física e Tecnologia. Observamos que ambas podem influenciar o modo como os seres humanos interpretam o mundo, criam necessidades, facilidades e problemas. Assim, se faz necessário um ensino contextualizado que envolva essas duas áreas do conhecimento. Ainda segundo os PCN:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias [...] (BRASIL, 2002, p. 121)

A conexão entre Física e tecnologia no ambiente escolar vem sendo cada vez mais esperada. De acordo com Santos e Schnetzler (1997) apud Fourez (1995): “Alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo.” Ademais, concorda-se com Fourez (1995) quando afirma que: “Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas [...]”

O trabalho com aparatos que estão no dia-a-dia dos alunos é importante porque estes possuem uma noção de como aqueles aparelhos devem ser manuseados e operados, além de utilizá-los constantemente. Com esse contato prévio, é possível estender o conhecimento dos alunos, para que eles possam conectar essa ciência (adquirida diariamente com o objeto doméstico que possui uma dada tecnologia) com a Física, seja para poder ler as informações

técnicas para utilizá-lo de maneira correta ou visualizar fenômenos que ocorrem no funcionamento das peças.

Este tipo de abordagem possui algumas vantagens. Por exemplo, conforme Santos (2002):

O objetivo dessas novas abordagens é transformar a Física num campo de conhecimentos significativos para o aluno, buscando vincular os conceitos físicos à realidade cotidiana do educando e convertendo a imagem de uma Física fechada em si, fragmentada, sem significado e comprometida apenas com a aprovação no vestibular, na idéia uma Física viva e dinâmica, presente no dia-a-dia do cidadão, integrada com outros campos do conhecimento humano e utilizada como ferramenta para a compreensão do mundo em que vivemos. (SANTOS, 2002, p.8):

Dentro deste contexto, concluímos que uma proposta de inserção de FMC em nível médio que aborde temas sobre tecnologia atenderia as solicitações e interesse dos professores. Escolhemos então, um aparato para servir de tema ao nosso trabalho: a televisão.

Desde a sua invenção em 1926 este aparelho tem sofrido muitas modificações. De TV à válvulas, preto e branco e com imagens cheias de fantasmas às novas versões que permitem visualização de imagens em 3D. É certamente uma evolução muito grande em um pequeno período de tempo e que vem acompanhando os avanços científicos e aplicando o desenvolvimento deste em melhoria de qualidade. A TV é um excelente exemplo de como as descobertas científicas podem ser utilizadas para melhorar o cotidiano das pessoas.

Mas não devemos ater nossa atenção apenas aos aspectos positivos da evolução tecnológica. Apesar de todos estes avanços da ciência e da tecnologia e do bem-estar que eles proporcionam, devemos refletir sobre o impacto de toda esta tecnologia no nosso cotidiano e no nosso modo de vida. Acreditamos que esta reflexão não pode estar fora das discussões que abordam o tema em sala de aula. O que se pretende no período da educação básica não é formar alunos técnicos em assuntos específicos, mas sujeitos que saibam encarar a tecnologia com responsabilidade e com senso crítico, superando inclusive a falsa necessidade de consumo que o mundo moderno parece impor às pessoas.

#### **4.2 A Tecnologia das TVs nos livros do PNLEM**

O livro didático é um importante instrumento de trabalho utilizado pelos professores para a aprendizagem dos alunos, é através dele que muitos professores estudam, preparam suas aulas, se atualizam, sendo relevante para o nosso trabalho e futura elaboração de proposta didática, à compreensão sobre como os aparatos tecnológicos, especificamente a TV, vem sendo abordados nestes livros.

Entendemos por aparato tecnológico o produto da transformação do conhecimento científico em fatores necessários para o processo de produção e consumo.

Para realizar este estudo escolhemos os livros didáticos de Física aprovados pelo MEC, através do PNLEM/2007, e incluídos no catálogo do programa. Este catálogo foi enviado às escolas públicas, com o objetivo de orientar os professores na escolha dos livros que seriam adotados. São seis coleções de livros didáticos, sendo três de volume único e três de coleção seriada destinada ao ensino nas três séries do Ensino Médio. Na seção análise dos livros, fizemos uma breve descrição de como os autores abordam temas relacionados aos aparatos tecnológicos e a seguir descreveremos nossas considerações sobre como esta abordagem vem sendo feita nos livros.

Os livros aqui analisados foram identificados conforme listado abaixo:

L1: Física, volume único, de Alberto Gaspar, 1ª edição; ano 2005

L2: Física, volume único; de José Luiz P. Sampaio Caio e Sérgio Vasques Calçada; 1ª edição; ano 2004

L3: Física, volume único, de Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano; 2ª edição; ano 2003

L4 : Física, volumes 1, 2 e 3, de Antônio Máximo Ribeiro da Luz e Beatriz A. Alvarenga; 1ª edição, 2006.

L5: Universo da Física, volumes 1, 2 e 3 de José Luiz P. Sampaio Caio e Sérgio Vasques Calçada; 2ª edição; ano 2004

L6: Física – Ciência e Tecnologia, volumes 1, 2 e 3, de Paulo César M. Penteadó e Carlos Magno A. Torres. 1ª edição; ano 2005.

A nossa análise será pautada em quatro itens:

- a) quais são os aparatos tecnológicos apresentados/estudados no livro. Neste item buscamos identificar quais são os aparatos mais utilizados pelos autores ao longo de seus textos;
- b) identificar se a TV é citada e qual o tipo. Neste item buscamos identificar se os autores utilizam o aparato TV em seus textos e em caso positivo, que tipo de abordagem é feita. O aparato é utilizado para exemplificar algum fenômeno físico? Qual?

- c) qual o objetivo da apresentação dos aparatos no livro. Sob quais perspectivas este é apresentado. Neste item buscamos identificar como o aparato é utilizado no texto. Se é a partir dele que o conceito físico é explorado ou se este aparato é utilizado para exemplificar alguma aplicação do conceito físico;
- d) o que o manual do professor orienta sobre o tema tecnologia/aparato e as abordagens possíveis destes dentro do livro. Neste item buscamos identificar se o manual orienta o professor quanto ao uso de aparatos tecnológicos e como esta orientação é feita.

### *4.2.1 Análise dos Livros*

#### **4.2.1.1 Livro L1 Alberto Gaspar**

O livro, de autoria de Alberto Gaspar, apresenta no decorrer do capítulo quadros informativos que abordam os temas: Gramática da Física, Aprofundamento, Cotidiano, Tecnologia e História.

Analisando os quadros Tecnologia, observamos que o autor faz referência a cosmologia, aplicações de radiações em ultra-sonografia, resistores, fusíveis, eletroímãs e transformadores, mas nenhuma referência é feita ao funcionamento da TV. Os aparatos tecnológicos citados nestes quadros servem para ilustrar como o conceito estudado no capítulo é aplicado no cotidiano.

Na página 459 o autor apresenta um gráfico comparando o consumo de energia entre aparelhos eletrodomésticos e um deles é a TV.

O manual do professor ao explicar a importância da contextualização no ensino de Física descreve a importância em se estabelecer uma relação entre a tecnologia e os conteúdos de Física para que o aluno entenda o mundo onde vive, conforme o trecho: “Compreender as formas pelas quais a Física e a Tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual.”

#### **4.2.1.2 Livro L2 Sampaio & Calçada (volume único)**

Os autores utilizam as imagens de aparatos tecnológicos no início de alguns capítulos, a saber: lâmpadas, eletrodomésticos e uma TV de tubo. Mas nenhuma referência a imagem é feita ao longo do capítulo.

Na seção “cotidiano e aplicações” os autores mostram que os motores elétricos constituem parte de alguns aparelhos eletrodomésticos sendo este responsável pela rotação das partes de bateadeiras, liquidificadores e furadeiras.

Ao longo dos capítulos os autores apresentam aparatos tecnológicos como microondas, chuveiros, máquinas de calcular. Estes aparecem para exemplificar onde os fenômenos físicos são aplicados.

O manual do livro descreve a necessidade de que o ensino de Física inclua aspectos que permitam que os alunos compreendam os equipamentos e procedimentos técnicos e tecnológicos que cercam o cotidiano doméstico, social e profissional.

#### **4.2.1.3 Livro L3 Aurélio & Toscano**

Os autores ao longo dos capítulos exploram poucos aparatos tecnológicos, dando mais ênfase a abordagem experimental. No capítulo de Eletrodinâmica sob o título “Aparelhos e circuitos elétricos: Eletrodinâmica”, os autores propõem que, a partir da análise do funcionamento dos aparelhos que produzem aquecimento e circuitos elétricos simples, os fenômenos físicos sejam compreendidos.

O capítulo faz uma boa articulação entre aparatos como: chuveiro, ferro elétrico, lâmpadas e os princípios físicos relacionados a cada um deles.

No final do capítulo sobre magnetismo é apresentado um texto explicando o funcionamento do tubo de imagem de uma TV. O texto mostra como um campo magnético é capaz de desviar um feixe eletrônico e permitir a formação de imagens em diferentes regiões da tela. No fim do texto os autores apresentam seis questões para os alunos. O objetivo do texto, segundo o manual do professor, é apresentar uma descrição mais detalhada da utilização dos princípios da Física em um aparato tecnológico.

Ainda no manual do professor, os autores descrevem que estes quadros têm por objetivo contribuir com o exercício da leitura e da compressão das informações.

#### **4.2.1.4 Livro L4 Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga**

Os autores utilizam ao longo do texto aparelhos como chuveiros, ferros de passar roupa e lâmpadas como exemplo de aplicação de conceitos físicos.

Na seção: um tópico especial do capítulo de força eletromotriz os autores explicam o funcionamento de uma TV convencional preto e branco. O texto não chega a explicar em detalhes como as imagens são formadas, mas é um texto de baixa densidade léxica e de fácil compreensão para os alunos. Mais adiante, na mesma seção os autores explicam como a imagem de uma TV à cores é formada a partir de pequenas regiões de cores azul, verde e vermelho. O texto segue as mesmas características do anterior e é de fácil entendimento. Tem por objetivo ilustrar o fenômeno da superposição de cores.

No capítulo sobre campo magnético os autores colocaram um quadro intitulado: Como se forma a imagem em um tubo de TV. O texto começa com a frase: Uma aplicação importante da força magnética... Deixando clara a intenção dos autores em mostrar uma aplicação prática do conceito de força eletromagnética.

O manual do professor descreve a importância da Física para que o aluno entenda as novas tecnologias e considera que o ensino de Física tem que ser feito para inserir o aluno em mundo tecnológico. Ao orientar a utilização do quadro: Como se forma a imagem em uma TV de tubo, os autores descrevem que o tema deve ser debatido pelo professor em sala de aula, já que é de interesse dos alunos já que os mesmos são muito curiosos quanto ao funcionamento da TV e suas partes.

#### **4.2.1.5 Livro L5 Sampaio e Calçada (coleção seriada)**

No início do capítulo 09, sobre campo elétrico, os autores colocam a imagem de uma TV e a sua frente uma bolinha de isopor suspensa por um fio e a pergunta: "Como a tela pode atrair o pêndulo de isopor se a TV acabou de ser desligada."

No parágrafo seguinte os autores falam sobre o conceito de campo. Este conceito é desenvolvido ao longo do capítulo e no final do capítulo os autores explicam que o fenômeno observado na TV está relacionado ao conceito de campo.

Observamos que todos os capítulos seguem a mesma estrutura. Pergunta no início do

capítulo e resposta no final. Em alguns deles os autores usam aparatos tecnológicos como no caso da TV. Eles utilizam máquinas fotográficas, lâmpadas e máquinas de calcular.

O manual segue a mesma consideração feita no volume único (L2) descrevendo a importância da compreensão por parte dos alunos de equipamentos e procedimentos técnicos.

#### **4.2.1.6 Livro L6 Torres e Penteado**

O livro dos autores, Penteado e Torres, tem como eixo temático principal a tecnologia. O livro como os outros, apresenta quadros intitulados: Aplicação tecnológica. Estes quadros têm por objetivo apresentar aos alunos aplicações práticas de tecnologia associadas ao conteúdo estudado. O quadro de modo geral, apresenta e explica o princípio de funcionamento de aparatos tecnológicos: xerografia, gerador Van de Graaff, o flash fotográfico, as pilhas, os trens *Maglev*, o motor elétrico, o microfone, o cartão magnético, forno de microondas, scanner de código de barras, microscópios eletrônicos. Os aparatos escolhidos pelos autores são mais modernos que os dos outros livros, mas como os demais são apresentados apenas para ilustrar a aplicação de conceitos físicos. Mais uma vez nenhuma referência a utilização da TV foi encontrada.

O manual do professor deixa claro que o objetivo principal, da coleção é fazer com que o aluno identifique as vantagens e desvantagens que as tecnologias oferecem. No manual os autores orientam os professores a usar a seção: “Aplicação Tecnológica” para estimular a curiosidade dos alunos e explicar a eles como funcionam alguns equipamentos que fazem parte do seu cotidiano.

“Os textos da seção Aplicação tecnológica, não raras vezes, abordam objetos e fenômenos com os quais efetivamente os alunos convivem. Além disso, os textos podem ajudar a elucidar os problemas e indagações que movem a curiosidade deles.” (PENTEADO, 2005).

Observa-se ao analisar os três volumes da coleção que os autores não fazem referências aos saberes tecnológicos como mencionados na apresentação de suas coleções, o texto segue a sequência de conteúdos de forma bastante didática. Mantendo, assim, a forma tradicional de utilização do livro didático. Na verdade, há uma contradição, pois eles partem de um discurso no qual a tecnologia e o conteúdo de Física estão relacionados, mas o que acontece na realidade é que há uma desarticulação dos saberes a ensinar, não promovendo ao



aluno alfabetização científica-técnica capaz de garantir a compreensão dos conceitos físicos presentes e relacioná-los nos aparatos tecnológicos.

#### **4.2.1.7 Considerações:**

Após a análise dos livros em relação à utilização didática de aparatos tecnológicos, parece haver uma grande dificuldade em traduzir os conhecimentos tecnológicos em saberes a ensinar. Ou seja, há uma dificuldade dos autores em tornar a linguagem científica mais acessível aos alunos. Os textos são superficiais quanto à aplicação de conceitos físicos e em todos os livros a referência aos aparatos têm por objetivo ilustrar onde o conceito físico estudado no decorrer do capítulo pode ser observado no cotidiano.

Acreditamos que utilizar aparatos tecnológicos para ilustrar situações em que os conceitos físicos são aplicados é uma proposta pertinente e que faz com que o conceito físico se aproxime do cotidiano do aluno, mas esta não é a única possibilidade. Os textos poderiam explorar mais os aparelhos e a partir do seu estudo construir o conceito físico que se pretende ensinar.

A concepção de aparatos tecnológicos como ciência aplicada se verifica nos autores de livros didáticos. A tecnologia é entendida como uma aplicação da Física, ou serve para justificar o ensino da Física, para que o aluno possa entender o mundo tecnológico. No entanto, a Física ensinada e presente nos livros didáticos nada, ou muito pouco, têm a ver com os aparatos tecnológicos modernos. Um exemplo é o comentário feito pelos os autores Alvarenga e Máximo que justificam a inserção do texto sobre TV de tubo por considerar que os termos “válvulas”, “transistor”, “retificador”, etc. são largamente utilizados pelos jovens da geração atual que, em geral, manifestam interesse em conhecer com algum detalhe estes dispositivos. A contextualização do ensino de Física é muito importante e fazê-la usando aparatos tecnológicos é uma possibilidade que pode ser motivadora no processo de aprendizagem. Mas há uma diferença entre contextualizar a Física utilizando aparatos como exemplos e a contextualização em que os aparatos servem como ferramenta de compreensão do mundo tecnológico. Os livros didáticos estão repletos da primeira abordagem. Um conceito físico é explicado e depois sua aplicação é ilustrada em aparelhos. Um exemplo típico é o Efeito Joule e os ferros de passar roupa e chuveiros. Primeiro os livros apresentam o conceito e depois ilustram como este é aplicado nos aparelhos.

Na segunda abordagem, em que os aparatos são utilizados como ferramentas do processo de ensino-aprendizagem, os aparatos tecnológicos podem ser utilizados para problematizar uma situação e, a partir desta situação, um conceito físico é explicado. Para exemplificar esta abordagem gostaríamos de citar os livros do GREF. Os autores desta coleção exploram o funcionamento de aparatos tecnológicos e os conceitos físicos envolvidos paralelamente. O aluno aprende o conceito a partir do estudo do aparato tecnológico. Acreditamos que esta abordagem propicie uma aprendizagem mais significativa.

De modo geral, observamos que o aparato TV é pouco explorado nos livros didáticos e que as TVs de plasma, LCD e LED, não são citadas em nenhum dos textos pesquisados.

## 5 UTILIZANDO A SEQUÊNCIA DE ENSINO EM SALA DE AULA

De posse do tema e com a fundamentação teórica necessária começamos a elaborar o texto para os professores. Primeiro precisávamos identificar se o tema era realmente de interesse dos alunos e o que os alunos gostariam de saber sobre os diversos tipos de TV. Desenvolvemos assim, uma atividade e a testamos em sala de aula antes de começar a escrever a proposta de ensino. Escolhemos então, três turmas do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola de rede pública de Divinópolis no interior de Minas Gerais. A professora avisou aos alunos que seria iniciado uma atividade para fazer um levantamento de interesse dos alunos sobre o tema TV e que após o estudo de Magnetismo a professora ministraria aulas sobre o tema TV explicando o seu funcionamento e características. Eles não se opuseram e a atividade foi realizada. Foi pedido aos alunos que trouxessem para a próxima aula panfletos com imagens de TVs.

Parte 01: Os alunos trouxeram panfletos das principais redes de eletrodomésticos da cidade.

Os alunos escolheram a TV que queriam ter em casa. Cortaram a imagem do panfleto colaram na folha e responderam às perguntas.

Questão nº 01: Por que você escolheu esta TV?

Esta questão teve por objetivo identificar quais os fatores que influenciam na decisão pela escolha de um dos tipo de TV. De um modo geral os alunos escolheram a TV mais pelos fatores preço e tamanho. Alguns deles não sabiam nem que havia tipos diferentes de TV, eles achavam que todas as TV “finas” eram iguais. A TV mais escolhida pelos alunos foi a de LED, precedida pela de LCD. Apenas 2 alunos escolheram a TV a plasma e 1 aluno escolheu a TV tradicional (TV de tubo). Os alunos que escolheram a TV a plasma justificaram a escolha pelo preço. Foi questionado a eles se sabiam a diferença entre plasma, LCD e LED e eles disseram que achavam que era a mesma coisa, só que mais barato.

O aluno que escolheu a TV tradicional justificou a escolha por achar que a qualidade de imagem de uma TV convencional atende às suas necessidades e que as TV de outro tipo são muito caras e servem apenas para incentivar o consumo de TV. Segundo o aluno a escolha por modelos com tecnologia mais avançada serviria apenas para mostrar status social.

Questão nº 02: O que você conhece sobre o funcionamento da TV escolhida?

Esta questão deve ter por objetivo identificar se o aluno tem algum conhecimento prévio sobre o aparelho e suas características. A maioria dos alunos não conhece muito sobre o

funcionamento da TV escolhida. Eles responderam que não conhecia muito sobre o que há no interior da TV e como ela funciona.

Questão nº 03: Para você quais são as vantagens desta TV em relação aos outros tipos?

Esta questão tem por objetivo identificar se o aluno tem algum conhecimento prévio sobre o aparelho e suas características. A vantagem mais citada pelos alunos foi a qualidade da imagem, precedida pelo consumo de energia e pela espessura da TV.

Questão nº 04: Liste termos que aparecem no panfleto junto a TV escolhida. Qual deles vocês conhecem? Qual deles vocês não conhecem? Os alunos listaram que conheciam termos relacionados a qualidade da imagem da TV. A saber: HD, Full HD, entrada USB, energy saving, DTV conversor digital, bluetooth.

Os alunos listaram que não conhecem os termos relacionados a tecnologia da TV: LED, LCD, plasma, pixels, HDMI e Ambilight.

Depois de recortarem as TVs foi feita uma análise dos panfletos. Foi observado que em apenas um dos panfletos havia TV a plasma anunciada. Acreditamos que a falta da TV no panfleto tenha interferido na escolha dos alunos.

De modo geral, os alunos ficaram curiosos e mostraram interesse em realizar a atividade. A aula foi bem dinâmica. Alguns alunos se mostraram ansiosos em entender os termos e queriam saber logo o que era LED, LCD e plasma.

Acreditamos que a atividade tenha atingido o objetivo esperado e que o tema e a dinâmica da aula tenha despertado o interesse do aluno.

No final da aula foi pedido aos alunos que fizessem uma pesquisa individual sobre a TV escolhida e a trouxesse para a próxima aula.

Parte 02:

De posse das pesquisas os alunos começaram a realizar a segunda atividade. Os alunos foram divididos em grupos de acordo com a TV escolhida. Os alunos que escolheram a TV a plasma e convencional fizeram um grupo menor, ou realizaram a atividade individualmente. Foi solicitado que cada grupo redigisse um texto autoral explicando o funcionamento da TV. Os grupos deveriam, ainda, listar os termos que apareciam na pesquisa e eram desconhecidos por eles e o que eles gostariam de aprender sobre a TV escolhida.

Eles deveriam escrever o que entenderam nos textos pesquisados. O texto redigido pelos alunos apresentou explicação superficial demonstrando que eles não entenderam o que os textos pesquisados explicava.

Para explicar o funcionamento da TV os alunos utilizaram palavras que lhes era familiar sem uma explicação mais detalhada. Um texto típico é citado a seguir:

“A TV LCD é um display de cristal líquido que é um painel fino, usado para exibir informações por via eletrônica. Um LCD é um líquido polarizador da luz, e se encontra dentro de duas lâminas transparentes polarizadas. Cada ponto é constituído de três células cheias do cristal. E cada célula equivale a uma cor primária de luz. Para que a imagem da TV seja visível, é instalada uma lâmpada fluorescente atrás da tela, iluminando as células”. (Grupo A5, copiado na íntegra)

Todos os textos fizeram referência ao conceito de pixel. Ele aparece com terminologias diferentes. A saber: pequenas luzes coloridas, células e células de cristal líquido. Mostrando que mesmo não entendendo como o pixel é ativado ou que há em seu interior o aluno conseguiu identificar que estas pequenas células é que formam as imagens.

Os textos também mostraram que os alunos identificaram que as TVs de LED e LCD tem em seu interior um cristal líquido e as de plasma têm um gás no seu interior.

Sobre os termos desconhecidos, estes foram listados abaixo sendo que não houve predominância de um termo em relação a outros termos: Pixel, plasma, fóton, diodo, raios catódicos, LED, cristal líquido, radiação nociva, polarização da luz.

Sobre o interesse ao tema e o que os alunos gostariam de conhecer identificamos que eles querem saber mais sobre:

- a) por que a qualidade das novas TVs é melhor do que das anteriores?
- b) o que é efeito de arraste nas TVs de LCD?
- c) por que o contraste da TV de LED é maior que a de LCD?
- d) os gases e líquidos que estão dentro das TVs são prejudiciais ao meio ambiente?
- e) saber mais sobre o seu funcionamento. O que acontece lá dentro?
- f) como funcionam as células que formam a imagem no interior da TV.
- g) porque as TVs de LED são mais econômicas que as de LCD, sendo que a qualidade é melhor?
- h) como a energia elétrica que chega até as TVs faz com que a imagem seja criada?

Ao todo, juntando as três turmas, foram avaliados 12 trabalhos. Ao utilizar as atividades na sala de aula identificamos que os alunos ficaram curiosos com o tema, mas tiveram dificuldade em entender como funciona a TV escolhida a partir dos textos pesquisados na Internet.

De posse do material destas aulas começamos a escrever a proposta de ensino. Após redigir o texto e a fim de validar a nossa proposta e diagnosticar pontos de ajuste e adequar a

nossa proposta, convidamos uma professora de Física para utilizar o material em suas aulas. Após a utilização da proposta pela professora reestruturamos o texto que será apresentado no capítulo 6.

### **5.1 Validando a proposta de Ensino**

Este tópico, seguindo a sequência cronológica deste trabalho, será apresentado antes da sequência de ensino pronta no capítulo 6, já que após a utilização desta em sala de aula fizemos uma reestruturação na sequência. Sugerimos a leitura de cada uma das atividades antes da leitura dos resultados sobre a aplicação.

A professora convidada trabalha em uma escola pública no centro da cidade de Divinópolis. Ela obteve título de Licenciatura em Física pela UNIFOR (Universidade de Formiga – MG) e ministra aulas há 16 anos em escolas estaduais e particulares da cidade de Divinópolis. Há 8 anos ela trabalha como professora efetiva na rede estadual e divide o seu cargo em turmas matutinas e noturnas.

Escolhemos, junto com a professora, duas turmas de terceiro ano do turno matutino para utilizar a proposta. Os alunos são em sua maioria, de classe média e estão familiarizados com as tecnologias que serão estudadas na proposta. O número de alunos que participaram das atividades soma 73.

Assim que a proposta de ensino estava pronta entregamos uma cópia a professora para que ela pudesse ler e avaliar a viabilidade de utilização desta em suas turmas. Após uma semana ela nos comunicou que teria interesse em utilizar a proposta e começaria o trabalho assim que terminasse as aulas de Eletromagnetismo. Marcamos então, um encontro para começarmos o trabalho de observação.

Para registrar as observações da professora, escolhemos três instrumentos: uma entrevista antes da utilização das atividades, um diário de bordo e um consolidado de respostas. Os três instrumentos serão descritos por atividade:

- a) entrevista: consiste no registro de um encontro entre a professora e a autora da proposta. Ele aconteceu após a leitura da atividade e antes da utilização desta em sala de aula;

- b) diário de Bordo: texto que foi escrito pela professora. Após a aula ela redigiu um texto descrevendo como foi realizar a atividade em sala de aula, como os alunos receberam o material, pontos que não ficaram claro para eles e os pontos de interesse ou não dos alunos. Este texto será de autoria da professora e não sofrerá retoques;
- c) consolidado de respostas: Neste tópico colocaremos uma análise das respostas dadas pelos alunos às questões propostas na atividade.

Após a avaliação destes três momentos de observação fizemos uma análise do que deve ser alterado na proposta de ensino. Criamos assim um mais um tópico: Ajuste a proposta. Nele descreveremos o que deve ser mudado no texto.

## **5.2 Utilizando as atividades**

### **Atividade 01: A TV QUE VOCÊ QUER TER**

#### **Entrevista:**

A professora relatou que gostou muito das atividades. Ela considerou que a atividade estava clara e teve poucas dúvidas.

Ao preparar a primeira aula descobrimos que nas principais lojas de eletrodomésticos da região não havia panfletos que continham em seus anúncios todos os tipos de TV, pois as maiores lojas estavam aguardando os panfletos com as promoções para o Natal. Decidimos, então, que os alunos escolheriam os seus televisores em lojas virtuais pela Internet.

A professora disse que antes de começar a aula precisaria apresentar o projeto aos alunos dando uma visão geral do trabalho, justificando o seu uso e estabelecendo seus critérios de avaliação.

A professora sugeriu que a lista com os sites fosse impressa e entregue aos alunos, já que ficaria difícil passar no quadro os endereços dos sites sugeridos para a pesquisa.

#### **Diário de Bordo:**

Comecei a aula mostrando aos alunos o que faríamos ao longo das próximas aulas e eles ficaram curiosos e empolgados. Combinamos que a participação nas aulas e a realização de todas as atividades valeria 3 pontos extra em Física.

Já no início da aula tivemos um problema, a Internet não estava funcionando e tivemos que aguardar uns 10 minutos até que os computadores voltassem a funcionar. Mas deu tempo de fazer tudo.

Expliquei para os alunos o que eles deveriam pesquisar na Internet aparelhos de televisão que gostariam de comprar e depois eles tinham que responder as questões propostas. Esta etapa teve que ser feita em grupos de 3 alunos já que não havia computador para cada um dos alunos.

A aula foi bem dinâmica e os alunos discutiram muito sobre as características das televisões. Eles começaram escolhendo pelo tamanho e depois virão que umas tinham mais periféricos que as outras e alguns mudaram sua escolha. Alguns termos já eram de domínio dos alunos: Wireless, alta definição, High definition. Mas alguns alunos achavam que conheciam os termos. Uma aluna disse que Full HD é uma TV que não tem a parte de trás.

O levantamento dos termos relacionados às televisões foi fácil e os alunos não apresentaram dificuldade em identificar os elementos dos 3 grupos. A medida que eles foram listando os periféricos fui definindo o que era cada um deles. Mas tive dúvida em alguns: Suporte Hp TV, Time Nachsic Ready, NGT cast...

Durante a segunda aula, os alunos teriam que redigir um texto. Os alunos tiveram um pouco de dificuldade de entender alguns termos técnicos nos sites pesquisados, mas fiquei atenta as dúvidas e fui respondendo o que dava. Os alunos redigiram os textos em grupo e dois grupos tiveram que levar o texto para casa, pois o tempo foi pequeno para estes alunos. Esta atividade não foi tão interessante. Acho que ela podia ser feita depois que os alunos já tivessem estudado.

### **Consolidado das respostas:**

Análise das questões propostas:

Questão 01) Qual das TV você levaria para casa?

TABELA 1- Escolha do tipo de TV

TV de LED	57%
TV de LCD	34%
TV a plasma	9%

Fonte: Elaborada pela autora



Questão 02) Por que você escolheu esta TV?

Esta resposta foi agrupada de acordo com as classes abaixo:

TABELA 2 – Escolha do tipo de TV

Preço mais barato	36%
Baixo consumo de energia	22%
Designer externo	18%
Qualidade da imagem	9%
Quantidade de periféricos	8%
Tamanho da tela	7%

Fonte: Elaborada pela autora

Questão 03) Liste os termos que você conhece o significado e os que você ainda não conhece o significado.

De modo geral os alunos listaram muitos termos. Os termos que eles conheciam normalmente estão relacionados a qualidade da imagem ( High Definition, HDMI) e aos acessórios das TV ( entrada USB, Conversor Digital).

Questão 04) O que você conhece sobre o funcionamento da TV escolhida?

A maioria dos alunos (94%) respondeu que não conhecem nada sobre o funcionamento das TV, e os que responderam que conheciam, colocaram informações muito vagas. Segue algumas respostas:

“ O painel da TV de LED é feito de diodos emissores de luz”

“ A TV tem conversor de sinal digital e recebe Internet”

Quadro de Classificação dos termos da Turma A:

Funcionamento	Qualidade da Imagem	Periféricos
LED	HD	Entrada USB
LCD	Full HD	Energy saving
Plasma	Pixels	SAP
	HDMI	Bluetooth
	Trunotion	Entrada roda HMI
	Wide Screen 16:9	Suporte para HD TV
	Blue- Ray	DTV conversor digital
		NGT cast
		Wireless AV

**QUADRO 01: Classificação dos termos da turma A**  
**Fonte: Elaborada pela autora**

Quadro de Classificação dos termos da Turma B:

Funcionamento	Qualidade da Imagem	Periféricos
Plasma	HD	Entrada USB
LCD	Full HD	Energy saving
LED	240 Hz	DTV Conversor digital
	HDMI	Bluetooth
	HDTV FULL	Wi-fi
	Ambilight	Sllep
	Pixel plus	NET CAST
	DOBL DIGITAL	

**QUADRO 02: Classificação dos termos da turma B**  
**Fonte: Elaborada pela autora**

Textos produzidos pelos alunos:

A professora avaliou os textos como bons. Os alunos explicaram o porquê escolheram o tipo de TV, o que gostariam de aprender sobre cada uma delas, mas este interesse já havia sido apresentado nas respostas às perguntas feitas a partir dos panfletos. Os alunos tiveram muita dificuldade em ler os textos sobre as TVs na Internet e a professora mostrou a eles que seria necessário um estudo de alguns conceitos para que eles entendessem os textos da Internet.

**Ajustes a Proposta:**

Acreditamos que seja necessária a inserção de um parágrafo sugerindo ao professor que apresente a proposta a seus alunos e a discussão dos critérios de avaliação.

Devemos colocar também a opção de utilizar a Internet ao invés dos panfletos mostrando suas vantagens (há mais detalhes sobre as TVs) e as desvantagens (a Internet pode não estar disponível).

Colocar um quadro com as principais definições de periféricos, já que alguns professores não estão familiarizados com estes termos.

O professor pode disponibilizar para os alunos a lista de sites para pesquisa e começar a segunda aula com uma discussão sobre o que eles leram e depois fazer a classificação dos termos relacionados às TVs.

**ATIVIDADE 02: O que são Plasmas, LCD e LED.****Entrevista:**

Após a leitura do material a professora relatou que se sentia insegura para ministrar a aula desta atividade. Ela relatou que o texto estava claro, linguagem simples, mas queria estudar um pouco mais. Foi sugerido, então que ela lesse o livro 3 do GREF e o capítulo seis sobre Luz do livro Física Conceitual do Paul Hewitt. Ela leu, gostou dos textos e se sentiu mais segura para ministrar a aula.

Ela achou que não seria necessário a realização da atividade ilustrativa com os palitos de dente, só as imagens já seriam suficientes para o entendimento dos alunos e ficou de elaborar um Power Point com as imagens do texto a fim de apresentar as ilustrações para os alunos. Ela gostou da animação que explica o funcionamento do diodo e vai utilizá-la em sala com os alunos.

**Diário de Bordo:**

Foi uma aula muito pesada. No início os alunos estavam interessados, mas a medida que as informações foram se tornando mais técnicas o interesse diminuiu. Eles não tiveram muita dificuldade em entender o conceito de plasma, cristal líquido, bandas de condução e fótons, mas uma pergunta eu não soube responder: Por que o elétron não pode ficar na banda proibida? Fiquei de responder na próxima aula. Acho que os alunos entenderam como funciona o LED, mas foi uma aula muito grande acho que além do LED poderia explicar mais aplicações de semicondutores. Os alunos achariam mais interessantes.

Os alunos tiveram curiosidade sobre a diferença entre um sinal analógico e um sinal digital e queriam entender como o conversor funciona. Isso eu soube explicar.

Eles gostaram e entenderam o diodo a partir da animação. Foi um bom recurso.

### **Consolidado das respostas:**

Não foi pedido aos alunos que redigissem nenhum material, por isso não há consolidado a ser feito nesta atividade.

### **Ajustes a Proposta:**

Dois pontos foram importantes. O primeiro é que as atividades devem ser seguidas de referências bibliográficas de aprofundamento para o professor. E o segundo é que devemos acrescentar outras aplicações de semicondutores para tornar a aula mais interessante.

Seria interessante pedir ao professor que elaborasse um material de apoio para os alunos ou um roteiro de estudos. É muita informação para se adquirida em apenas uma aula.

Como esta aula ficou um pouco grande resolvemos dividir o conteúdo em duas aulas.

### **Atividade 03: Por que as novas TVs são tão finas se comparadas as TVs convencionais?**

#### **Entrevista:**

A professora achou a aula tranquila e não precisou de material de apoio para realizar as atividades. Ela preparou uma apresentação em Power Point com as imagens da atividade para facilitar o entendimento dos conceitos.

#### **Diário de Bordo:**

Esta aula foi muito mais interessante que a anterior. Como ela explica o funcionamento das televisões os alunos ficaram curiosos e interessados. Eles não tiveram dificuldade em entender a questão da dualidade da luz. Foi interessante a discussão das características de uma partícula, das características de uma onda e mostrar que a luz tem estas duas características. Alguns alunos acharam estranho no primeiro momento, mas logo depois aceitaram a ideia.

Esta aula ficou pequena ela poderia trazer mais curiosidades ou experimentos... Acredito que seja interessante até falar sobre a evolução da televisão.

**Consolidado das respostas:**

Não foi pedido aos alunos que redigissem nenhum material, por isso não há consolidado a ser feito nesta atividade.

**Ajustes a Proposta:**

A professora nos forneceu poucos dados sobre esta aula. Ela foi muito reticente nas suas colocações e relatos. Não ficou claro se realmente os alunos entenderam o conceito com tanta facilidade. De qualquer modo acreditamos que devemos acrescentar nesta atividade uma bibliografia de apoio e aprofundamento para o professor.

**Atividade 04: Qual a diferença entre uma TV de plasma e as TVs de LCD?****Entrevista:**

Mais uma vez ela não teve dificuldade com a elaboração da aula e preparou um Power Point com as imagens da atividade. A professora estava preocupada com a quantidade de atividades desta aula e achou que o tempo seria insuficiente para todo o conteúdo. Ela assistiu ao vídeo sugerido, mas resolveu não utilizá-lo por causa do tempo e sugeriu que fosse disponibilizado o endereço para que os alunos assistissem o vídeo em casa após a aula.

**Diário de Bordo:**

Foi a aula que os alunos mais gostaram. No início os alunos tiveram um pouco de dificuldade com a questão da polarização da luz, vários alunos nunca tinham ouvido falar neste fenômeno, mas fui mais devagar e eles entenderam o conceito.

Como eles já conheciam o conceito de plasma e cristal líquido, ficou fácil o entendimento do funcionamento destes dentro dos aparelhos de televisão. O uso das imagens foi muito bom, sem elas fica difícil o entendimento dos alunos.

Um questionamento que surgiu foi a questão da durabilidade da televisão de plasma e queriam saber se o gás dentro da célula acaba igual a uma lâmpada fluorescente.

Os alunos queriam saber como funcionava a TV de 3D. Como não domino esta tecnologia expliquei como funcionava a TV de 3D com óculos vermelho e azul e disse que de alguma forma na TV de 3D a luz pode ser separada pelo óculos, uma aluna chegou a sugerir que este processo poderia ser feito pelo fenômeno da polarização. Fiquei de estudar e apresentar uma explicação.

Eles entenderam direitinho a diferença de uma TV a plasma para uma de LED e o porque de uma ser mais econômica que a outra. Ao final da aula pedi que eles assistissem ao vídeo do you tube.

### **Consolidado das respostas:**

Não foi pedido aos alunos que redigissem nenhum material, por isso não há consolidado a ser feito nesta atividade.

### **Ajustes a Proposta:**

Mesmo estando no terceiro ano alguns alunos não conhecem o fenômeno da polarização, por isso podemos colocar alguma atividade prática, com alguns filtros para trabalhar este conceito.

Conforme solicitado pela professora, acreditamos que devemos incluir nesta atividade como funcionam os óculos de uma TV 3D.

Podemos colocar os vídeos como uma opção de material complementar para estudo dos alunos.

**Atividade 05: Visualizando os pixels das TV e entendendo como as imagens digitais são formadas.**

### **Entrevista:**

A professora não teve muita dificuldade em entender os objetivos e as atividades desta aula. Ela já recebeu a montagem da parte experimental pronta e disse que se não fosse desta forma dificilmente ela realizaria esta parte, pois ela tem muita dificuldade em montar estes aparatos experimentais. Ela decidiu que a visualização dos pixels das imagens do Einstein seria realizada no projetor de imagens.

### **Diário de Bordo:**

Esta aula apresenta atividades experimentais bem simples e interessantes. Na atividade da gotinha no monitor os alunos já sabiam o efeito que daria, mas a maioria deles

nunca tinha pensado em quais cores que eles viam quando a luz saia da tela. Mesmo sabendo que a mistura das cores é que forma o branco eles não sabiam quais eram estas cores básicas, que formavam esta cor e acharam muito interessante a quantidade de cores que pode ser obtida variando a intensidade da luz dentro da bolinha de ping pong.

Foi muito bom realizar na projeção a atividade das imagens do Einstein. Todos os alunos já viram que ao ampliar uma imagem de baixa resolução esta fica desfocada, quadriculada. Por isso ficamos discutindo mais sobre o que é a resolução de uma imagem e relação desta com a qualidade da imagem. Os alunos também entenderam direitinho o que significa o número que aparece abaixo da imagem, o número de pixels na vertical e na horizontal. Eles ainda citaram outra situação em que aparece a relação entre os pixels e a qualidade da imagem, a máquina fotográfica.

### **Consolidado das respostas:**

Não foi pedido aos alunos que redigissem nenhum material, por isso não há consolidado a ser feito nesta atividade.

### **Ajustes a Proposta:**

Podemos colocar uma bibliografia com outros experimentos que mostrem a composição da luz branca a partir da mistura das cores, caso o professor não consiga montar o aparato experimental inclusive com uma animação do PHET Simulator que mostra uma simulação de como as cores são formadas. Acreditamos que a atividade experimental proposta na atividade seja de grande impacto visual para os alunos, mas se o professor não puder usar é melhor que ele use um simulador.

**Atividade 06: HDTV, FULL HD, HIDEFINITHION. Por que as novas TVs têm qualidade tão superior comparadas às TVs convencionais?**

### **Entrevista:**

De início a professora achou o texto um pouco técnico, chato para os alunos e resolvemos procurar outro mais interessante, mas não encontramos e ela resolveu que

utilizaria o texto proposto mesmo. Mais uma vez ela decidiu projetar a imagem do urso e gostou muito da proposta. Ela disse que são poucas as situações em que podemos discutir a relação entre os avanços tecnológicos e as mudanças de hábitos sociais.

### **Diário de Bordo:**

Como já tínhamos percebido o texto não despertou muito o interesse dos alunos, mas ele cumpriu o objetivo. Os alunos leram o texto e começamos a discutir os termos que estavam presentes. Não houve muita dificuldade e os alunos acharam interessante a utilização do termo Hertz em outra situação que não aquela de corrente elétrica alternada. Voltamos ao quadro que foi montado na primeira aula e discutimos alguns termos que estavam lá.

O melhor da aula foi a atividade do ursinho. Foi muito interessante. Eu comecei falando de como na minha adolescência nós nos comunicávamos com os colegas e amigos alguns não tinham nem telefone, por isso tínhamos muitos amigos próximos, vizinhos [...] E agora temos amigos no mundo todo, mas as amizades parecem vazias. Eles contaram muitos casos de situações vividas no mundo virtual e eles concluíram que houve uma grande mudança social associado ao desenvolvimento da tecnologia. Eles ainda começaram a pensar no que vem por aí: teletransporte, viagem no tempo [...] Foi uma boa discussão e tive a oportunidade de mostrar aos alunos como os conceitos físicos que estão por detrás das invenções podem influenciar nossas vidas.

No final da aula avisei que teríamos uma prova na aula seguinte. Os alunos questionaram muito que havia necessidade de um material impresso para estudar para prova. Ficaria mais claro. Mesmo eu tendo pedido que eles tomassem notas durante as aulas. Eles pediram material para estudar.

### **Consolidado das respostas:**

Não foi pedido aos alunos que redigissem nenhum material, por isso não há consolidado a ser feito nesta atividade.



**Ajustes a Proposta:**

Mesmo não tendo sido possível mudar o texto a tempo da professora ministrar a aula, este será substituído da atividade por algo mais dinâmico e que desperte o interesse dos alunos.

**Atividade Avaliativa****Entrevista:**

A professora considerou que a prova estava bem elaborada, as questões estavam claras e achou que os alunos não teriam dificuldade em responder as questões. Ela achou que algumas questões estavam longas, os alunos normalmente não têm muita paciência para ler os enunciados das questões, mas achou melhor não mudar o texto.

**Diário de Bordo:**

Por falta de tempo a avaliação foi aplicada nas duas salas ao mesmo tempo sendo uma por mim e outra por um colega de trabalho. Todos os alunos estavam presentes e fizeram a prova com tranquilidade. Mas alguns alunos entregaram a prova sem terminar de responder todas as questões.

**Consolidado das respostas:****Questão 01:**

Objetivo: Identificar se os alunos compreenderam os termos relacionados à caracterização da TV.

Questão: Observe a televisão e os termos que estão ao lado. Dê a definição dos termos sublinhados. E classifique quais delas estão relacionadas ao funcionamento da TV e quais estão relacionados a qualidade da imagem.

**TV 32" LCD Full HD - 32PFL3805D - (1.920x1.080 pixels) - c/ Decodificador para TV Digital embutido (DTV), 120Hz, 3 Entradas HDMI e Entrada USB, Entrada PC - Philips**



**Figura 07: TV de LCD**  
Fonte: JORDÃO, 2011

**Consolidado:**

Esta questão mostrou que os alunos compreenderam os termos que caracterizam uma TV e que compreenderam o significado destes termos. Das respostas, 69% dos alunos classificaram corretamente todos os termos, 23% classificaram corretamente 3 termos e 6% classificaram corretamente 2 termos e apenas 2% classificaram corretamente 1 termo.

Quanto à definição dos termos, a quantidade de acertos está apresentada na tabela seguinte:

TABELA 03- Distribuição de frequências da definição dos termos

Termo	Percentual
LCD	43%
Full HD	63%
Pixels	74%
120Hz	68%

Fonte: Elaborada pela autora

Os alunos tiveram mais facilidade de explicar os termos relacionados a qualidade da imagem da TV do que ao termo relacionado ao funcionamento. Dois alunos ao invés de explicar o que significa o termo LCD explicaram o funcionamento da TV de LCD. A maioria das respostas demonstrou que os alunos associaram o conceito de cristal líquido com uma substância que tem características intermediárias entre sólidos e líquidos. Segue resposta típica: “Substância que apresenta características um pouco da liberdade entre as partículas como o líquido, mas estão um pouco arrumadas como nos sólidos, formando uma substância que não é puramente sólido nem puramente líquido.”

Quatro alunos associaram a frequência de 120 Hz como frequência da tensão de funcionamento da TV. Segue exemplo de resposta: “É a frequência da tomada que esta TV deve ser ligada.”

## Questão 02

Objetivo: Identificar se os alunos entenderam o conceito de bandas e a diferença entre um material condutor e um material isolante utilizando este conceito.

Questão: Explique a principal diferença entre os isolantes e os condutores usando o conceito de bandas.

Consolidado:

De modo geral esta questão não teve respostas muito diversificadas. Algumas foram mais detalhadas e outras mais curtas com poucas explicações. A maioria dos alunos (96%) associou o conceito de banda de valência a uma região do espaço onde há muitos elétrons no caso dos condutores e poucos elétrons no caso dos isolantes, apresentando uma definição bem conhecida por eles na Química. Apenas 4% das respostas associaram o conceito de banda a idéia de regiões com níveis de energias.

Avaliando a questão proposta, acreditamos que esta poderia ter sido elaborada de maneira diferente a fim de verificar se os alunos entenderam o conceito de banda como nível de energia. Uma possibilidade seria a reformulação desta questão.

## Questão 03:

Objetivo: Identificar se os alunos entenderam a diferença entre as luzes de fundo de uma TV de LED e uma de LCD e identificar se os alunos sabem explicar porque uma TV consome menos energia que a outra.

Questão: As TVs de LED consomem 40% menos de energia se comparadas as TVs de LCD. Porque há esta diferença entre as TVs?

Consolidado:

Dentre as respostas analisadas, 86% dos alunos responderam que o consumo é menor já que estas são formadas de pequenas luzes e estas não ficam acessas o tempo todo. Alguns alunos (9%) relacionaram o fato da TV de LED gastar menos porque a potência da lâmpada de fundo é menor do que a lâmpada de fundo da TV de LCD e 3% citaram as duas causas. Dos alunos, apenas 1% não respondeu a esta questão.

Observamos ainda que 14% das respostas citaram que a TV de LCD aquece mais que a TV de LED e associaram as perdas térmicas ao maior consumo.

Esta questão demonstrou que a maioria dos alunos entendeu o porquê de uma TV ser mais econômica do que a outra.

**Questão 04:**

Objetivo: Identificar se os alunos entenderam o conceito de fóton.

Questão: As imagens digitais são formadas de pequenos pontos de luz. Cada TV produz esta luz de uma maneira diferente. No caso da TV a plasma a luz é produzida a partir da emissão de fótons. O que são estes fótons? Como os átomos produzem estes fótons?

Consolidado:

Das respostas analisadas, 64% dos alunos responderam que um fóton é uma onda eletromagnética, 24% responderam que um fóton é uma partícula de luz ( como um pacote) sem associar este conceito ao de onda e 12% dos alunos não responderam a esta questão.

As respostas a esta questão foram muito curtas e objetivas dificultando a análise. A maioria associou o conceito a uma onda eletromagnética, mas apenas 2% das respostas citaram que é uma onda eletromagnética em pulsos.

A quantidade de respostas em branco foi justificada pela professora. Os alunos deixaram algumas das questões para o final e não houve tempo suficiente para terminar a atividade avaliativa.

**Questão 05:**

Objetivo: Identificar se os alunos compreenderam o fenômeno da polarização da luz e funcionamento da TV de LCD.

Questão: Explique qual a relação entre o fenômeno da polarização e o funcionamento de uma TV de LCD. Como o cristal líquido consegue polarizar a luz?

Consolidado:

As respostas foram bem curtas e objetivas. 26% dos alunos explicaram que a polarização está relacionada ao caráter ondulatório da luz e que o cristal líquido funcionava como um “filtro” para a luz. Das respostas, 42% dos alunos responderam que a polarização está relacionada ao fato da luz ser uma onda e não explicaram como o cristal “filtra” a onda, 14 % não responderam a esta questão.

Mais uma vez as respostas foram curtas e objetivas dificultando a análise. Apenas 2 alunos (0,03%) explicaram de maneira detalhada como o cristal líquido consegue desviar a luz permitindo que ela atravessasse ou não a tela da TV. Acreditamos que este percentual tenha sido muito baixo. Mais uma vez a professora relatou que os alunos não tiveram tempo para responder a esta questão.

**Questão 06:**

Objetivo: Identificar se os alunos aprenderam o conceito de dualidade e conseguem associar este conceito a fenômenos físicos convenientes.

Questão: O que é a luz? Na Física Clássica, apenas o modelo ondulatório dá conta de descrever completamente os fenômenos de interferência, polarização, refração e difração, associados aos entes físicos que, aí, são chamados de ondas. Por outro lado, e ainda na Física Clássica, apenas o modelo corpuscular dá conta de descrever completamente os fenômenos associados aos entes físicos que, aí, são chamados de partículas. Na Física Quântica, os dois modelos são necessários para descrever completamente qualquer ente físico, embora não nas mesmas circunstâncias. E é a isso que se refere a expressão dualidade onda-partícula. Escreva uma situação que mostre que a luz é feita de partículas e outra mostrando que a luz é feita de ondas.

Consolidado:

Esta questão apresentou um percentual elevado de respostas que não estavam adequadas (46%). Exemplo: “Quando a luz é feita de partículas é fóton, quando um elétron sai de um nível e vai para outro libera energia”. Estas respostas mostram que os alunos relacionaram a idéia da dualidade a fóton, ondas, bandas... Mas não deixam claro em que situação ela é onda e em que situação ela é partícula.

Das respostas analisadas (32%) responderam que a luz se comporta como onda na TV a plasma e é partícula na TV de LED, sem maiores explicações, 9% dos alunos associaram adequadamente a natureza da luz às TVs e conseguiram explicar como isso ocorria e 13% não responderam a esta questão.

Observamos que a maioria dos alunos não teve dificuldade em aceitar que a onda pode ter um caráter dual mesmo que não saibam explicar em que condição isso ocorra.

**Questão 07:**

Objetivo: Identificar se os alunos após estudarem sobre o tema mudariam de postura frente a escolha da TV.

Questão: Depois de estudar sobre a tecnologia das TVs, você escolheria a mesma TV que havia escolhido na primeira aula? Justifique.

Consolidado:

Todos os alunos que tinham escolhido a TV de LED continuaram com o mesmo tipo de TV, 43% dos alunos que escolheram a TV de LCD mudaram para a TV de LED e justificaram a mudança pelo consumo menor e durabilidade maior dos pixels. Os que

mantiveram a escolha na TV de LCD (57%) justificaram que o preço da TV de LED ainda era muito superior ao da TV de LCD.

Apenas um aluno (0.01% do total) continuaria a comprar a TV a plasma. Este aluno não justificou a escolha e os outros justificaram que a durabilidade e o consumo foram fatores importantes para escolherem outro tipo de TV.

### **Avaliando as aulas:**

Objetivo: Identificar quais foram os pontos de maior interesse e dificuldade dos alunos ao participar das atividades.

Questão: O que você achou de estudar sobre as TVs? Cite o que você mais gostou e o que menos gostou.

### Consolidado:

Houve uma unanimidade a esta questão. Todos os alunos relataram que gostaram muito da temática estudada e acharam que as informações foram úteis e curiosas. Eles citaram que gostaram de saber como funcionam as TVs, a questão do porquê da diferença de consumo entre as TVs, o que é o plasma, o que é um LED, o que é um cristal líquido e a diferença entre LCD e LED.

Eles citaram que tiveram dificuldade em entender o conceito de semicondutores e acharam difícil a parte que explica como ocorre a emissão de luz em um diodo.

## **5.3 Considerações sobre a aplicação da proposta de ensino em sala de aula**

Após analisar as considerações feitas pela professora e as atividades avaliativas dos alunos identificamos que a proposta de ensino atingiu parcialmente os seus objetivos, necessitando de alguns ajustes.

Observamos que o assunto é de interesse dos alunos e que estes gostaram do que estavam aprendendo e da forma como o tema foi abordado. O interesse foi despertado e houve motivação para aprender. Os alunos se mostraram curiosos e participativos.

Quanto à aprendizagem de conceitos de FMC, o material deixou a desejar. Poucos alunos conseguiram explicar de maneira clara os conceitos estudados. As respostas as questões eram vagas, mostrando que o aluno lembrava alguma coisa que havia sido falada,

mas não sabiam explicar de forma clara o que é um fóton, a dualidade da luz, a polarização e o conceito de bandas.

Após a análise, fizemos os seguintes ajustes:

- a) colocar após as atividades, textos de apoio e uma bibliografia sobre o tema. O professor precisa conhecer mais sobre o tema que vai trabalhar;
- b) retirar a atividade de elaboração de texto sobre o tipo de TV da atividade 01 e substituir esta por uma pesquisa de aprofundamento em sites da Internet;
- c) reestruturação das atividades colocando os textos de apoio como anexo;
- d) apresentar na bibliografia de apoio outros fenômenos relacionados ao conceito estudado para que, caso o professor queira, possa fazer novas abordagens;
- e) colocar algum experimento sobre a polarização da luz. Os alunos não conheciam este conceito;
- f) sugerir vídeos da Internet para que os alunos possam assistir após as aulas;
- g) colocar sugestões de simuladores que possam substituir o experimento da composição da luz branca;
- h) orientar o professor a fazer registros das atividades. Ele pode fazer isto com os alunos ou deixarem que os alunos elaborem os seus textos. É importante que de algum modo, o aluno construa textos sobre os conceitos que estão sendo trabalhados. O professor poderá ainda preparar um material de apoio para que os alunos possam estudar;
- i) revisar e reescrever alguns trechos que deixaram margem a dúvida e apresentaram dificuldade de compreensão.

A nova sequência didática corrigida, modificada e complementada em função dos resultados da aplicação pela professora será apresentada no próximo capítulo.

## 6 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Muito tem se discutido sobre a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Os desafios são muitos: como trabalhar conceitos tão abstratos? Qual a melhor metodologia? Quais são os tópicos que devem ser estudados? Os alunos têm capacidade cognitiva para aprender estes conteúdos? Refletimos muito acerca de cada um destes desafios e consideramos ser possível sim que alunos em nível médio aprendam FMC. Pesquisas realizadas na área de ensino de Física mostram que os professores, em sua maioria, acreditam que temas de FMC devam fazer parte do currículo do Ensino Médio. A grande questão é como esta inserção deve ser feita. Por acreditarmos que seja necessário a inserção de tópicos de FMC em nível médio, e dada a carência de material didático, gostaríamos de contribuir com área de ensino de Física, propondo uma sequência de ensino abordando temas de FMC para alunos do ensino médio.

Os PCN+ sinalizam que o ensino de Física desenvolva competências que permitam ao aluno acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, ler manuais de equipamentos eletro-eletrônicos, entender o funcionamento de aparatos tecnológicos... (Brasil, 2001). Dentro deste contexto, escolhemos a TV como aparato tecnológico a ser explorado nesta proposta de ensino. A TV é um dos aparatos tecnológicos que mais sofreu mudanças ao longo dos últimos anos e apresenta relação direta com a evolução de conceitos científicos. Acreditamos ainda, que o estudo da TV seja interessante para os alunos, pois ela faz parte do cotidiano deles e pode servir como elemento motivador no processo de ensino-aprendizagem. A motivação viria da curiosidade em entender como funciona os diversos tipos de TV disponíveis no mercado e quais fatores realmente são relevantes na hora de se escolher qual tipo de TV: convencional, plasma, LCD ou LED devemos comprar.

Esta proposta foi estruturada em um conjunto de sete atividades que podem ser desenvolvidas no final da 3ª série do Ensino Médio, depois que os alunos já estudaram os conceitos de campo elétrico, campo magnético, diferença de potencial, ondas eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. As atividades estão distribuídas em 8 aulas sendo uma delas destinada a avaliação da aprendizagem e da proposta de ensino.

A proposta de ensino começa sugerindo um levantamento das TVs existentes atualmente no mercado. Na primeira atividade dividimos os termos relacionados a esta tecnologia em três grupos: funcionamento, qualidade da imagem e periféricos. Aproveitamos esta atividade de classificação para explorar os termos relacionados aos periféricos, já que



estes termos são, na maioria, de domínio dos alunos.

Nas atividades 2,3 e 4 propomos o estudo dos termos relacionados ao funcionamento da TV (plasma, LED, LCD). O estudo deste funcionamento nos leva a abordar o conceito de banda, o conceito de fóton e a questão da dualidade onda-partícula.

Nas atividades 5 e 6 propomos o estudo dos termos relacionados a qualidade da imagem. Começamos por apresentar como as imagens são formadas a partir do conceito de sobreposição da luz produzidos por pontos de luz, exploramos o conceito de pixel e a relação deste com a qualidade das imagens.

As atividades propostas têm como eixo estruturador a problematização. A problematização de conceitos e práticas é defendida como eixo estruturador da atividade docente (DELIZOICOV,2001). Nesse aspecto, destaca-se que problematizar conhecimentos veiculados e abordagens pedagógicas requer decisões de natureza sociológica e epistemológica. Produzir controvérsias para se gerar fatos novos não se caracteriza como objetivo apenas de ciências naturais, mas também de ciências sociais, discutindo e propondo novas formas de organização curricular no ensino de Física, que se estendam em rumo a uma “educação como prática da liberdade” (FREIRE, 1979).

Na atividade diária, em se tratando de ensino de Física, as atividades problematizadoras, propostas por Paulo Freire, podem ser estruturadas com o auxílio do que se denomina momentos pedagógicos. Propostos por Delizoicov (2001), estes três momentos, conforme caracterizados a seguir, consistem em etapas a serem seguidas para que uma educação dialógica e problematizadora possa ser realizada em sala de aula.

O primeiro momento é a problematização inicial. Neste momento o professor deverá apresentar uma questão e/ou situação que deve ser discutida e debatida pelos alunos. O importante é que esta questão/situação faça parte da realidade do aluno. A problematização inicial deve propor questionamentos de forma dialógica. Este momento tem como objetivos principais: envolver o aluno com o tema que será abordado e diagnosticar as pré-concepções dos alunos acerca do tema. Durante uma aula, este problema é colocado para os alunos na forma de uma questão, por exemplo, em que os mesmos podem expor seu conhecimento prévio sobre o assunto, discutindo suas implicações. Este momento é primordial para que ocorra o clima dialógico, comunicativo e participativo, em que as idéias podem ser livremente expostas.

Neste primeiro momento, a função do professor é questionar posicionamentos e lançar dúvidas. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar possíveis lacunas do conhecimento que vem sendo exposto. O ponto culminante dessa problematização é fazer

com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

O segundo momento se caracteriza pela sistematização dos conceitos. O professor deve organizar os conteúdos de forma que haja a completa compreensão do tema e do problema apresentado. Esta organização visa ampliar o diálogo do desafio inicial, introduzindo uma nova visão de conhecimento aos alunos, a visão científica. É nesse momento que a resolução de exercícios/problemas e a exploração de textos teóricos e científicos podem desempenhar sua função formativa na apropriação dos conhecimentos específicos.

No terceiro e último momento, os conhecimentos que vem sendo incorporados pelo aluno são apresentados sob novas abordagens. A nova visão, agora ampliada, deverá ser usada pelos alunos para analisar o problema inicial, generalizando-o para outras situações que também são explicadas pelo mesmo conhecimento. Novos desafios são colocados para a análise dos alunos, explicitando também as limitações do novo conhecimento prévio e científico abordados. Do mesmo modo que no momento anterior, as mais diversas atividades são utilizadas, buscando agora a generalização dos conceitos que já foram abordados. Nesse momento, deseja-se que o aluno seja capaz de articular a conceituação científica com situações reais e não pura e simplesmente encontrar uma solução matemática a um problema típico do livro didático.

Esse momento pode ser estruturado de modo que os alunos percebam que o conhecimento, além de ser uma construção histórica, é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso.

Após a descrição de cada atividade apresentamos um tópico chamado: comentários sobre o desenvolvimento da atividade. Neste tópico apresentamos sugestões de como o professor pode conduzir as discussões em sala de aula.

No final da proposta disponibilizamos um texto de apoio e uma bibliografia de aprofundamento para cada uma das aulas. Elas podem ajudar o professor a responder aos questionamentos propostos nas atividades, apresentaram bibliografia para aprofundamento dos estudos, sugestão de sites e experimentos que podem ser inseridos nas atividades.

O quadro abaixo mostra como a estrutura da proposta de ensino e os objetivos gerais de cada atividade:

Atividade	No. de aulas	Objetivos
01) A TV que você quer ter	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o que os alunos conhecem sobre a tecnologia das TVs,</li> <li>• Fazer com que o aluno tenha contato com os termos científicos relacionados a TV,</li> <li>• Identificar os pontos de interesse dos alunos sobre o tema,</li> <li>• Classificar os termos relacionados a TV em três grupos: os que se relacionam com a qualidade das imagens, os que se relacionam ao funcionamento da TV e os que são acessórios.</li> </ul>
02) O que são plasmas, LCD e LED	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Entender o que é o plasma, o que é cristal líquido e o que é um LED;</li> <li>j) Entender o modelo atômico semi clássico;</li> <li>k) Entender o processo de excitação e relaxação de um átomo, o que é um semicondutor e como funciona um diodo;</li> <li>l) Entender o conceito de fóton;</li> <li>m) Mostrar experimentalmente a diferença entre um LED e uma lâmpada.</li> </ul>
03) Por que as novas TVs são tão finas se comparadas as TVs convencionais?	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>n) Mostrar o funcionamento de uma TV de tubo;</li> <li>o) Mostrar o funcionamento de uma a plasma;</li> <li>p) Discutir o conceito de dualidade da luz.</li> </ul>
04) Qual a diferença entre uma TV a plasma e uma TV de LCD e LED?	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar como funciona a TV de LCD;</li> <li>• Apresentar uma aplicação do conceito de polarização da luz;</li> <li>• Entender o princípio da dualidade da luz.</li> </ul>

05) Visualizando os pixels das TV e entendendo como as imagens digitais são formadas.	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir que os alunos vejam os pixels nos diversos tipos de TV;</li> <li>• Fazer com que o aluno compreenda o porquê dos pixels terem as cores: azul, verde e vermelho;</li> <li>• Identificar a diferença do tamanho dos pixels das novas TVs e a TV de tubo e a relação desta com a qualidade da imagem.</li> </ul>
06) HDTV, FULL HD, HIDEFINITION. Por que as novas TVs têm qualidade tão superior comparadas às TVs convencionais?	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer e identificar os termos relacionados as TVs;</li> <li>• Mostrar que o tamanho do pixel está relacionado a qualidade da imagem formada;</li> <li>• Fazer uma discussão acerca das imagens, identificando se os alunos sabem interpretá-las e de que modo eles estão inseridos no mundo digital.</li> </ul>
<b>Atividade Avaliativa</b>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar o que foi aprendido pelos alunos e identificar pontos de ajustes;</li> </ul>

QUADRO 03: Distribuição das atividades  
Fonte: Elaborada pela autora

Ao final de cada atividade sugerimos que o professor elabore com a turma ou deixe que eles elaborem individualmente textos descrevendo o que foi discutido na atividade. Esta construção é importante para que o aluno organize os novos conceitos adquiridos.

---

### **ATIVIDADE 01: A TV QUE VOCÊ QUER TER**

Esta atividade tem por objetivo identificar o conhecimento dos alunos acerca do tema TVs. Ela está dividida em duas partes. Na primeira faremos um levantamento do conhecimento dos alunos sobre os termos relacionado TVs e na segunda parte o nosso foco será o conhecimento acerca do funcionamento das TVs e os pontos de interesse dos alunos.

**Objetivos:**

- a) fazer um levantamento da relação do aluno com as TVs, em termos de compreensão destes aparelhos tecnológicos através de escolhas de TV que ele deseja adquirir;
- b) identificar termos técnicos como pixel, LED, LCD, PLASMA entre outros;
- c) propiciar o desenvolvimento da linguagem científica.

**Material para desenvolvimento da atividade**

Panfletos de propaganda que mostram TVs com suas especificações em termos de sua base de funcionamento como: LCD, plasma, LED e valor de pixels.

**Desenvolvimento da atividade**

- a) Sugerimos que o professor comece a aula explicando aos alunos a proposta desta sequência de ensino, o seu objeto de estudo (TVs) e combine com os alunos como esta atividade será avaliada;
- b) o professor deve levar para sala de aula panfletos de lojas de eletrodomésticos ou pedir que os alunos levem os panfletos. O importante é garantir que o conjunto de panfletos selecionados tenha todos os tipos de TV: plasma, LCD, LED e TV de tubo. Caso isso não seja possível o professor pode levar os alunos para a sala de informática e pedir que eles façam uma pesquisa em sites que vendem TVs;
- c) em sala de aula, pedir para que cada aluno escolha a TV que gostaria ter em casa. Solicitar que recorte a imagem da TV escolhida do panfleto, cole em uma folha e responda às perguntas. Caso a pesquisa esteja sendo feita pela Internet, os alunos deverão copiar as características técnicas da TV escolhida. A partir da escolha do tipo de TVs os alunos deverão responder as questões:
  - Questão 01: Por que você escolheu esta TV?  
Esta questão tem por objetivo identificar quais os fatores que influenciam na decisão pela escolha de um dos tipos de TV.
  - Questão 02: Para você, quais são as vantagens desta TV em relação aos outros tipos?  
Esta questão tem por objetivo identificar se o aluno tem algum conhecimento sobre as principais características das TVs ou se já conhece alguma característica que o faria comprar este tipo de TV ou não.

- Questão 03: Liste termos que aparecem no panfleto junto a TV escolhida. Qual deles vocês conhecem? Qual deles vocês não conhecem?

Esta questão tem por objetivo identificar quais os termos são associados às novas TVs que os alunos conhecem e quais eles desconhecem.

- Questão 04: O que você conhece sobre o funcionamento da TV escolhida?

Esta questão deve ter por objetivo identificar se o aluno tem algum conhecimento prévio sobre o aparelho e suas características.

d) depois que os alunos responderem às questões propostas, o professor deve pedir que eles observem os termos listados na questão 3. Estes termos são de três diferentes naturezas. Uns estão relacionados ao funcionamento da TV, outros estão relacionados à qualidade da imagem e outros a acessórios ou periféricos. Sugerimos que os termos listados sejam classificados conforme a sua natureza. O professor pode fazer uma tabela no quadro negro e ir classificando os termos listados pelos alunos na questão 3.

Segue um quadro ilustrativo:

Funcionamento	Qualidade da Imagem	Periféricos
LED	HD	Entrada USB
LCD	Full HD	Energy saving
Plasma	pixels	DTV conversor digital
	HDMI	Bluetooth
	Ambilight	

**QUADRO 04: Quadro com classificação dos termos**

**Fonte: Elaborada pela autora**

O professor poderá aproveitar esta atividade para explorar com os alunos a definição dos termos listados em periféricos. Alguns termos já são conhecidos pelos alunos. Exemplo: *Bluetooth*: permite que a TV se comunique com outros aparelhos eletrônicos sem necessidade de fio. Este acessório permite que o usuário veja as fotos do celular direto na TV, sem necessidade de ligação por cabos. Segue anexo texto de apoio com a definição de alguns periféricos associados às TVs;

e) após a classificação dos termos o professor pode solicitar aos alunos que façam em casa uma pesquisa sobre o tipo de TV escolhida. Os alunos que escolheram a TV a plasma devem pesquisar o que significa o termo plasma, como funciona esta TV,

qual é o consumo de energia desta TV, curiosidades sobre o seu funcionamento... Os alunos que escolheram a TV de LCD devem pesquisar o que significa o termo cristal líquido, como funciona esta TV, qual é o consumo de energia desta TV, curiosidades sobre o seu funcionamento... O mesmo para os alunos que escolheram a TV de LED e a TV de tubo.

O professor pode pedir aos alunos que apresentem por escrito suas pesquisas. Elas servirão de material de apoio para os alunos nas próximas atividades. Eles deverão levar os textos para as próximas aulas.

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Acreditamos que os alunos não apresentem muita dificuldade em realizar esta atividade. Ao conduzir e avaliar as respostas dadas pelos alunos às questões propostas o professor deve estar atento a alguns pontos: em relação à questão 02, sobre a escolha da TV, de um modo geral os alunos escolhem a TV mais pelos fatores preço e tamanho. Alguns deles não sabem que existem tipos diferentes de TV, acham que todas as TV “finas” são iguais. Mostre a eles que as letras ao lado das TVs são muito importante, pois estão relacionadas a diferentes tecnologias. O LED é uma tecnologia diferente do plasma.

A grande maioria escolhe as TVs mais finas, mas existem aqueles que escolhem a TV convencional afirmando que a qualidade de imagem deste tipo de TV atende às suas necessidades e que as TV de outro tipo são muito caras e servem apenas para incentivar o consumo de TV. O professor poderá aproveitar a atividade para discutir as questões de consumo que estão presentes em nossa sociedade.

Em relação à questão nº 04 sobre o funcionamento da TV escolhida, a maioria dos alunos não sabe muito sobre o que há no interior da TV e como esta funciona. Mostre aos alunos que este é o objetivo desta proposta e espera-se que, ao final das atividades, eles entendam o funcionamento das TVs.

---

### **ATIVIDADE 02: O que são Plasmas, LCD e LED.**

#### **Aula 01:**

Esta atividade é composta de duas aulas. Na primeira aula sugerimos uma discussão sobre a definição dos termos: plasma, LCD a partir da pesquisa feita pelos alunos na aula

anterior. A partir da discussão dos alunos o professor poderá definir o que é um plasma e um cristal líquido, partindo do princípio que estes são estados da matéria. Exatamente por se tratar de estados da matéria é que escolhemos começar com estes termos. Na segunda aula o professor apresentará a definição e características de um LED.

### **Objetivos:**

- a) explicar aos alunos o que significam os termos: Plasma, LCD, tubo de raios catódicos e LED; e suas aplicações em várias situações.
- b) formular hipótese para explicar situações que envolvem fenômenos físicos, propor métodos coerentes de provar esta hipótese e expressar considerações de maneira clara e objetiva.
- c) reconhecer a natureza dos fenômenos físicos envolvidos em situações relacionadas à tecnologia.

### **Material para desenvolvimento da atividade**

As pesquisas feitas pelos alunos em casa. Um LED e uma lâmpada pequena. Pilhas e fios para ligar o LED e a lâmpada. Opcional: um projetor para reproduzir a sequência de imagens da parte expositiva e um computador com programa que roda arquivos Flash para apresentar uma animação.

### **Desenvolvimento da atividade**

#### **Aula 01- O plasma e o LCD**

- a) Peça aos alunos que pesquisaram sobre o plasma que apresentem à turma o que descobriram em suas pesquisas. O professor pode perguntar aos alunos:
  - O que é um plasma?
  - Em quais situações e equipamentos podemos encontrar o plasma?
  - Como o plasma pode ser obtido?

O professor deve encaminhar a discussão no sentido de mostrar aos alunos que o plasma é um dos estados físicos da matéria como os sólidos, líquidos e gases. Sugerimos que o professor desenhe no quadro um diagrama de fases e acrescente o plasma.



A partir desta discussão o professor poderá discutir outras questões:

- Quais são os fatores que determinam e influenciam a mudança de fase das substâncias?
  - Quais são as características de um gás? O que o plasma tem de diferente que não pode ser classificado nesta categoria?
- b) Nesta segunda parte o professor deve solicitar aos alunos que pesquisaram o cristal líquido que apresentem suas pesquisas. O professor pode perguntar aos alunos:
- Em que estado físico um cristal é classificado?
  - O que significa a sigla LCD?
  - Como um cristal pode estar líquido?
  - Quais são as características do estado sólido está presente no cristal líquido?
  - Qual característica do estado líquido que está presente no cristal líquido?
- c) Após a discussão é importante que o professor faça um registro no quadro negro do que foi discutido. Os alunos devem escrever: o que é o plasma? O que é o um cristal líquido?
- d) O professor poderá explorar, ainda, em que outras situações podemos encontrar o plasma. Falar sobre o fenômeno da aurora boreal, por exemplo.

### **Comentários sobre a aula 01:**

Para explicar o conceito de plasma e cristal líquido apresentamos algumas questões para serem discutidas com os alunos, que já tiveram contato com os termos e conceitos físicos ao pesquisá-los, por isso o professor deve deixar que os alunos apresentem as suas definições e trabalhe como um mediador conduzindo a atividade.

Salientamos a importância do registro das definições.

### **Aula 02: O LED**

- a) O próximo termo a ser abordado é o LED. O professor poderá mostrar aos alunos um LED. Deixe que os alunos discutam um pouco sobre o termo, já que eles escreveram um texto sobre o assunto. Quais elementos (terminais, um pequeno refletor...) eles conseguem observar neste dispositivo? A fim de apresentar aos alunos a diferença entre uma lâmpada e um LED, o professor pode fazer um experimento demonstrativo:

Materiais:

Um LED, uma lâmpada pequena, pilhas e terminais.

Procedimentos:

Ligue a lâmpada aos terminais da pilha. Observe.

Inverta a polaridade do fio que liga a lâmpada. Observe.

Ligue agora o LED na pilha. Observe.

Inverta a polaridade do fio que liga o LED. Observe.

Após a observação o professor deve questionar aos alunos porque a lâmpada acende nas duas situações e o LED acende apenas em uma. O que eles têm de diferente?

Para que o aluno compreenda esta diferença é necessário que ele saiba previamente do que é feito um LED, como ele funciona; o que é um fóton e como ele é produzido. Por isso sugerimos que o professor apresente de forma expositiva alguns conceitos físicos. Uma sugestão de aula expositiva está sugerida nos comentários da atividade.

Esta exposição poderá abordar os temas:

- Modelo atômico utilizando o conceito de bandas,
- Excitação e relaxação,
- O que é um fóton,
- Conceito de condutores, isolantes e semicondutores,
- O que é um diodo,
- O que é um LED.

Para facilitar o entendimento sobre a condução de um diodo, o professor pode apresentar uma animação;

- b) Após toda esta exposição sugerimos uma discussão com os alunos: Quais são as vantagens econômicas de se utilizar os LED em várias situações como iluminação pública, lanternas... Eles consomem menos energia? Eles são mais duráveis que as lâmpadas convencionais?

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Esta atividade é um pouco mais teórica que as outras e apresenta uma grande quantidade de conceitos físicos e aplicações. O professor deve estar atento se os alunos estão acompanhando o decorrer da exposição, caso contrário eles poderão se perder e não entender os conceitos apresentados.

Segue anexo texto de apoio e bibliografia de aprofundamento.

---

**Atividade 03: Por que as novas TVs são tão finas se comparadas as TVs convencionais?**

Esta atividade é constituída de uma aula. Nela discute-se como funciona a TV convencional e faremos uma comparação desta com uma TV mais fina, a de plasma.

**Objetivos:**

- a) apresentar o funcionamento de uma TV de tubo;
- b) explicar como um fóton é produzido a partir da excitação do átomo de fósforo;
- c) explicar como um fóton é produzido pelo plasma em uma tela de TV;
- d) apresentar aos alunos uma situação em que a característica corpuscular da luz explica um fenômeno físico;
- e) mostrar aos alunos que o desenvolvimento de novos materiais pode melhorar a qualidade de equipamentos elétricos e eletrônicos;
- f) apresentar aos alunos o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia.

**Material para desenvolvimento da atividade**

As pesquisas feitas pelos alunos na atividade 1 sobre TV de tubo e um projetor de imagens.

**Desenvolvimento da atividade:**

- a) a questão central desta aula é: Porque as novas TVs são tão finas comparadas às TVs convencionais? Faça esta pergunta aos alunos e deixe que eles discutam um pouco o porquê. O professor deverá mostrar aos alunos que a TV a plasma tem no seu interior um gás, a TV de LCD tem em seu interior o cristal líquido e a TV de tubo?
- b) peça aos alunos que pesquisaram sobre a TV de tubo que apresentem à turma o que descobriram em suas pesquisas. O professor pode perguntar aos alunos: para a imagem aparecer é necessário iluminar pontos na tela. De onde vem esta luz? Sugerimos que o professor conduza a discussão no sentido de mostrar aos alunos que a emissão de luz nas telas das TVs de tubo e plasma ocorre pelo mesmo fenômeno: A emissão de fóton pelo átomo. Este fóton é que ilumina a tela dos dois tipos de TV;

c) o professor poderá fazer uma exposição aos alunos de como o fóton é emitido nos dois tipos de TV seguindo a seguinte sequência:

- Faça uma revisão de como o átomo emite fóton, o processo de excitação e relaxação;

- Explique como a TV de tubo funciona,

- Explique como a TV a plasma funciona;

d) retome a pergunta inicial e peça que os alunos redijam um texto respondendo a pergunta inicial desta atividade: Porque as novas TVs são tão finas comparadas às TVs convencionais?

e) o professor poderá pedir aos alunos que comparem o tamanho de um tubo de uma TV de 20 polegadas e uma TV de 29 polegadas. Por que a segunda tem um tubo tão maior que a primeira?

f) peça aos alunos que relembrem um termo que apareceu ao lado das TV nos panfletos. O termo Hz. O que este termo significa? Porque aparece como característica de uma TV a plasma e não na TV de tubo?

g) mais uma vez, sugerimos que o professor peça aos alunos que façam um texto explicando: Como uma TV de tubo funciona? Como uma TV a plasma funciona?

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Esta é uma aula expositiva que explica o funcionamento de uma TV de Tubo e o de uma TV a plasma. O professor deve mostrar que o processo de excitação do átomo de fósforo está presente nos dois tipos de tela e que a principal diferença entre os dois tipos de TV é que na TV de tubo o elétron sai do fundo da TV e o tubo é maior para propiciar a deflexão necessária devido o aumento do tamanho da tela. O tamanho é necessário para mudar a direção do elétron e permitir que ele atinja diferentes pontos da tela. Nas telas pequenas e nas grandes a energia necessária para o elétron excitar o fósforo é a mesma, e exatamente igual a necessária no caso do plasma.

Anexo, apresentamos um texto de apoio e bibliografia de aprofundamento.

---

### **Atividade 04: Qual a diferença entre uma TV a plasma e uma TV de LCD?**

Nesta atividade constituída de uma aula, discutiremos como uma tela de LCD e uma tela de LED funcionam.

**Objetivos:**

- a) mostrar uma aplicação do conceito de polarização da luz,
- b) explicar como os cristais líquidos polarizam a luz branca,
- c) explicar o funcionamento de uma TV de LCD e uma TV de LED,
- d) mostrar uma situação em que as características ondulatórias da luz explicam um fenômeno físico,
- e) perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia.

**Material para desenvolvimento da atividade:** Um projetor de mídias.

**Desenvolvimento da atividade:**

- a) o professor deverá começar esta atividade explicando aos alunos que o princípio de funcionamento da TV de LCD é bem diferente do funcionamento da TV de tubo e da TV a plasma. Este tipo de TV está relacionado a um fenômeno da luz, a polarização. Pergunte aos alunos se eles conhecem este fenômeno e faça uma discussão sobre ele. Caso o professor tenha tempo sugerimos em anexo uma atividade experimental sobre a polarização da luz;
- b) O professor deverá fazer uma exposição aos alunos de como uma TV de LCD funciona. Ele poderá seguir o seguinte roteiro:
  - Explicar as partes que constituem a TV,
  - Explicar como o cristal direciona a luz polarizada,
  - Como cada ponto da tela é iluminado;
- c) o professor poderá agora explorar a TV de LED. Pergunte aos alunos porque eles acham que esta TV recebe este nome? Seria por que cada célula na tela da TV é um LED?
- d) comente com os alunos que algumas reportagem mostram que a TV de LED pode consumir até 40% menos que a TV de LCD. Por que isso ocorre?

e) a partir do que foi apresentado, peça que os alunos expliquem por escrito a seguinte questão: Um retângulo preto preenche toda a tela de duas TVs. Uma de LCD e outra de LED. Em qual das duas TVs haveria maior consumo de energia? Como funcionaria cada célula destas TVs?

f) sugerimos que o professor discuta com os alunos em qual tipo de TV a luz se comportou como onda e em quais situações ela se comportou como partícula. O que então a luz é? Onda ou partícula?

Anexo, apresentamos um texto de apoio a esta atividade.

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Esta é uma aula expositiva que explica o funcionamento de uma TV de LCD e o de uma TV de LED. Aproveitamos a relação entre a polarização da luz e o funcionamento da TV de LCD para discutir com os alunos a questão da dualidade da luz.

Anexo, apresentamos um texto de apoio e bibliografia de aprofundamento.

### **Atividade 05: Visualizando os pixels das TVs e entendendo como as imagens digitais são formadas.**

Esta atividade tem por objetivo principal mostrar aos alunos como as imagens são formadas. Ela foi dividida em três partes. Na primeira parte mostraremos que as imagens das TVs são formadas por pixels. Nesta atividade visualizaremos estes pixels e identificaremos as suas cores. Na segunda parte mostraremos que as três cores que formam os pixels podem formar uma gama enorme de cores. Na terceira parte mostraremos aos alunos que a qualidade da imagem está relacionado a quantidade e ao tamanho do pixel.

#### **Atividade 5 – Parte 01**

#### **Objetivos:**

- a) mostrar aos alunos que as imagens são formadas por pequenas células coloridas nas telas das TVs, os pixels;
- b) definir o que é um pixel.

**Material para desenvolvimento da atividade**

Um monitor de TV de LCD, LED ou plasma

**Desenvolvimento da atividade:**

Ligar um monitor de computador ou uma TV e sobre a tela em uma região branca coloque uma gota de água. Os alunos devem identificar o que são estes pontos e quais as cores podem ser observadas na tela. O professor pode explicar aos alunos que cada ponto deste é um pixel.

**Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Ao colocar a gota de água sobre a tela os alunos visualizarão os pixels da TV ou monitor. Se houver disponibilidade os alunos podem observar também uma tela de uma TV de tubo. É possível que eles percebam que é mais fácil observar os pixels desta do que nas novas TVs.

Os pixels que formam as telas das TVs são de 3 cores. Na realidade um pixel é um conjunto de três pequenas células de cores: azul, verde e vermelho. Na próxima parte desta aula realizaremos um experimento para mostrar como estas três cores podem formar uma gama de outras cores.

**Atividade 5 – Parte 02****Objetivos:**

- a) esta atividade tem por objetivo mostrar que as imagens nas telas das TVs são formadas a partir a mistura de três cores e que estas cores formam uma gama de outras cores;
- b) identificar, experimentalmente, quais são as cores necessárias para a composição da maior gama de cores possível;
- c) compreender como os fenômenos físicos são aplicados no funcionamento de aparelhos que fazem parte do seu cotidiano.

**Material para desenvolvimento da atividade**

Para a montagem do experimento: 1 LED verde, 1 LED vermelho, 1 LED azul, 3 potenciômetros, uma bolinha de ping pong, um suporte de 3 pilhas e 3 pilhas.

### **Desenvolvimento da atividade**

Apresente aos alunos o aparato experimental. Descreva para os alunos como foi feita a montagem e as partes que a compõem, descreva que dentro da bolinha há LEDs de três cores: vermelho, verde, azul. Ao variar o potenciômetro a intensidade das cores vai sendo alterada no interior da bolinha de ping pong e aos ligarmos mais de um potenciômetro as cores vão sendo misturadas e uma gama de cores aparece. Após a observação os alunos devem ser levados a responderem: Como o branco é formado? E o preto? Os alunos devem propor hipóteses e usar o aparato experimental para testá-las. Os testes devem ser feitos até que os alunos identifiquem quais são os LEDs necessários para formar o branco e o preto. Serão necessários os quatro LEDs?

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

O professor deverá fazer a montagem do aparato experimental conforme apresentado abaixo:

#### **Material necessário:**

- 1 Led verde
- 1 Led vermelho
- 1 Led azul
- 3 potenciômetros
- uma bolinha de ping pong
- um suporte de 3 pilhas
- 3 pilhas

#### **Montagem:**

Faça 3 pequenos furos na bolinha. Introduza um LED em cada furo. Deixe os rabichos para fora e ligue em cada um deles um potenciômetro em série.

Ligue a montagem em paralelo no suporte da pilha.

O professor deve levar o aparato montado para a sala de aula. Ao apresentar o experimento aos alunos o professor deve explorar a gama de cores formadas primeiramente por 2 LEDs. É importante que os alunos percebam que variando a intensidade dos LEDs vários tons podem ser formados. Assim, se o LED vermelho e o azul forem ligados e suas intensidades forem variadas, aparecerá vários tons da cor roxo, do mais escuro ao mais claro.



Os alunos devem observar que o branco será formado quando as cores azul, verde e vermelho forem ligadas com a mesma intensidade. É importante discutir com os alunos neste momento se haveria necessidade de um outro LED.

E o preto? Como ele é formado? Para formar a cor preta, basta que os leds estejam desligados. Ou seja, para a tela da TV ficar preta, basta desligar o pixel e a cor aparece. Em uma TV de tela preto e branco os pixels não formam cores e, sim, intensificam a sua luminosidade. A luminosidade total é branca e a não-luminosidade total é preto. O meio-termo formam os tons de cinza.

### **Atividade 5- Parte 03**

#### **Objetivos:**

- a) mostrar aos alunos como uma imagem digital é formada na tela de um computador e nas telas das TVs;
- b) definir o que é um pixel e mostrar que a qualidade da imagem de uma TV está relacionada ao tamanho dos pixels.

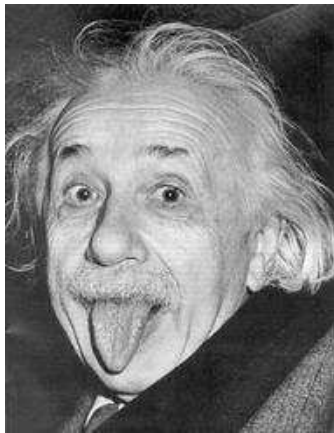
#### **Material para desenvolvimento da atividade**

Computador com programa de trabalho de imagem: Photoshop, Paint [...] Um projetor de imagens (pode ser um projetor de mídias ou um retroprojetor). Os textos produzidos na primeira aula com a descrição da TV que os alunos gostariam de comprar.

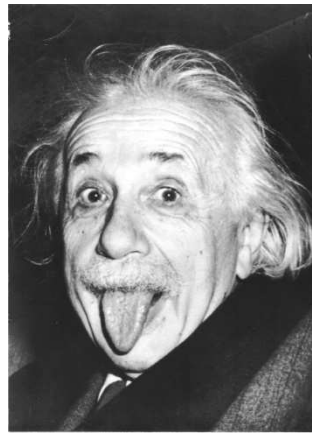
#### **Desenvolvimento da atividade**

Os alunos devem abrir as 3 imagens em um programa de edição de imagens. Elas são bem parecidas, mas apresentam resoluções diferentes. Eles devem observar e identificar as diferenças entre elas.

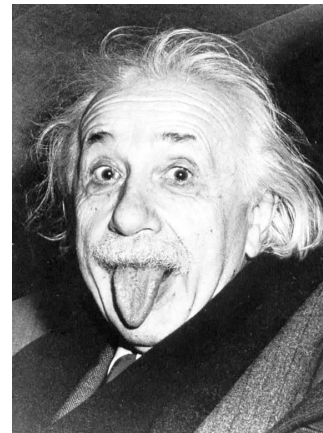
Sugestão de Imagens:



**Imagem 1.1: 340 x 243**



**Imagem 1.2: 560 x 640**



**Imagem 1.3: 1002 x 970**

**Figura 08: Imagens de Einstein com diferentes resoluções**

**Fonte: ROCHA, 2009**

Após a primeira observação os alunos devem usar a ferramenta zoom para ampliar as imagens. Eles devem posicionar a lupa sobre a primeira imagem e acionar o zoom do programa. Para isto bastar ir na barra de ferramentas e selecionar a ferramenta Zoom (Lupa). Depois clique com a lupa em cima da imagem. Eles devem repetir este procedimento de 6 a 8 vezes. Eles deverão perceber que aparecerá nas imagens pequenos quadradinhos. Após a observação deve ser solicitado que expliquem o que observaram.

Os alunos devem explicar oralmente como as imagens são formadas e porque foi mais fácil ver pequenos retângulos na primeira foto do que na terceira.

Peça que os alunos observem nos panfletos que ao lado da imagem das TVs aparece o termo: 100 x 289 p ou 1293 X 24 pixels. Eles devem ser levados a discutir: O que significam estes números? Em que outras situações já ouviram este termo?

Os alunos devem discutir: Porque as novas TVs têm uma qualidade de imagem superior às antigas.

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

A atividade na sala de informática tem por objetivo mostrar aos alunos que as imagens são feitas de pequenos pontos. Estes pontos são os pixels. As imagens digitais são formadas por estes pontos. Os números que aparecem abaixo das imagens definem a quantidade de pixels presente em cada imagem. Esperamos que após dar o zoom na imagem os alunos descubram que quanto mais pixel tem uma imagem, melhor é a sua resolução e consequentemente a sua qualidade.

O professor deve mostrar aos alunos que a imagem digital está organizada em uma série de linhas e colunas formadas por pixels. Ao visualizarmos uma imagem com alto índice de aproximação, é possível identificar pequenos quadrados coloridos nela, que, somados, formam o desenho completo.

Esses pontos, que são a menor parte de uma imagem, levam o nome de pixels. A partir da noção do pixel como uma medida da qualidade das imagens, foi propagado o termo “resolução” para atribuir quantos pixels em altura e largura uma foto tem.

Ao observar novamente o anúncio das TVs espera-se que os alunos percebam que no anúncio aparece a quantidade de pixels (100 x 289 p ou 1293 X 24 pixel). Se multiplicarmos estes números, teremos a quantidade de pixels que a TV possui.

Ao apresentar a imagem 02 o professor deve mostrar aos alunos que um dos fatores que contribui para a qualidade de uma imagem é o tamanho do pixel que a compõe e o termo resolução está relacionado ao “arredondamento” das bordas das imagens.

---

### **Atividade 06: HDTV, FULL HD, HIDEFINITION. Por que as novas TVs têm qualidade tão superior se comparadas às TVs convencionais?**

#### **Atividade 06 –Parte 01**

Passaremos agora a explorar os termos que foram classificados na primeira aula relacionados a qualidade das imagens das TVs. Esta atividade está dividida em duas partes. Na primeira parte sugerimos a leitura de um texto que relaciona à qualidade das imagens a quantidade de pixels das TVs e classificamos os termos em dois grupos: os que estão relacionados a qualidade da imagem e os relacionados ao funcionamento das TVs. Na segunda parte discutiremos com os alunos como estão se relacionando com o mundo de imagens digitais formadas por pixels.

#### **Objetivos:**

- a) explicar o significado dos termos relacionados a qualidade da imagem das TVs;
- b) ler e interpretar textos científicos;
- c) reconhecer e saber utilizar unidades físicas em situações diversas;
- d) reconhecer, em situações concretas, a relação entre o desenvolvimento tecnológico e ética.

### Material para desenvolvimento da atividade

Texto xerocado em quantidade suficiente para todos os alunos. Os textos redigidos no primeiro dia de aula.

### Desenvolvimento da atividade

Os alunos devem ser agrupados em duplas. Eles deverão fazer a leitura individual. Em duplas os alunos devem responder as questões propostas a seguir:

#### HD ou Full HD?

As siglas "HD Ready" (**High Definition Ready**) e "Full HD" (**Full High Definition**) que invadem as lojas e as propagandas se referem à receptividade e a resolução máxima da TV. Para que você aproveite a resolução de uma TV com estas características é preciso receber um sinal digital de alta definição, chamado de HDTV (**High Definition Television**). A TV digital veio pra isso. Enquanto uma TV analógica transmite apenas 480 linhas verticais de resolução, a TV digital no Brasil fornece uma transmissão com resolução de 1080 linhas verticais. Daí o significado do número "1080" nos comerciais.

1080p é o nome abreviado de um tipo de [resoluções](#) de telas ou monitores. O número 1080 representa 1080 linhas de resolução vertical. O uso do termo pressupõe geralmente um formato [widescreen](#) 16:9, o que implica uma resolução horizontal de 1920 [pixels](#), equivalendo a uma resolução com 2 073 600 pixels no total. A frequência em [hertz](#) de [quadros por segundo](#) pode deduzir-se pelo contexto ou ser especificada a seguir à letra p,



por exemplo, 1080p30, significando 30 hertz.

Ao contrário que muitos pensam, as denominações "HD Ready" e "Full HD" não representam a mesma coisa. Como eu disse acima, Em "Full HD", a resolução pode chegar a 1920x1080 pixels. Já em "HD Ready", a resolução máxima chega a 1280x720 pixels, bem mais baixa, portanto. Por isso, é bom estar atento à estas características.

Assim, se você vai usufruir de uma transmissão de TV Digital, é bom escolher uma TV que já comporte as características necessárias. Eu falo do "Full HD" de 1080 linhas verticais, como a mostrada na figura acima.

#### Questões:

- o texto apresentou a quantidade de pixels que tem uma TV de alta definição. Sabendo que uma TV de tubo tem 480 linhas na vertical e formato de 4:3, determine a quantidade de pixels desta TV. Compare este valor ao apresentado no texto;

- b) o que significa a expressão: “A frequência em Hertz de quadros por segundo[...];
- c) retome a TV escolhida nos panfletos da atividade 1 e identifique quais são as definições que apresentam a TV que você escolheu. Agora que você conhece os termos, você acha que esta TV continua sendo a melhor escolha? Após a realização da atividade o professor deve realizar um debate entre os alunos para que estes socializem as suas respostas.

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Escolhemos este texto para que os alunos entendam os termos que estão relacionados as TVs e as perguntas abaixo têm por objetivo direcionar a leitura do aluno e a reflexão.

A questão 1 pede que os alunos calculem quantos pixels tem uma TV convencional. É importante que cada grupo de alunos crie uma estratégia para o cálculo. Uma sugestão de procedimento é:

Calculamos a quantidade de pixels que uma TV têm na largura. Se a proporção é 4:3, e o comprimento da TV tem 480 na vertical, basta fazermos uma proporção:

$$\frac{4}{3} = \frac{480}{x} \quad x=360$$

3 x

Assim, a TV terá  $480 \times 360$  pixels = 172800 pixels. Um valor bem inferior ao apresentado no texto. É importante mostrar aos alunos que na TV convencional os pixels são maiores e os contornos não são tão bons como os das novas TVs.

A questão 2 tem por objetivo mostrar aos alunos uma outra aplicação da definição de Hertz. Aqui o termo serve para representar a quantidade de quadros que aparecem na tela da TV por segundo. Uma boa discussão é mostrar aos alunos que na realidade um filme é uma sucessão de imagens que são apresentadas tão rápido que os nossos olhos acreditam que elas estão em movimento. Uma TV de 30 Hz apresenta 30 quadros a cada segundo.

A terceira questão tem por objetivo fazer com que o aluno reflita sobre como a desinformação sobre um produto pode influenciar na escolha. No primeiro momento pedimos que o aluno escolhesse uma TV sem conhecer o significado dos termos e agora que ele conhece. Há mudança na escolha?

Ao classificar os termos relativos às TVs espera-se que eles já saibam a definição dos termos relacionados a qualidade da imagem.

### **Atividade 6 –Parte 02**

#### **Objetivos:**

Desenvolver a habilidade de interpretar imagens

### **Material para desenvolvimento da atividade**

Um projetor de imagens ou cópias xerocadas da imagem do urso em frente ao computador.

### **Desenvolvimento da atividade**

Apresente esta imagem aos alunos. Esta imagem apresenta um urso usando um computador, mas a tela é transparente e ele acaba vendo uma janela que mostra o que acontece lá fora.



**Figura 09: Urso no Windows**  
**Fonte: JORDÃO, 2011.**

Os alunos devem ser levados a discutir o que esta imagem representa? Como o urso está efetivamente se relacionando com o mundo? Porque a imagem do interior é cinza?

### **Comentários sobre o desenvolvimento da atividade**

Após apresentar a figura 09, o professor deve mostrar aos alunos que a imagem apresenta dois ambientes: lá fora, tudo colorido. Dentro do quarto, tudo cinza. E o urso busca

ver as cores através da tela do computador, quando poderia muito bem abrir a porta e ver as cores de verdade. Hoje em dia, alguns jovens buscam soluções, fugas, amizades, tudo na Internet, nos meios tecnológicos. Ao invés de amigos palpáveis, com cheiro, textura e som, têm amigos virtuais, contatos de Orkut. Ao invés de viajar a lugares belos, utilizam papéis de paredes de lindos cenários na tela do computador. Ao invés de buscarem um objetivo, vão em busca sua representação.

---

### Atividade Avaliativa:

No final da sequência didática sugerimos que o professor utilize algum instrumento de avaliação da aprendizagem. Uma sugestão é uma avaliação escrita que verifique a aprendizagem dos alunos. Segue um modelo de questões que podem ser utilizadas com seus respectivos objetivos.

#### Questão 01



Questão: Observe a TV e os termos que estão ao lado. Dê a definição dos termos sublinhados. Classifique quais delas estão relacionadas ao funcionamento da TV e quais estão relacionados a qualidade da imagem.

TV 32" LCD Full HD - 32PFL3805D - (1.920x1.080 pixels) - c/ Decodificador para TV Digital embutido (DTV), 120Hz, 3 Entradas HDMI e Entrada USB, Entrada PC - Philips

**Figura 10: TV de LCD**  
**Fonte: JORDÃO, 2011.**

Objetivo: Identificar se os alunos compreenderam os termos relacionados a caracterização da TV.

**Questão 02**

Questão: Explique a principal diferença entre os isolantes e os condutores usando o conceito de bandas.

Objetivo: Identificar se os alunos entenderam o conceito de bandas e a diferença entre um material condutor e um material isolante.

**Questão 03**

Questão: As TVs de LED consomem 40% menos de energia se comparadas com uma TV de LCD. Porque há esta diferença entre as TVs?

Objetivo: Identificar se os alunos entenderam a diferença entre as luzes de fundo de uma TV de LED e uma de uma TV de LCD e se conseguem utilizar este conceito para explicar porque uma TV consome menos energia que a outra.

**Questão 04**

Questão: As imagens digitais são formadas de pequenos pontos de luz. Como os átomos produzem as luzes que formam as imagens? Explique usando o conceito de fóton.

Objetivo: Identificar se os alunos entenderam o conceito de fóton.

**Questão 05**

Questão: Explique qual é a relação entre o fenômeno da polarização e o funcionamento de uma TV de LCD

Objetivo: Identificar se os alunos compreenderam o fenômeno da polarização da luz e funcionamento da TV de LCD.

**Questão 06**

Questão: O que é a luz? Na física clássica, apenas o modelo ondulatório dá conta de descrever completamente os fenômenos de interferência, polarização, refração e difração, associados aos entes físicos que, aí, são chamados de ondas. Por outro lado, e ainda na física clássica, apenas o modelo corpuscular dá conta de descrever completamente os fenômenos associados aos entes físicos que, aí, são chamados de partículas.

Na física quântica, os dois modelos são necessários para descrever completamente qualquer ente físico, embora não nas mesmas circunstâncias. E é a isso que se refere a expressão dualidade onda-partícula. Escreva uma situação em que a luz apresenta característica de partícula e outra que apresente características de ondas.



Objetivo: Identificar se os alunos aprenderam o conceito de dualidade e conseguem associar estes conceitos a fenômenos físicos convenientes.

### **Questão 07**

Questão: Depois de estudar sobre a tecnologia das TVs, você escolheria a mesma TV que havia escolhido na primeira aula? Justifique.

Objetivo: Identificar se os alunos após estudarem o tema TV mudariam de postura frente a escolha da TV.

### **Avaliando as aulas:**

Questão: O que você achou de estudar sobre as TVs? Cite o que você mais gostou e o que menos gostou.

Objetivo: Identificar quais foram os pontos de maior interesse e dificuldade dos alunos ao participar das atividades.

### **Atividade 01:**

#### Textos de Apoio:

O quadro abaixo apresenta a definição dos principais periféricos:

Entrada USB	Universal Serial Bus (USB) é um tipo de conexão "ligar e usar" que permite a conexão de periféricos sem a necessidade de desligar o computador.
Energy saving	É um certificado que mostra que o equipamento faz parte de um programa de uso eficiente de energia. Os critérios do programa Energy Saving Recommended (Poupança Energética Recomendada) são estabelecidos por um painel independente e são anualmente revistos. O Energy Saving Trust testa também uma percentagem destes produtos para garantir que onde há um logótipo, há uma escolha inteligente.
DTV conversor digital	Permite que a TV funcione usando sinal digital e sinal analógico.
Bluetooth	Sistema que permite a comunicação entre aparelhos sem conexão de cabos.

**QUADRO 04: Quadro com a definição dos termos classificados como periféricos**  
**Fonte: Elaborada pela autora**

### Atividade 02:

No plasma utiliza-se um catalisador<sup>1</sup> que é o mercúrio para diminuir a energia a ser fornecida ao elétron inicialmente excitado. Mas isso só é possível, pois os elétrons permanecem confinados na célula que ascende. Ele não tem que ser desviado para nenhum lugar, pois está na posição que deve ser acesa. O elétron do gás excita o elétron do mercúrio que emite um fóton que excita o elétron do fósforo.

A segunda questão proposta abre espaço para discutir com os alunos como uma TV de tubo funciona. Deixe que os alunos exponham o que eles aprenderam ao pesquisar o tema da TV de tubo. Após a discussão o professor deverá explicar para a turma como a TV funciona. Sugerimos que o professor comece lembrando o processo de emissão de fóton pelo átomo.

Os fótons são produzidos pelo movimento dos elétrons nos átomos. Os elétrons ocupam diferentes níveis de energia ou orbitais, ao redor do núcleo do átomo. Quando um elétron passa para orbital menor precisa liberar energia, e ela é liberada na forma de um fóton. A energia do fóton depende do quanto o elétron decaiu entre os orbitais.

Quando um fóton colide com outro átomo, esse átomo pode absorver a energia do fóton promovendo o elétron para um nível de energia mais alto. Para isto acontecer, a energia do fóton tem que combinar com a diferença de energia entre as duas posições do elétron.



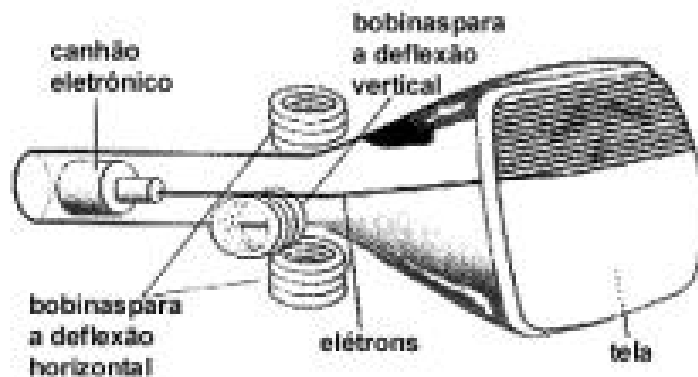
Figura 11: Emissão de um fóton

Fonte: NUNES, 2009.

Catalisador é toda e qualquer substância que acelera uma reação, diminuindo a energia de ativação, diminuindo a energia do complexo ativado, sem ser consumido, durante o processo. Um catalisador normalmente promove um caminho (mecanismo) molecular diferente para a reação.

Caso contrário, o fóton não pode deslocar elétrons entre os orbitais.

O professor deve explicar aos alunos que este processo está presente no funcionamento da TV de tubo e da TV a plasma. A diferença está em como o elétron que inicia o processo de excitação é acelerado. Passamos a mostrar isto para os alunos. Como este elétron é acelerado. Sugerimos que o professor projete a imagem de um tubo de imagem para apresentar aos alunos suas partes e funcionamento. Segue sugestão de imagem abaixo:



**Figura 12: Tubo de uma TV convencional**  
**Fonte: VIEIRA, 2009.**

No fundo da TV fica o canhão eletrônico. Dentro do canhão há um filamento que acende e aquece. Este aquecimento agita os elétrons que depois de aquecidos podem ser retirados facilmente. Ao ligarmos a TV criamos uma diferença de potencial no seu interior. Como os elétrons do canhão estão livres pelo aquecimento, esta ddp faz com que o elétron saia do canhão e se mova para a tela da TV. Mas para formar a imagem temos que acender um ponto exato da TV. Vamos imaginar que queremos formar a imagem de um céu e para isso temos que acender um ponto azul no canto direito da tela. Temos que mandar o elétron que sai do canhão para este canto.

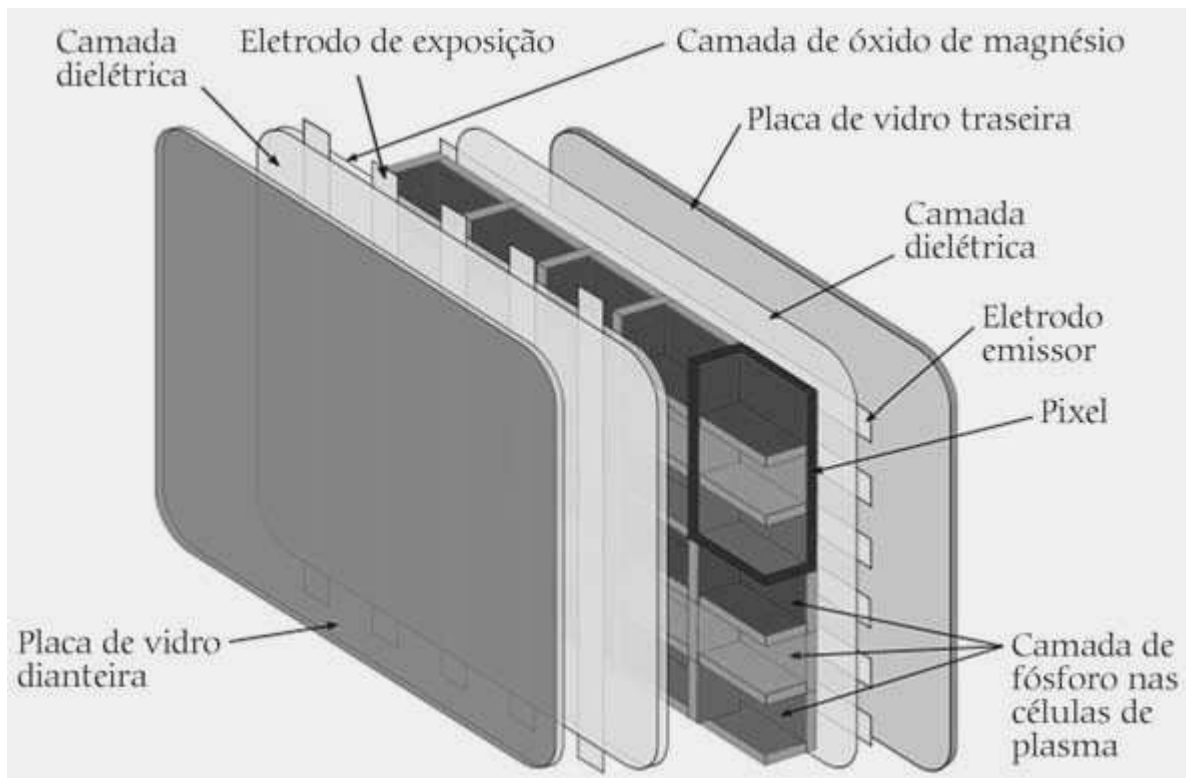
Para direcionar o elétron são colocadas ao longo do tubo bobinas (chamadas de bobinas de deflexão). Elas criam um campo magnético que mudam a direção do elétron. Umam mudam sua direção mais para cima ou para baixo e outras o direcionam mais para esquerda ou mais para a direita, permitindo que o elétron atinja qualquer ponto da tela.

Na parte da frente da TV temos uma tela. Ela é revestida por uma substância a base de fósforo. É este fósforo que será excitado e emitirá fótons que formam as imagens. Vimos que para este pequeno ponto acender é necessário que este átomo de fósforo receba energia de alguma fonte. No caso da TV de tubo o elétron que sai do filamento na parte traseira da TV fornecerá a energia necessária para excitar o átomo de fósforo. Ao colidir com a tela da TV o elétron vai fornecer a energia que o fósforo necessita para excitar um de seus átomos. Um elétron do átomo de fósforo é promovido para uma órbita mais elevada. Quando o elétron

retorna a sua órbita original, o elétron emite um fóton de luz. O pequeno ponto na tela se ascende.

Passemos agora para a TV a plasma. Esta TV é um grande sanduíche. Ela é formada basicamente por um conjunto de pequenas células retangulares. Parecem os alvéolos que as abelhas colocam o mel, mas são retangulares. Estes alvéolos estão colocados entre duas placas de vidro que têm em sua extensão eletrodos. Um deles é o catodo (terminal negativo – também chamado de eletrodo emissor) e o outro é o anodo (terminal positivo – também chamado de eletrodo de exposição). Os alvéolos são preenchidos por um gás, normalmente uma mistura de neônio com argônio e uma pequena quantidade de mercúrio.

A parede da frente de cada alvéolo (vidro da frente) é recoberta por uma camada de fósforo. O professor poderá mostrar esta imagem aos alunos:



**Figura 13: Partes que compõem a TV a plasma**  
**Fonte: VIEIRA, 2009.**

Vamos imaginar que para formar uma imagem na tela, por exemplo, a de uma borboleta, temos que acender exatamente no centro da TV uma célula de cor vermelha. Para isso acontecer exatamente no ponto onde está esta célula (ou alvéolo) um complexo circuito elétrico criará neste ponto uma diferença de potencial entre o eletrodo de trás da célula e o eletrodo de frente da célula. Esta diferença de potencial fará os elétrons fluírem através do gás

dentro da célula. Estes elétrons irão ionizar o gás dentro da célula, formando um plasma, que é condutor e mantém a corrente elétrica fluindo.

Os átomos de xenônio e neônio – excitados pela ação dos elétrons livres – emitirão luz quando os elétrons voltarem para níveis de energia mais estáveis. Esta energia é emitida na forma de luz ultravioleta. Esta luz não é visível aos olhos humanos, para enxergarmos termos que transformá-la em luz na faixa do visível. Mais uma vez os fabricantes utilizarão o fósforo. A radiação ultravioleta ao atingir o fósforo, excita este átomo. Ele recebe energia e um de seus elétrons passa para um nível de energia maior. Quando este elétron volta ao nível de energia inicial, ele libera energia na forma de luz visível. E um ponto vermelho no centro da TV se ascenderá.

Após esta exposição o professor deverá retomar a questão central: Porque as novas TVs são tão finas comparadas TVs convencionais?

A diferença entre o tamanho das duas telas se deve ao fato de que na TV de tubo o elétron precisa percorrer certa distância para ser direcionado ao ponto que será aceso. Outra diferença entre as telas destas duas TVs é o modo como as imagens são projetadas. Na TV de tubo cada ponto é excitado individualmente. Os pontos começam a acender de cima para baixo e da esquerda para direita varrendo toda a tela. Tal varredura deve ser feita com certa rapidez para que nossos olhos não percebam o desaparecimento de uma linha e o surgimento de outra, e além disso, nos dê a sensação de movimento da imagem. O limite para a frequência de varredura do feixe eletrônico é estabelecido pela condição que tem a retina de nossos olhos em reter a imagem de um ponto luminoso durante  $1/20$ s após a mesma ter sido recebida.

Nas TVs mais modernas, de LED, LCD e plasma as imagens são formadas de maneira diferente. Todos os pontos que formam as imagens acendem no mesmo momento. É como se víssemos uma foto sendo projetada. A velocidade de projeção varia de TV para TV. Alguns anúncios trazem esta informação na forma de Hz. Assim uma TV de 120 Hz, é capaz de projetar 120 quadros de imagem por segundo, dando a ideia de movimento.

A grande desvantagem do televisor tradicional de tubo de raios catódicos é o seu tamanho. Quanto maior deseja-se a tela, maior terá que ser o tamanho do tubo para que os elétrons alcancem totalmente, e muito maior será a TV. Quem já viu uma TV tradicional de 29 polegadas sabe do que estamos falando. Então era preciso uma nova tecnologia para se comercializar televisores com telas maiores. A tecnologia do plasma permite construir grandes telas sem a necessidade do enorme tubo das TVs tradicional; as de plasma podem medir apenas uns 15 cm de espessura.

## Textos de apoio e bibliografia de aprofundamento:

### Aula 1- O PLASMA:

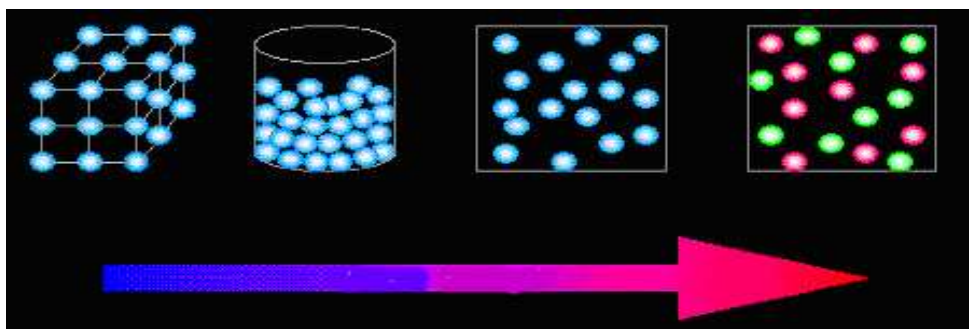
A atividade 2 foi conduzida no sentido de mostrar que o plasma é um dos estados da matéria. Na verdade, chamar o plasma de quarto estado da matéria não é justo, de certo ponto de vista. Deveríamos chamá-lo de primeiro estado da matéria, pois deste estado é formado cerca de 99% de toda a matéria visível do universo; os outros três constituem, portanto, o 1% restante. Mas o que é um plasma? O plasma é um gás que contém uma mistura variada de átomos neutros, átomos ionizados e elétrons livres em constante interação elétrica.

Quando partículas portadoras de carga elétrica se mantêm em movimento, estabelece-se uma corrente elétrica. Estes portadores de carga são os elétrons em sólidos, mas nos líquidos e gases, além dos elétrons também os íons positivos e negativos são portadores de carga. Apesar dos íons terem carga líquida positiva ou negativa, o plasma não tem; como um todo ele é eletricamente neutro, pois nele existe igual quantidade de cargas positivas e negativas, exatamente como em um gás constituído somente com moléculas neutras. A diferença entre um gás formado por moléculas neutras e um plasma, é que este último tem a capacidade de conduzir facilmente corrente elétrica. Além disto, absorve certos tipos de radiação que passariam sem interagir em um gás formado de moléculas neutras. Os plasmas normalmente são criados aquecendo-se um gás a temperatura muito elevada, quando alguns elétrons recebem energia suficiente para se desligar dos átomos a que estavam presos, resultando átomos com carga positiva (cátions) e elétrons livres (aqueles que se desligaram).

Há vários fenômenos que envolvem o plasma. Um lindo fenômeno, chamado de aurora boreal no hemisfério norte e aurora austral no hemisfério sul, é constituído de plasmas brilhando na alta atmosfera. Existe uma região atmosférica, a cerca de 80 km de altitude, chamada de ionosfera. Como o próprio nome diz, ela é um plasma. Como vemos, o plasma está mais presente em nosso cotidiano do que poderíamos supor inicialmente. Além do mais, uma maneira promissora de gerar energia utiliza plasma. Trata-se da fusão nuclear. Tal processo é o responsável pela geração de energia nas estrelas, onde Hidrogênio é transformado em Hélio, resultando na liberação de energia de acordo com a famosa equação de Einstein,  $E = m.c^2$ . Muito esforço tem sido feito para que tais reações sejam reproduzidas de forma controlada aqui na Terra, visando se tornar uma alternativa viável para geração de energia.

### 2- O CRISTAL LÍQUIDO:

Segue uma sugestão de diagrama:



**Figura 14: Diagrama de Fases**  
**Fonte: MÁXIMO, 2006**

A seta representa o sentido de fornecimento de calor para a substância. Ao discutir como classificar o cristal líquido, o esperado para esta questão é que os alunos citem variáveis como pressão e temperatura e que o cristal é normalmente sólido. Os alunos já aprenderam que existem quatro estados da matéria: sólido, líquido, gasoso e o plasma. No estado sólido as moléculas estão bem próximas uma das outras, mantendo sempre a mesma posição em relação uma às outras. No estado líquido é diferente, as moléculas estão um pouco mais distantes umas das outras, elas podem se mover e mudar sua orientação em qualquer direção do líquido. Os estados parecem estar bem determinados, uma substância poder ser sólida ou líquida ou gasosa. Mas há algumas substâncias que possuem um estado peculiar com características de sólidos e líquidos. O cristal líquido pode ser caracterizado assim.

Os cristais líquidos são materiais que apresentam características tanto da fase sólida quanto da fase líquida. Nesse estado as moléculas mantêm sua orientação, mas também se movimentam em várias direções, assim como no sólido e no líquido respectivamente. Esses materiais são constituídos na sua maioria por moléculas orgânicas. Essas moléculas possuem dimensões bem maiores que as outras, podendo ter forma alongada ou de disco.

Para entender o que é um cristal líquido é fundamental que, em primeiro lugar, entendamos o que é um cristal. Para isso, vamos recorrer a uma analogia. Todos nós já estivemos num cinema ou teatro e notamos a maneira altamente organizada com que estão dispostas suas poltronas. Geralmente, elas estão organizadas formando fileiras tanto na direção horizontal quanto na vertical. Isto é, ficam uma ao lado da outra em linha; exatamente na frente de uma poltrona haverá sempre outra. Estão assim dispostas no espaço de modo muito bem organizado, periódico e simétrico. Além do mais, cada poltrona não está dirigida para uma direção qualquer. Todas elas estão voltadas para o palco porque, evidentemente, quem nelas se sentar vai querer estar olhando para ele.

Os átomos ou moléculas de um cristal têm um arranjo espacial simétrico, exatamente como o conjunto de poltronas descritas acima. Além de estarem colocadas em posições periodicamente ordenadas no espaço, estão todas voltadas para a mesma direção, formando uma rede cristalina. Imagine agora, que você queira destruir o arranjo periódico das poltronas do teatro, mas pretenda que os espectadores continuem podendo ver o espetáculo. As poltronas ficarão dispostas no teatro de maneira aleatória. Não haverá mais nenhum ordenamento espacial. Na frente de uma poltrona não haverá necessariamente outra, nem ao seu lado. A falta do arranjo espacial simétrico e ordenado caracteriza um líquido, pois, num líquido as moléculas não têm nenhum tipo de arranjo, umas em relação às outras. Já no caso das poltronas, para que o espetáculo possa ser visto, todas elas, ainda que desordenadas, deverão estar voltadas para o palco. É exatamente assim que pode ser imaginado um cristal líquido. Suas moléculas não possuem um arranjo espacial definido, lembrando um líquido, mas possuem uma orientação espacial comum para todas as moléculas, como nos cristais.

## Aula 2 – O LED

Para explicar a diferença entre um LED e uma lâmpada o professor poderá começar explorando o modelo atômico de Bohr. Neste modelo o átomo é constituído de uma região central denominada núcleo, onde se localizam os prótons e os nêutrons, e de uma região denominada eletrosfera onde estão os elétrons que se movimentam, em órbitas ao redor do núcleo, formando uma espécie de nuvem. Na eletrosfera há regiões onde existe uma maior probabilidade de se encontrar um elétron. Estas regiões são chamadas de camadas e cada uma pode conter um número determinado de elétrons.



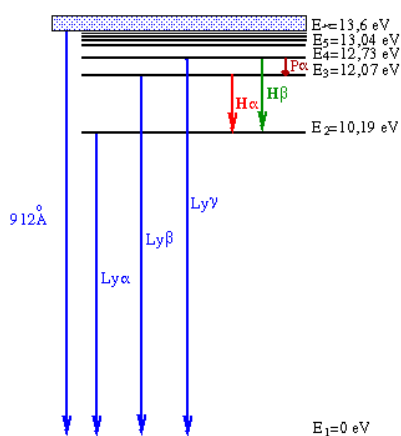
**Figura 15: Representação simplificada de um átomo de Hidrogênio**  
Fonte: VIERA, 2011.

Para o elétron estar em uma determinada camada, ele deve ter uma determinada quantidade de energia. Esta energia determina em que camada ele vai estar. As órbitas mais próximas do núcleo têm menos energia que as que estão mais afastadas. Um elétron pode se mover entre as camadas, para isso deve alterar a sua quantidade de energia. Se ele está



próximo ao núcleo tem ganhar energia para passar para uma camada mais externa e neste caso dizemos que o elétron está excitado. Para voltar ao estado inicial, de menos energia, perto do núcleo, o elétron tem que perder energia.

Vamos ver um exemplo, o átomo de Hidrogênio. A figura mostra as camadas de um átomo de Hidrogênio e a quantidade de energia que um elétron tem que ter para estar em determinado nível. Assim, se o elétron tiver 10,19 eV ele estará na primeira camada. Para subir para a terceira camada que tem 12,73 eV, ele terá que absorver 2,54 eV de energia. Neste caso o átomo estará excitado.



**Figura 16: Camadas energéticas de um átomo de H**  
**Fonte: VIEIRA, 2011.**

Para voltar ao estado fundamental, ou seja, para a sua camada de origem (a primeira), o elétron tem que liberar exatamente a mesma quantidade de energia. Ao “cair” de um nível de energia mais alto para um nível mais baixo o elétron emite uma certa quantidade de energia determinada por estes dois níveis. Esta energia é liberada na forma de um pulso de radiação eletromagnética, chamado fóton. Os fótons não têm todos a mesma energia. A frequência do fóton está relacionada à diferença de energia entre o nível de energia original e o final.

O elétron-volt é uma unidade de medida de energia. Equivale a  $1,602\ 177\ 33\ (49) \times 10^{-19}$  joules. Seu símbolo é eV e seu plural, elétrons-volt. Um elétron-volt é a quantidade de energia cinética ganha por um único elétron quando acelerado por uma diferença de potencial elétrico de um volt, no vácuo.

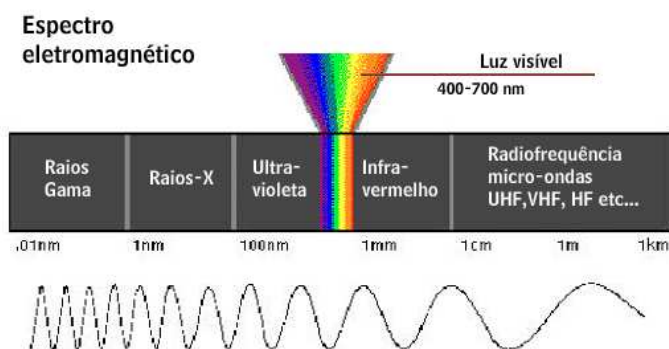
Pensamos no fóton como sendo um corpúsculo localizado de pura energia, um quantum, partícula de luz. Os quanta (o plural da palavra quantum é quanta) que caíram do nível 1 para o nível zero têm mais energia do que um que caiu do nível 3 para o nível dois. A frequência do fóton é diretamente proporcional a sua energia. Em notação matemática:

$$E \propto f$$

Quando uma constante de proporcionalidade  $h$  é introduzida, isto se torna uma equação exata.

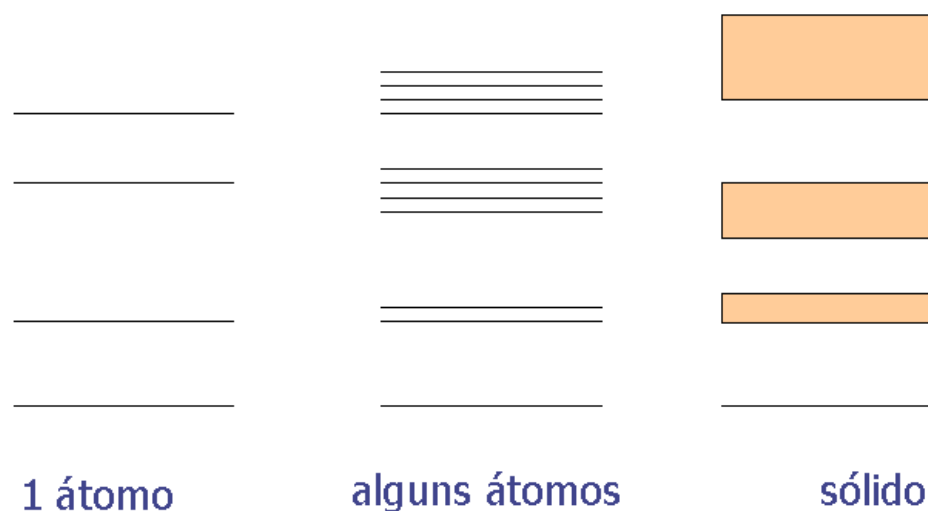
$$E = hf$$

Em que  $h$  é a constante de Planck (tem valor numérico igual a  $6,6 \times 10^{-34}$  J.s). Um fóton de um feixe de luz vermelho, por exemplo, carrega consigo uma quantidade de energia correspondente à sua frequência. Um outro fóton com frequência duas vezes maior possui duas vezes mais energia e é encontrado na porção ultravioleta do espectro. Se muitos átomos do material forem excitados, serão emitidos muitos fótons com frequências diferentes, correspondentes aos diversos níveis excitados. Essas frequências correspondem às cores características da luz que é emitida por cada elemento químico.



**Figura 17: Espectro Eletromagnético**  
Fonte: SARAIVA, 2011

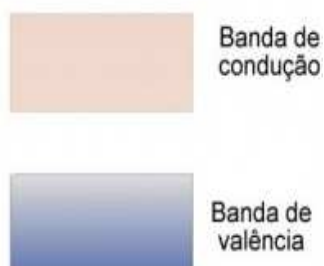
Até agora analisamos apenas o caso de um átomo isolado. Vamos ver o que acontece quando juntamos uma grande quantidade de átomos formamos uma rede cristalina que compõem os sólidos. Podemos, então, perceber que há uma interação entre elétrons dos átomos próximos criando outros níveis possíveis de energia para cada elétron. A soma destes vários níveis possível resulta em bandas, no interior das quais um elétron pode assumir vários valores de energia.



**Figura 18: Bandas de um sólido**  
 Fonte: SARAIVA, 2011

Observe a figura. Cada linha representa uma camada. A parte em cinza representa uma banda. A soma de várias camadas de átomos diferentes cria regiões onde o elétron não pode estar, ou seja, regiões onde a probabilidade de se encontrar um elétron é pequena. Estas regiões são chamadas de bandas proibidas já que nelas não se encontram elétrons.

As bandas mais externas de um átomo são responsáveis pelas ligações químicas e recebem nomes especiais. A banda mais externa é chamada banda de condução e a banda abaixo desta é chamada banda de valência. A diferença de energia entre estas duas bandas é muito importante. Ela determinará se o material será condutor ou isolante.

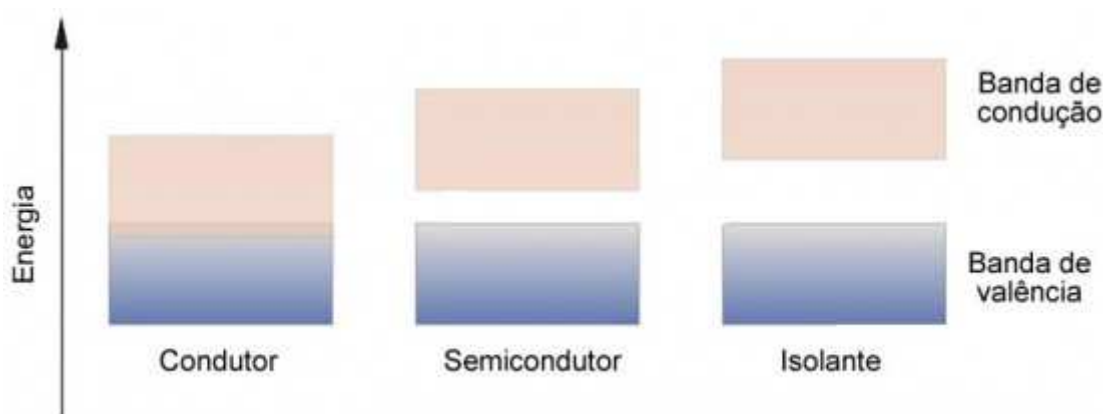


**Figura 19 : Bandas de Energia**  
 Fonte: SARAIVA, 2011

As bandas de condução e valência estão presentes em qualquer conjunto de átomos. Inicialmente, na banda de valência concentram-se os elétrons, e na de condução há um espaço vazio. Porém, nos condutores (metais) a diferença de energia entre essas bandas é nula e as duas se entrecruzam, permitindo então que os elétrons passem da banda de valência para a de condução, ou seja, nos metais as duas bandas possuem elétrons, sendo a de valência

totalmente cheia e a de condução parcialmente cheia, os elétrons neste nível fracamente ligados aos núcleos, por isso com grande mobilidade. O movimento destes elétrons na matéria é a corrente elétrica.

Nos isolantes é diferente, uma vez que a diferença de energia entre as duas bandas é muito grande, logo é necessário mais energia para levar o elétron a banda de condução. Sendo que, para um elétron saltar de uma banda para a outra é necessária certa quantidade de energia maior que a dos condutores.



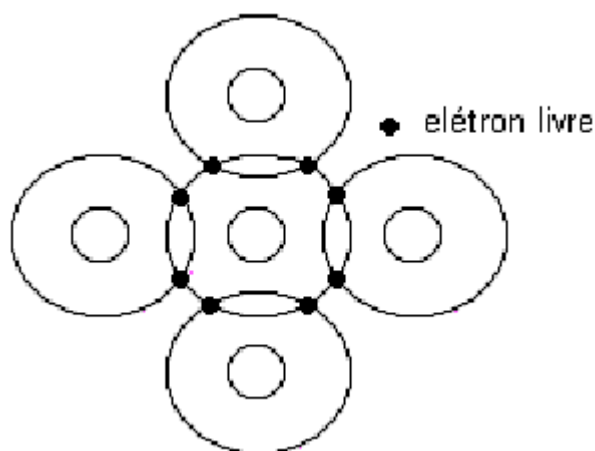
**Figura 20: Modelo de Bandas**  
Fonte: SARAIVA, 2011

Observando a figura do diagrama de energia dos condutores e isolantes podemos observar que em alguns materiais a diferença de energia entre as bandas de valências e condução não é tão grande quanto nos isolantes e não tão próximas quanto nos condutores. O grupo de substâncias que têm esta característica é chamado de semicondutores. Os elétrons destes materiais ao serem aquecidos ou receberem energia de um fóton conseguem energia suficiente para se deslocarem para a banda de condução e o material passa a se comportar como um condutor.

Os semicondutores, a exemplo do silício e do germânio, podem sofrer intervenção industrial conhecida como dopagem, que dá a eles características especiais de condutividade mesmo a temperatura ambiente.

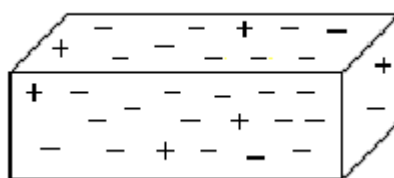
Este processo de dopagem dá origem a um semicondutor que recebeu átomos pentavalentes, ou seja, átomos que possuem cinco elétrons na camada de valência. Como exemplos de substâncias pentavalentes podemos citar o arsênio, o antimônio e o fósforo. Quando os átomos de impurezas se associam com os outros átomos, um dos elétrons da camada de valência, sobe para a banda de condução, porque ele só precisa de quatro elétrons na camada de valência para estabelecer a ligação covalente. Para cada átomo de impureza introduzido no cristal, aparecerá um elétron livre. Se forem introduzidos, por exemplo, 20

milhões de átomos de impurezas, o cristal terá 20 milhões de elétrons livres, sem contar os elétrons livres produzidos termicamente por causa da quebra de ligações covalentes.



**Figura 21: Átomo pentavalente**  
Fonte: MÁXIMO, 2006

Quando um cristal de silício puro é dopado com átomos pentavalentes, ele se transforma num semiconductor tipo N. Ele agora possui uma grande quantidade de elétrons livres e algumas lacunas proveniente da quebra de ligações covalentes. A sua condutividade agora é maior, por causa dos elétrons livres.

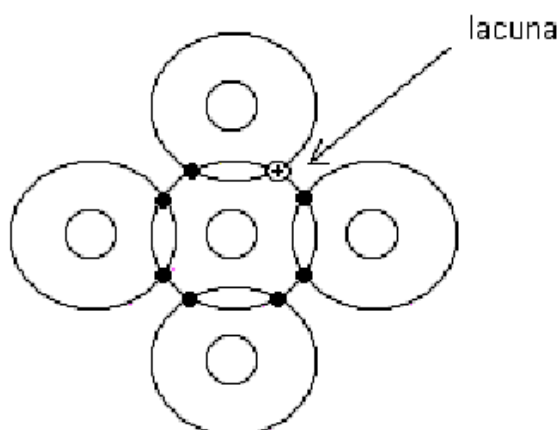


**Figura 22: Semiconductor tipo N**  
Fonte: MÁXIMO, 2006

Num semiconductor tipo N, os elétrons livres são chamados de portadores majoritários porque existe em maior quantidade, enquanto que as lacunas são chamadas de portadores minoritários por se encontrarem em menor quantidade.

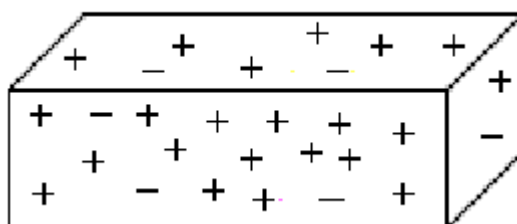
Embora cada átomo pentavalentes introduzido no cristal tenha um elétron que foi empurrado para banda de condução, este elétron continua a pertencer ao átomo, ou seja, eletricamente falando, o átomo continua neutro.

Um outro tipo de semiconductor é obtido através da injeção de átomos trivalentes no cristal puro. Como exemplos de impurezas trivalentes podemos citar o alumínio, boro e gálio. Como um átomo trivalente possui três elétrons na camada de valência, uma lacuna será criada quando o mesmo for se associar com os átomos vizinhos através da ligação covalente. Para cada átomo de impureza, aparecerá uma lacuna.



**Figura 23: Átomo de um semicondutor P**  
**Fonte: MÁXIMO, 2006**

Um cristal dopado com átomos trivalentes é um semicondutor tipo P. Ele possui uma grande quantidade de lacunas e alguns elétrons livres produzidos termicamente, devido à quebra de ligações covalentes. Neste caso, as lacunas são os portadores majoritários e os elétrons livres são os portadores minoritários.



**Figura 24: Semicondutor tipo P**  
**Fonte: MÁXIMO, 2006**

Da mesma forma que os elétrons livres no semicondutor tipo N aumenta a condutividade do cristal, o aumento do número de lacunas no semicondutor tipo P também aumenta a condutividade do cristal. A diferença é que no semicondutor tipo N, a condutividade aumenta na banda de condução e no tipo P, a condutividade aumenta na camada de valência, eletricamente falando, cada átomo de impureza no semicondutor tipo P, não ganhou nem perdeu elétrons, portanto continua eletricamente neutro.

Mas o que aconteceria se juntássemos um pedaço de material N a um pedaço de material P? A partir do momento do contato tem início um movimento de cargas na região, ou seja, há um movimento de elétrons da região N para a região P e de lacunas da região P para a região N. Esse movimento faz com que, após um certo intervalo de tempo, a região N na fronteira fique carregada positivamente e a região P, na fronteira, fique carregada

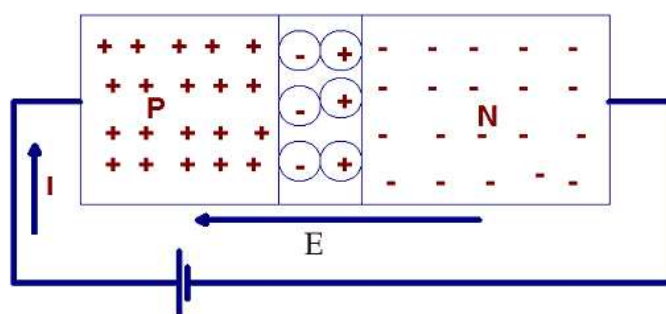
negativamente. Essa polarização cria um campo elétrico na região impedindo que novos portadores se desloquem pela fronteira.

Quando um semicondutor é ligado em um circuito podem ocorrer dois fenômenos: a corrente elétrica consegue atravessá-lo ou não. Se a corrente passa por ele dizemos que o diodo está ligado com polarização direta e quando a corrente não consegue atravessar o diodo dizemos que ele está com polarização inversa.

Mas porque a corrente passa em algumas situações e em outras não?

Vamos observar a ligação direta. Nela a Junção P está no lado positivo da bateria e a junção N no lado negativo.

Ao ligarmos o circuito os elétrons são atraídos pela região P e consegue atravessá-la. A corrente elétrica se estabelece pelo diodo.



**Figura 25: Diodo ligado diretamente**  
Fonte: MÁXIMO, 2006

Mas quando invertemos a polarização, ou seja, se aplica uma tensão negativa no anodo (região P) e positiva no catodo (região N), mais portadores positivos (lacunas) migram para o lado N e vice-versa, de modo que a largura da região de transição aumenta, elevando a barreira de potencial, não permitindo assim que haja corrente elétrica passando pelo diodo.

O professor pode usar um recurso computacional para visualizar a polarização direta e inversa do diodo. Esta animação está no formato Flash e mostra o que ocorre quando as regiões N e P se unem, a polarização direta do diodo e a polarização reversa.

Podemos observar que ao realizar o experimento do LED e da lâmpada observamos que o LED acende se ligado de uma certa polaridade e não acende se ligado quando a polaridade é invertida. Deste modo, podemos concluir que um LED é um diodo. Mas como um diodo pode emitir luz?

Vamos voltar ao modelo de bandas. Se ao fabricar as regiões N e P o fabricante utilizar elementos como o Gálio e Fósforo na dopagem do Germânio este diodo ganha uma

característica interessante. Quando o diodo está ligado diretamente os elétrons conseguem atravessar a região de fronteira e chegam até a região P. Ao fazer este salto os elétrons da região N estão em um nível de energia maior que as lacunas da região P e para ocupar este espaço terão que liberar energia. Como já vimos esta energia liberada é um fóton, que nada mais é que um pacote de luz. Por isso o LED emite luz.



Figura 26: Emissão de fóton por um LED  
Fonte: ROCHA, 2009

Deste modo, um LED é um pedaço de semiconductor colocado sobre um pequeno espelho que direcionará a luz produzida por ele.

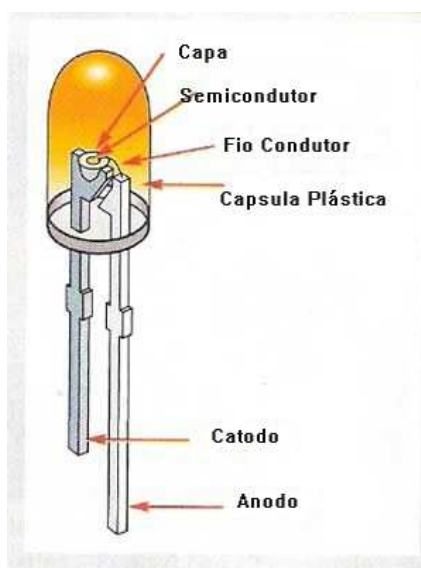


Figura 27: Partes que compõem um LED  
Fonte: ROCHA, 2009



A cor de um LED depende do cristal e da impureza de dopagem com que o componente é fabricado. Hoje em dia, com o uso de materiais diversos, consegue-se fabricar LEDs que emitem luz azul, violeta e até ultravioleta. Existem também os LEDs brancos, mas esses são geralmente LEDs emissores de cor azul, revestidos com uma camada de fósforo do mesmo tipo usado nas lâmpadas fluorescentes, que absorve a luz azul e emite a luz branca. Com o barateamento do preço, seu alto rendimento e sua grande durabilidade, esses LEDs tornam-se ótimos substitutos para as lâmpadas comuns, e devem substituí-las a médio ou longo prazo.

A pergunta final, sobre as vantagens de utilização do LED, permite mostrar aos alunos como o desenvolvimento de novas tecnologias pode melhorar a qualidade de vida da população. Uma lâmpada de LED tem uma vida útil muito maior que uma lâmpada convencional e consome menos energia, já que converte praticamente toda a energia elétrica que recebe em luz, enquanto a lâmpada convencional converte grande parte na energia em calor e uma pequena parte em luz:

- a) para entender melhor o funcionamento da TV de tubo, sugerimos o livro 3 da coleção GREF;
- b) para entender o funcionamento da TV a plasma, sugerimos um texto da Revista Física na Escola, volume 9, número 1 de 2008 - Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver.

### **Atividade 03:**

#### **Textos de apoio e bibliografia de aprofundamento:**

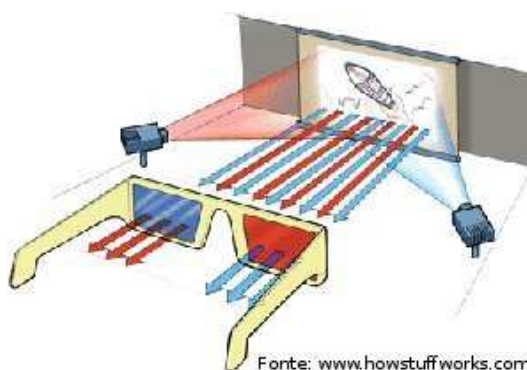
- a) um experimento muito interessante sobre a polarização da luz. Este site apresenta como demonstrar este fenômeno usando pedaços de plásticos e um retroprojektor;
- b) uma sugestão para entender internamente como funciona uma TV de LCD é um vídeo do you tube. O vídeo é formado de duas partes de 8 minutos cada uma. O professor poderá baixá-lo da Internet em um computador ou apresentá-lo online. Na parte inicial do vídeo o apresentador explica o que será mostrado no vídeo. O vídeo está em espanhol mas as imagens são bem interessantes;
- c) sugerimos como consulta o blog de um técnico em TVs. Este site responde algumas questões interessantes sobre o funcionamento das TVs. Exemplo: O que é efeito de arraste, o que é luz de fundo, porque uma TV tem mais contraste que a outra [...];

d) alguns alunos após estudarem as atividades podem perguntar como funcionam as TVs 3D. O texto abaixo explica o funcionamento destes óculos, comparando a nova tecnologia aos antigos com lentes azuis e vermelhas.

### Como funcionam os óculos 3D usados no cinema?

Existem vários sistemas para que se obtenha a sensação de tridimensionalidade. Entenda como funcionam os mais conhecidos:

O sistema que usa os óculos de duas cores é chamado de Anáglifo. Usam-se filtros de cores complementares, como vermelho e azul ou vermelho e verde. A imagem apresentada, por exemplo, em vermelho não é vista pelo olho que tem um filtro da mesma cor, mas se vê a outra imagem em azul ou verde.

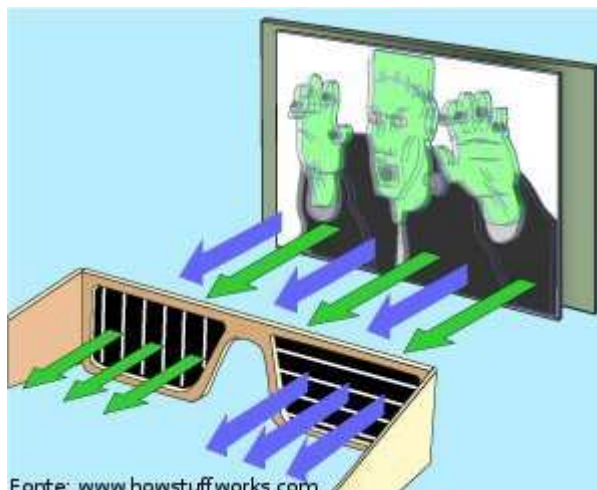


Fonte: [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com)

**Figura 28: Óculos com filtros azul e vermelho**  
**Fonte: FARIAS, 2011**

Este sistema, por seu baixo custo, emprega-se sobretudo em publicações e também em monitores de computador e no cinema. Apresenta o problema da alteração das cores, perda de luminosidade e cansaço visual após um uso prolongado. Normalmente o filtro vermelho usado no olho esquerdo e o azul no olho direito.

Os novos óculos usam a polarização para formar mais de uma imagem. Utiliza-se a luz polarizada para separar as imagens da esquerda e da direita. O sistema de polarização não altera as cores, ainda que ocorra uma certa perda de luminosidade.



**Figura 29: Óculos 3D**  
**Fonte: FARIAS, 2011**

Usa-se tanto em projeção de cinema 3D como em monitores de computador com telas de polarização alternativa. Hoje em dia é o sistema mais econômico para uma qualidade de imagem aceitável.

Basicamente o que fazem esses óculos é absorver grande parte da luz refletida sobre superfícies horizontais, como a superfície de um lago, da pista de esqui ou do solo no caso de um piloto de avião.

Pode-se comprovar sua eficácia se, depois de olhar a superfície, giramos os óculos em um ângulo de  $90^\circ$ . Nestas condições, estamos fazendo que o eixo de transmissão dos óculos coincida com a direção do campo elétrico refletido pela superfície, de modo que estaremos recebendo essa luz, e poderemos comprovar que se transmite maior quantidade de luz através dos óculos.

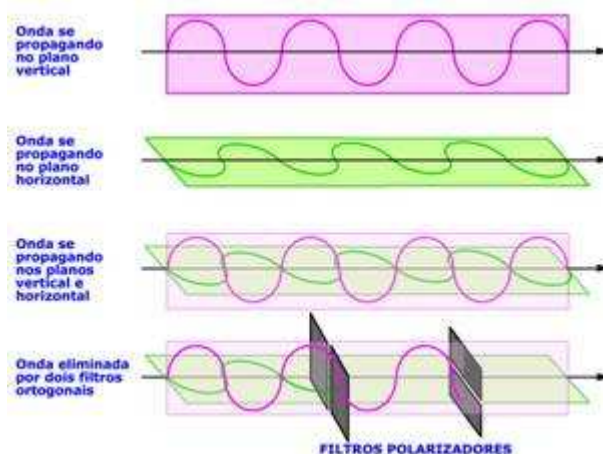
O professor poderá obter mais informações sobre óculos 3D, ver Wilson (2012).

#### **Atividade 04:**

Textos de apoio e bibliografia de aprofundamento:

Polarização da Luz:

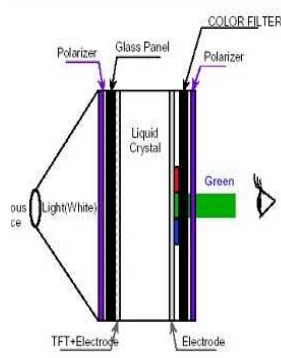
A luz é uma forma de energia que se propaga em ondas que oscilam em diversos planos. E que podemos fazê-la oscilar em um único plano obrigando-a a atravessar um filtro polarizador. Veja, na figura 25, uma onda decomposta apenas nos planos vertical (onda carmim) e horizontal (onda verde).



**Figura 30: Onda luminosa atravessando filtros ortogonais**

Fonte: NUNES, 2009

Podemos observar, na parte de baixo da figura, o que acontece quando fazemos esse feixe luminoso atravessar dois filtros polarizadores ortogonais, ou seja, dispostos em ângulo reto. Na parte esquerda da figura a onda oscila em todos os planos (só são mostrados os planos horizontal e vertical, mas ela oscila em todos os demais, como vimos na última coluna). Quando a onda atravessa o primeiro filtro, situado na vertical, os componentes da onda que oscilam nos demais planos são retidos, atravessando o filtro apenas o componente que oscila no plano vertical. Mas logo adiante há um outro filtro, esse situado na horizontal. Como o único componente que chega até ele oscila no plano vertical, não consegue atravessá-lo. O resultado é que a onda luminosa é inteiramente absorvida pelo conjunto dos dois filtros. Um observador situado à direita da imagem, olhando para a fonte de luz, não verá absolutamente nada. A combinação dos dois filtros ortogonais extingue o raio luminoso.



**Figura 31: Parte de uma TV de LCD**

Fonte: VIEIRA, 2011

A TV de LCD, como a TV a plasma, também é um grande sanduíche. No fundo temos tubos de lâmpadas fluorescentes, um polarizador vertical, duas placas de vidro com o cristal líquido no seu interior, um polarizador horizontal e um filtro com pontos coloridos na parte frontal. Junto de cada uma das placas que formam o sanduíche há eletrodos, como acontece na TV a plasma. Vamos observar agora como a luz atravessa este sanduíche.

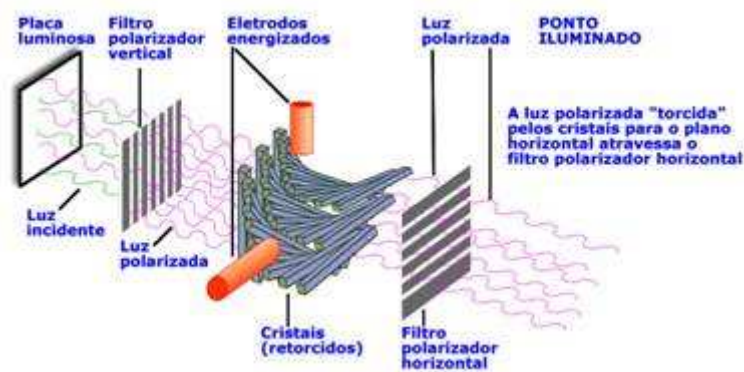


**Figura 32: Esquema de uma tela de cristal líquido**  
**Fonte: NUNES, 2009.**

Examine o que ocorre na figura acima quando a luz tenta atravessar a tela de LCD. A camada do fundo emite luz, que é polarizada pelo primeiro filtro em um plano vertical. Este feixe de luz polarizada atravessa a camada de cristal líquido, cuja estrutura se dispõe também no plano vertical, e se propaga até o próximo filtro polarizador. Mas como este filtro só deixa passar a luz que vibra no plano horizontal, o feixe luminoso não o atravessa. Quem olha de frente para este ponto da tela vê apenas um ponto negro, pois toda a luz emitida pela placa luminosa foi retida pelos dois filtros polarizadores ortogonais.

Quando queremos acender um pequeno ponto na tela de LCD, temos que criar neste ponto uma ddp, do mesmo modo que ocorre na TV de plasma. Ao fazer isso, a ddp muda o arranjo das moléculas do cristal líquido e estas giram uns em relação aos outros. Na primeira o cristal está arranjando de forma natural, sem que haja nenhuma ddp entre as placas. Mas quando o cristal for submetido a uma ddp este sofre uma torção.

Na figura abaixo mostramos como a luz vai se comportar ao atravessar um cristal líquido “torcido”. Observe que a luz passa pelo filtro vertical e é desviada agora pelas moléculas do cristal líquido, que agora está retorcido por ter estar submetido a uma ddp. O cristal “torce” a luz e esta consegue atravessar o polarizador horizontal.



**Figura 33: Esquema da tela com os eletrodos energizados**  
**Fonte: Nunes, 2009**

A luz incidente atravessa o primeiro filtro polarizador, do qual sai oscilando apenas no plano vertical, e penetra na camada de cristal líquido. Porém o cristal líquido, como a maioria dos cristais, é capaz de conduzir a luz. E, a medida que sua estrutura vai se retorcendo, o plano de oscilação da luz polarizada segue acompanhando esta torção. O resultado é que ao deixar a camada de cristal líquido, o plano de polarização da luz sofreu uma torção de noventa graus. Ao deixar a camada de cristal líquido a luz polarizada oscila no plano horizontal e pode, portanto, atravessar o segundo filtro. Quem olha de frente para este ponto da tela vê um ponto iluminado, pois agora a luz emitida pela placa luminosa consegue atingir a superfície da tela. Se a tensão aplicada aos eletrodos for removida, os cristais voltam à sua condição natural, a luz polarizada que atravessa a camada de cristal líquido volta a oscilar no plano vertical e o ponto se “apaga”.

Uma tela de cristal líquido é formada por milhares de minúsculos pontos como o acima descrito. O tamanho de cada ponto e o número de pontos dependem de dois fatores: as dimensões e a resolução da tela. Para telas de mesmas dimensões, quanto maior a resolução menor será o tamanho de cada ponto e melhor a qualidade da imagem.

A TV de LED:

Apesar de ser apresentada como uma TV de nova tecnologia, a TV de LED funciona de maneira muito semelhante a TV de LCD. A principal diferença entre elas é a luz de fundo. Na TV de LCD a luz é produzida por lâmpadas fluorescentes colocadas na parte traseira e na TV de LED a luz de fundo é feita por pequenas lâmpadas de LED. O funcionamento dos cristais e dos polarizadores é o mesmo nas duas TV.

As TVs de LED consomem menos energia que as TVs de LCD. Nas TVs de LED, essa tecnologia é usada para iluminar a tela de cristal líquido por meio de inúmeros bulbos de luz que podem ser ligados e desligados de acordo com a intensidade de cor necessária em uma determinada imagem, proporcionando mais clareza, contraste e reprodução de cores.

Existem duas maneiras de usar LED para iluminar a tela de uma TV de LED. Colocando-os em toda a parte traseira da tela, como um painel (iluminação direta ou direct lit), ou posicionando-os nas bordas na tela (iluminação de perímetro ou edge lit). As duas técnicas usam menos energia do que as TVs a plasma e de LCD de tubos fluorescentes. A principal vantagem da iluminação direta de LED é que ela pode ser usada para aumentar os níveis de contraste ao desligar os bulbos selecionados, aumentando a quantidade de preto em partes da imagem. Os LEDs são usados em todo o painel, que pode ser dividido em pequenos segmentos controlados independentemente. Isso possibilita que algumas partes da tela fiquem muito escuras, enquanto outras permanecem muito claras.



**Figura 34: Partes de uma TV de LED**  
Fonte: NUNES, 2009

No caso da questão do consumo de energia nos retângulos desenhados nas telas. O maior consumo de energia ocorre na TV de LCD já que toda a luz de fundo fica acesa. A TV de LED ficará com todos os seus LED apagados consumindo menos energia.

No estudo do funcionamento das TVs observamos que há situações em que a luz se comporta como partícula e situações em que ela se comporta como onda. Um exemplo de comportamento da luz como onda é o fenômeno da polarização que aparece nas TV de LCD e

LED. Só uma onda poderia sofrer polarização. Mas quando um fóton atinge um elétron da camada de fósforo que reveste as TVs a Plasma e de tubo ele se comporta como partícula.

#### DUALIDADE:

Vimos que a luz pode se comportar de duas maneiras diferentes como fóton com propriedades de uma partícula quando estiver sendo absorvido ou emitido por um átomo, e ao se propagar se comporta como uma onda eletromagnética. Este fenômeno é chamado de dualidade onda-partícula.

No dia-a-dia lidamos com ondas e partículas e sabemos que há muita diferença entre elas. Todos nós estamos familiarizados com o comportamento das partículas materiais. Quase todos os objetos que vemos à nossa volta comportam-se como partículas no sentido clássico, e seu movimento é determinado pela Física Clássica. Têm diferentes formatos, mas é possível prever seu movimento e aplicar as leis de Newton. Uma partícula tem uma posição, velocidade e massa definida. Outra característica das partículas é que estas podem ser contadas.

As ondas, por outro lado, são mais indefinidas. Uma onda é um distúrbio em movimento, as ondas se espalham por uma região do espaço formando um padrão que muda e se movimenta com o tempo. A energia de movimento de nenhum objeto físico vai a algum lugar descolado do mesmo, mas o padrão do distúrbio que caracteriza a onda (energia da onda) muda de posição. As ondas têm frequência, comprimento de onda, amplitude e velocidade de propagação. O comprimento e a frequência da onda descrevem o padrão como um todo, mas não há um lugar para o qual se pode apontar e identificar como a posição da onda. A onda em si é uma perturbação que se espalha no espaço.

As ondas têm outra característica: a difração. Quando uma onda alcança uma barreira que tem uma abertura, como a parede que tem a porta aberta, elas sofrem um desvio elas se espalham por uma gama diferente de direções. Ocorrerá uma curvatura na frente de onda. O grau de difração depende do comprimento de onda da luz em relação ao tamanho da fenda que ela terá que atravessar. A difração é bastante acentuada quando a onda atravessa uma fenda cujo tamanho é da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda.

As ondas de som quando encontram um obstáculo, como uma cadeira sofrerão difração em torno desse obstáculo, desde que o objeto não seja muito maior do que o comprimento de onda. Por isso é necessário uma parede muito alta para abafar um som alto. As ondas de som no ar têm comprimento de onda de 1m, aproximadamente, próximo ao tamanho dos objetos comuns: portas, janelas [...] Como resultado, as ondas se espalham muito, motivo pelo qual podemos ouvir sons até mesmo dando a volta por cantos apertados.



As ondas de luz, por outro lado, têm um comprimento de onda muito pequeno – menos de um milésimo de 1 mm. Quando as ondas de luz encontram obstáculos corriqueiros, dificilmente se curvam, de modo que os objetos sólidos projetam sombras escuras. Uma pequeníssima difração ocorre bem na beira do objeto, motivo pelo qual as beiradas das sombras são sempre indefinidas.

Mas nem sempre a luz se comporta como onda. A luz quando atinge um elétron se comporta como uma partícula, ou seja, a interação de um fóton de luz e um objeto em repouso se parece com uma colisão entre duas partículas: o objeto em repouso ganha alguma energia.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após elaborarmos e aplicarmos a proposta de ensino, concluímos que esta pesquisa nos permitiu conhecer um pouco mais sobre as possibilidades de inserção de temas de FMC em nível médio.

Este trabalho começou com uma proposta de ensino que abordasse temas relacionados às radiações. Procurávamos buscar no tema radiação solar fenômenos físicos relacionados a FMC que pudessem ser utilizados em nossa proposta de ensino. Acreditávamos que o tema seria de interesse dos alunos e poderíamos explicar porque devemos usar filtro ou protetor solar, o que representa fator de proteção[...] Infelizmente tivemos muita dificuldade em encontrar bibliografias sobre o tema e como o nosso conhecimento em Biologia era limitado, tivemos dificuldade nestas leituras. Foi após a realização da pesquisa sobre o interesse dos professores do Ensino Médio que surgiu a ideia de explorar as telas de TV como tema para a proposta de ensino. Mesmo assim as dificuldades com as leituras não foram poucas, alguns textos eram muito técnicos e outros muito superficiais.

Para criar as atividades foi muito importante a aplicação na etapa inicial a uma turma do terceiro ano do ensino médio. Eles ficaram interessados com o tema e curiosos e participaram ativamente das atividades. Foi a partir dos questionamentos feitos pelos alunos que criamos os temas das atividades. A partir daí foi necessário pesquisar os conceitos físicos envolvidos em cada uma das atividades e estruturá-las de modo que fossem problematizadoras e elaborando-as a partir dos três momentos de Delizoicov e outros (2011). Não tivemos a preocupação de em cada atividade escrever quais questões estavam relacionadas com o momento 1, momento 2. Apenas em seguir a sequência: problematização inicial, sistematização de conceitos e generalização.

Para avaliar e validar a nossa proposta foi essencial a participação da professora que utilizou a proposta de ensino em suas aulas. Esta professora trabalha com a autora da proposta há alguns anos e tem um habilidade para trabalhar atividades diferenciadas como texto e atividades investigativas em sala de aula. Ela nos mostrou os pontos de maior interesse dos alunos e quais pontos ainda não estavam claros. Nesta fase, notamos que a proposta seguiu uma tendência problematizadora dos temas e foi possível constatar isso pelos comentários, entusiasmo e participação dos alunos. Analisando os discursos dos participantes, concluímos que os temas propostos poderiam despertar maior envolvimento do aluno com os conceitos ali tratados.

A reestruturação da proposta tornou o texto mais claro, já que criamos uma estrutura padrão para todas as atividades. A avaliação feita pelos alunos não deixou claro se houve ou não aprendizagem de conceitos de FMC. As respostas mostram que os alunos apresentavam algum conhecimento dos termos, mas não ficou claro se eles conseguiriam utilizar estes termos em outras situações. Não ficou evidente se houve a generalização dos conceitos.

Após reestruturar a sequência de ensino, a orientadora deste trabalho, sugeriu que a proposta de ensino fosse apresentada em forma de seminário a uma turma de alunos do curso de Mestrado em Ensino de Física da PUC Minas, todos professores de Física de nível médio e/ou superior. A proposta foi apresentada aos alunos e ao final pedimos que os alunos criticassem as atividades e fizessem considerações sobre as atividades. De modo geral, os alunos gostaram muito da proposta e fizeram críticas positivas ao material. Eles consideraram que os alunos gostariam de ter aulas sobre o tema e me pediram que disponibilizasse para eles o material da proposta para que pudessem utilizar em suas aulas. Há até uma possibilidade de aplicação do material em diferentes segmentos de ensino para comparar os resultados e apresentar o consolidado em um evento científico.

Voltando a revisão bibliográfica feita no início deste trabalho, observamos que a professora tinha pouco conhecimento dos conceitos propostos na sequência didática mostrando que há necessidade de investimentos na formação inicial e continuada do professor de Física. Esta observação vai ao encontro de uma das dificuldades apresentadas pelas pesquisas em Ensino de Física. Disciplinas de FMC devem fazer parte do currículo das faculdades e devem, ainda, promover a reflexão de como os futuros docentes devem abordar estes temas em nível médio.

Nesta dissertação limitamo-nos a pesquisar alguns conceitos de FMC, por entender que a inserção destes no espaço escolar, por si só, já implica em explorar um terreno ainda desconhecido. Sabemos que os poucos temas escolhidos para criar esta proposta não mostram a grandiosidade e a beleza da FMC e acreditamos que novas propostas, envolvendo outros conceitos devem ser desenvolvidas a fim de mostrar aos alunos a importância do desenvolvimento da Física e sua relação com o nosso cotidiano.

Neste trabalho não procuramos encontrar a resposta de como inserir FMC no Ensino Médio, ao contrário, acreditamos que as argumentações desenvolvidas aqui servirão como subsídio para que outras formas de abordagens sejam pesquisadas e divulgadas no sentido de auxiliar o professor de Física do Ensino Médio na tarefa de transformar a sua atuação docente no espaço escolar.

## REFERÊNCIAS

- ALVETTI, Antônio. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista ciência hoje**. 1999. Dissertação de mestrado em Faculdade de Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- ANGOTTI, José André et al. Educação em física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.7, n.2, p. 183-197, 2001.
- ARAÚJO, Eduard et al. O uso do experimento no ensino de física: Tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória – ES. **Anais ...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2009. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0463-1.pdf>>. Acesso em 05/06/10.
- ARRUDA, Michel. Laboratório caseiro de física moderna. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. São Paulo, v.12, n.3, P.8-15, 2004.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. PCNEM+ **Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.
- BRECHT, Berlot. **Vida de Galileu**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2ª edição, 1991.
- BROCKING, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna. **Investigação em Ensino de Ciências**. São Paulo, v.14, n.6, p.89-93, 2005.
- CARUSO, Francisco. Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 2. p. 30-38, 2009.
- CARVALHO, Rodolfo Alves de; FREIRE Olival; ROCHA, José Fernando Moura. Revelando o caráter determinístico da mecânica quântica – uma ponte para o ensino de física moderna no segundo grau. **Ideação**, Feira de Santana, v.3, n.1, p. 51-68, mar, 1999.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; BENEDETTO, Alessandra di. Instrumentação em física moderna para o ensino médio: uma nova técnica para a análise quantitativa de espectros. **Revista Brasileira Ensino de Física**, São Paulo, v.21, n.3, p.98-104, 1999a.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida. O ensino de uma nova física e o exercício da cidadania. **Revista Brasileira Ensino de Física**, São Paulo, v.21, n. 4, p. 65-76, 1999b.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida et al. O uso da internet na compreensão de temas de física moderna para o ensino médio. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, v.23, n.1, p. 86-98, 2001.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida. Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Bras. Ens. Fis.** Florianópolis, v.23, n.3, p. 9-17, 2004.

CATELLI, Francisco; LAZZARI, Fernanda.. Interferência da Luz: Uma Versão Simplificada do Espelho de Lloyd. **Revista Física na Escola**, São Paulo v. 5, n. 2, p. 65-75, 2004.

CALONNI Gilberto; DAMASIO, Felipe. Plasma: dos antigos gregos a tv que você quer ter. **Revista Física na Escola**, São Paulo, v.9, n.1, p. 12-19, 2008.

CRUZ, Fernando de Souza. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.4, n.3, p.89-101, 1987

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1989.

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, José André. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, José André. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, Nardi et al. Laboratório Virtual de Física Nuclear. **Revista Brasileira Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.2, p. 8-15, 2002.

FILGUEIRA, Sergio Silva; SOARESB, Marlon Helbert. O lúdico no ensino de física: elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com temas de física moderna, 2008. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória – ES. **Anais ...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2009. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0269-1.pdf>. Acesso em 10 de Agosto de 2010.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.2, p. 56-63, 2003.

FERNANDES, Roberto. Pesquisas sobre o estado da arte em educação em ciências: uma revisão em periódicos científicos brasileiros. 2007. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2007, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2007. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/vi/sys/resumos/T0459-1.pdf>. Acesso em 15 de Novembro de 2011.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1975.

FREIRE, Paulo. **Papel da educação na humanização**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1971.

FREIRE, Paulo; HORTON, Myles. **O caminho se faz caminhando: conversas sobre educação e mudança social**. Petrópolis: Vozes, 2002.

GIL, Dias Peres; SENENT, Fabs; SOLBES, Josue. Análisis crítico de la introducción de la física moderna en la enseñanza media. **Revista De Enseñanza De La Física**, Rosario, v. 2, n. 1, p. 16-21, 1988.

GILVANDENYS, Leite Sales et al. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, v.8, n.2, p.67, 2008.

GOMES, Paul et al. Aplicação de espectroscopia no ensino de física moderna. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, v.18, n.1, p. 54-65, 1996.

GRECA, Maira Ileana. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino médio da mecânica quântica introdutória. **Investigação em Ensino de Ciências**. São Paulo, v.20, n.3, p. 34-37, 2001.

GUERRA, Andreia. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira Ensino Física**. São Paulo, v.21, p. 112-123, 2007.

HILGER, Taís Rafaela et al. Estudo de representações sociais sobre física quântica. 2009. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2009, Ponta Grossa. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2007. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/sys/resumos/T987-7.pdf>. Acesso em 5 de Outubro de 2011.

KARAM, Ricardo Avelar et al. Tempo relativístico no início do ensino médio. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, v.16, n.3, p. 45-53, 2006.

KOHLEIN, Janete Kellen; PEDUCCI, Luiz. Relatividade restrita uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

LANG, Fernando Oliveira. Uma dificuldade recorrente em óptica geométrica - uma imperceptível descontinuidade de imagem na lupa. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, v.28, n.4, p. 76-84, 2006.

LOBATO, Tereza; GRECA, Maria Ileana. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física no ensino médio. **Revista Ciência e Educação**, São Paulo, v.11, n.1, p.23-32, 2004.

LOCH, Juliana; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Física moderna e contemporânea no planejamento dos professores de física das escolas públicas do estado do Paraná. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2009, Vitória. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2009. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/vi/sys/resumos/T678-3.pdf>. Acesso em 15 de Novembro de 2011.

MACHADO, Deise; NARDI, Ricardo. construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Brasileira Ensino Física**. São Paulo, v.16, n.1, p.54-62, 2006.

MONTEIRO, Marco; NARDI, Ricardo. Tendências das pesquisas sobre o ensino da física moderna e contemporânea. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2007, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2007. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/vi/sys/resumos/P983-1.pdf>. Acesso em 10 de Maio de 2011.

NETA, Miguel. **Espectro do átomo de Hidrogênio**. Disponível em: [http://search.babylon.com/imageres.php?iu=http://www.fisicaequimica.net/luz/seriesdoh.jpg&ir=http://www.fisicaequimica.net/atomo/espectrodohidrogenio.htm&ig=http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSiX8IUWjINVgbO26hyZFdn7dAtGzcP8VDdAiX1QuJU8exc\\_ONFIEyt4w&h=300&w=400&q=atomo hidrogenio&babsrc=HP\\_Prot](http://search.babylon.com/imageres.php?iu=http://www.fisicaequimica.net/luz/seriesdoh.jpg&ir=http://www.fisicaequimica.net/atomo/espectrodohidrogenio.htm&ig=http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSiX8IUWjINVgbO26hyZFdn7dAtGzcP8VDdAiX1QuJU8exc_ONFIEyt4w&h=300&w=400&q=atomo hidrogenio&babsrc=HP_Prot). Acessado em 22 de fevereiro de 2012.

NUNES, Willian. **Blog da TV Digital**. 2009. Disponível em: <http://www.tvglobodigital.com/blog/2009/10/15/plasma-ou-lcd-ou-led-ou-oled-ou-tv-de-tubo-qual-a-melhor-opca-do-momento/>. Acessado em 14 de Junho de 2011.

OLIVEIRA, Renato José de. A crítica ao verbalismo e ao experimentalismo no ensino de química e física. **Química Nova**. São Paulo, v. 15, n.1, p.118-123, 1992.

OLIVEIRA, Fábio Ferreira; VIANNA, Deise Miranda . O ensino de física moderna, com enfoque cts: um tópico para o ensino médio – raios x. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2006, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2006. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xvi/sys/resumos/T456-1.pdf>. Acesso em 4 de Outubro de 2011.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. Tópicos de física contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica delphi. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 1998, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 1998. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/vi/sys/resumos/T956-2.pdf>. Acesso em 23 de Novembro de 2011.

OSTERMANN, Fernanda et al. Um texto para professores sobre supercondutividade. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, v.20, n.3, p.127-132, 1998.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Carla. Física moderna no ensino médio: elaboração de material didático em forma de poster sobre partículas elementares. **Revista Brasileira Ensino Física**, Florianópolis, v. 16, n.3, p.76-87,1999.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e a formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 23, p. 23-28, 2001.

OSTERMANN, Fernanda ; RICCI, Terra. 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**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 83-102, 2004.

PAULO, Celso Ferrari de. **Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio**. 1997. Dissertação da Faculdade de Educação da UFT, Cuiabá.

PEDUZZI, Luiz Oliveira; BASSO, Andreza. Para o ensino do átomo de bohr no nível médio. **Revista Brasileira Ensino Física**, São Paulo, vol.27 n°4, p. 34-45, 2005.

PENA, Luís Alves. Sobre a pesquisa em ensino de física na sala de aula: uma análise de relatos de experiências didáticas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 83-102, 2006.

PEREIRA, Antônio; OSTREMANN, Fernanda. Uma análise da produção acadêmica recente sobre o ensino de física moderna e contemporânea no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE FÍSICA, 2007, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2007. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/vi/sys/resumos/T5089-1.pdf>. Acesso em 17 de Janeiro de 2011.

PEREIRA, Sandra Oliveira. **Raios cósmicos: introduzindo física moderna no 2º grau**. 1997. Dissertação Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP, São Paulo.

PINTO, Antônio Custódio, ZANETIC, João. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.

RAMOS, Marise Nogueira. **A Pedagogia das Competências: autonomia ou adaptação?** São Paulo: Cortez, 2001.

ROCHA, Ingrid Ribeiro et al. Einstein como mito: a visão dos alunos do ensino médio. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2009, Vitória. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2009. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/O876-1.pdf>. Acesso em 15 de Novembro de 2011.

SAMAGAIA, Rafaela; PEDUZZI, Luiz Oliveira. Uma experiência com o projeto manhattan. **Revista Ciências & Educação**. São Paulo v.3, n.2, p.34-38, 2004.

SANTOS, Ricardo Barbosa. Relatividade restrita com o auxílio de diagrama. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 68-75, 2006.

SANTOS, Widson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem c-t-s (ciência – tecnologia – sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, v. 2, p. 3 -9, 2002.

SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Espectroscopia**. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>>. Acessado em 23/02/2011.

SILVA, Monica Ribeiro da. **Currículo e competências: a formação administrada**. São Paulo: Cortez, 2008.

STUART, Neusa. O uso da pesquisa em ensino de física na prática docente. **Revista Brasileira Ensino Física**. vol.23, nº3, São Paulo, 2001.

STUART, Neusa. Revistas de ensino de física: prática e formação docente. In: SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade brasileira de Física, 2005. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T5433-1.pdf>. Acesso em 5 de Novembro de 2011.



SUN, Lan.Tau; LAU, Ken. Sixth-form physics in hong kong. **Physics Education**. Bristol/UK, IOP, v. 3,1 n. 3, p.35-46, 1996.

TERRAZAN, Eduardo Adolf. A inserção de física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v.28, n.2, p.78-83, 1992.

TERRAZAN, Eduardo Adolf. **Perspectivas para inserção da física moderna na escola média**. 1994. Tese de Doutorado Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo.

TORRE, Alvaro. Reflexões sobre la enseñanza de la física moderna. **Educación en Ciências**, Barcelona, v. 2, n. 4, p. 70-71, 1998.

TRIVIÑOS, Augusto. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALADARES, Eduardo Campos; MOREIRA, Marco Antônio. 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, 1998.

VIERA, Anderson. **TV LED: Como funciona?**. Disponível em: <<http://ladogeek.com.br/?p=467>>. Acessado em 25/06/2011.

VIET Eliane Angela et al. O efeito fotoelétrico no 2º grau via computador. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.13, n.2, p.119, 1987.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Análise quantitativa da pesquisa com professores do Ensino Médio

Questão 01:

Você acha importante ensinar temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio? Por quê?

As respostas a esta questão foram inicialmente classificadas em dois grupos: os professores que responderam que a FMC deve ser inserida em nível médio e os professores que responderam que não deve ocorrer a inserção. A resposta a esta questão foi praticamente unânime. Dos entrevistados apenas um deles (1,9 %) respondeu que é parcialmente a favor da inserção de FMC. Este professor acredita que a quantidade de conteúdos contemplados pela Física Clássica é extensa, não sobrando tempo para mais conteúdos de Física.

Resposta dada pelo professor P-21: “Parcialmente, já que temos tantos conteúdos da Física Clássica que não conseguimos abordar.”

Quanto às justificativas, do total de respostas a favor da inserção (53 questionários) 47% consideraram que a inserção de FMC deve ocorrer para que os alunos possam entender fenômenos relacionados ao seu cotidiano, sendo que alguns citaram a importância destes para a interpretação de textos sobre assuntos tecnológicos. As respostas que contemplaram mais de um aspecto foram avaliadas em mais de uma categoria.

Resposta professor P-17: “Acho sim. É importante que todos tenham ideia de como a ciência está atualmente e com ela está mudando. Principalmente a parte da ciência com a tecnologia que está presente na vida de todos.”

Resposta professor P-36: “Penso que uma das vantagens do ensino de temas de FMC é a possibilidade de despertar nos alunos um maior interesse pela ciência, através da discussão de assuntos mais cativantes do que os temas tradicionais. Por via reflexa, esse maior interesse dissemina a importância e os benefícios da ciência, enfraquece a proliferação das “pseudociências” e atrai jovens para as carreiras de pesquisa. Por fim, conceitos de FMC, e as novas tecnologias dela provenientes, estão cada vez mais presentes nas mais diversas atividades humanas. Abordar esses conceitos no ensino médio pode desenvolver nos alunos habilidades e competências importantes para compreender e lidar com essas tecnologias, além de auxiliá-los a posicionar-se criticamente diante das mudanças decorrentes dos avanços tecnológicos.”

Questão 02:

Quais são os temas/conteúdos de FMC que você acha que devem ser ensinados no Ensino Médio? Por que?

A tabela abaixo apresenta a frequência relativa obtida em cada categoria. Os valores foram arredondados. Algumas respostas tiveram que ser classificadas em mais de uma categoria. A tabela abaixo apresenta a frequência relativa das respostas a esta questão:

TABELA 4 - Distribuição de frequências sobre os temas

Categoria	% respostas
Temas relacionados a Física Médica/ Física Atômica e Nuclear	43%
Temas relacionados a Cosmologia	31%
Temas sobre Relatividade	22%
Temas de Física Moderna	4%

Fonte: Elaborada pela autora

Na primeira categoria classificamos as respostas que citaram temas como Raios-X, tomografias, radioterapia e radioatividade. Como em algumas respostas os professores colocaram apenas a palavra radioatividade sem especificar se utilizada na área médica, na geração de energia ou construção de artefatos bélicos, tivemos que criar esta grande categoria. Apresentamos exemplos de respostas típicas:

Resposta professor P-21: “Radioterapia e o estudo dos Raios-X. Acho importante os alunos entenderem como a radioatividade pode afetar a nossa saúde.”

Resposta professor P-47: “Radioatividade, fissão e fusão nuclear. Em minha opinião, são vistos como “tabus”, verdadeiros vilões, devemos, pois, mostrar como seu conhecimento e utilização podem ser benéficos para o homem, assim como mostrar os cuidados que devem ser tomados na sua utilização.”

Na categoria temas de Cosmologia classificamos as repostas referentes a Buracos-Negros, formação de estrelas e radiações de fundo.

Resposta professor P-23: “Sim. Geralmente fazem perguntas sobre buracos-negros, radiações e outros. Ficam impressionados com a questão da captura de massa e até mesmo da luz, pelos buracos negros e sobre o “desaparecimento” destas massas. É o assunto mais perguntado pelos alunos.”

Na categoria temas relacionados a Relatividade classificamos as respostas que citaram temas relacionados a Relatividade e ao cientista Albert Einstein. Seguem três respostas que exemplificam este tipo de citação:

Resposta professor P-48: “Que englobam conceitos atuais, conceitos baseados na Teoria da relatividade.”

Resposta professor P-35: “Sim, perguntam muito sobre o paradoxo dos Gêmeos. Monto uma aula sobre o tema.”

Resposta professor P-08: “Eles querem saber sobre a vida do Einstein, se ele era bom aluno e o que significa a sua equação.”

Na categoria temas de Física Moderna classificamos as respostas que apresentarão conteúdos físicos sem citar as suas aplicações. Segue respostas típicas:

Resposta professor P-38: “O átomo de Bohr e os níveis de energia de partículas subatômicas, ondas de matéria e radiação de corpo negro.”

Resposta professor P-36: “Efeito Fotoelétrico, Leis de Conservação, Mecânica Quântica, Dualidade onda-partícula, Laser, átomo de Bohr”

As justificativas para a inserção dos tópicos citados foram: para que os alunos entendem fenômenos que fazem parte do seu cotidiano e as indicações sinalizadas pelos PCN. Segue duas respostas que mostram estas justificativas:

Resposta professor P-39: “Sim, pois são temas que estão diretamente ligados ao nosso dia-a-dia, como é o caso da energia nuclear.”

Resposta professor P-23: “Segundo Menezes, coordenador da equipe que elaborou os novos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s): “É parte desta preocupação ressaltar o sentido da Física como visão de mundo, como cultura, em sua acepção mais ampla.” Concordo e acho importante que demos uma “turbinada” nas aulas de Física, deixando-as, mais didática, envolvente para o aluno e não atendo apenas para resolução de problemas da física Newtoniana. Devemos dar mais ênfase a cultura tecnológica, não necessariamente a pragmática, a exemplo da interpretação de processos envolvendo transformações de energia, em refrigerador ou equipamentos óptico-eletrônicos que hoje fazem parte da vida contemporânea como relógio de pulso e computadores que envolvem uma micro-eletrônica quântica, impensável na escola tradicional. Temos que atrair nossos jovens que estão em contato com um mundo tecnológico onde os monitores feitos de LCD fazem parte do seu cotidiano e que ao mesmo tempo que está tão deles, esses questionam o seu funcionamento.”

### Questão 03:

Se você tivesse espaço para trabalhar com temas da FMC, como você desenvolveria os temas? Ou, seja, como começaria, que desenvolvimento faria, que exemplos daria etc.

Observamos que mesmo sugerindo temas diferentes a maioria das respostas descrevem que começariam com a explicação do conceito físico e depois apresentaria aplicações deste conceito em situações cotidianas ou que sejam de interesse dos alunos.

Resposta professor P-03: “ Eu começaria explicando o que é fóton e como este foi descoberto e depois mostraria como ele é aplicado em alguns processos físicos.”

Apenas quatro professores responderam que discutiriam temas relacionados a fenômenos físicos e depois explorariam este conceito.

Resposta professor P-23: “ Deve-se partir das situações do cotidiano para depois abordar mais profundamente os conceitos.”

Resposta professor P-32: “Começaria instigando-os através dos noticiários, jornais, revistas, etc., como no caso do acidente radioativo em Goiânia.”

Alguns professores deixaram claro que o texto para o ensino de FMC deveria apresentar linguagem simples sem excesso na utilização de cálculos matemáticos.

Resposta professor P-43: “Não acho que os textos para ensino de Física Moderna devem ter muitas equações matemáticas ou fórmulas. Os alunos não entenderiam.”

### Questão 04:

Se um grupo de professores de uma universidade, preocupados com o ensino de Física na educação média, resolvesse escrever um texto sobre o ensino de FMC, que tipo de texto você proporia? Como deveria ser este texto? Que características deve apresentar um texto que você gostaria de ter em mãos para preparar suas aulas? Faça sugestões.

As respostas demonstraram que os professores gostariam que os textos para ensino de FMC tivessem as seguintes características:

a) apresentasse experimentos onde os alunos pudessem observar fenômenos físicos relacionados a FMC;

Resposta professor P-42: “o texto deveria apresentar os experimentos que possibilitaram a criação da Física Moderna. O experimento de Young, Plank. Alguns poderiam ser reproduzidos pelos alunos.”

b) utilizassem textos de divulgação científicas;

Resposta professor P-22: “Os estudantes lêem em revistas assuntos sobre temas como buracos-negros e Big Bang na TV ou filmes de ficção científica, mas nunca nas aulas de Física”

c) abordasse temas atuais que despertam o interesse dos alunos;

Resposta professor P-16: “Devemos despertar a curiosidade dos alunos e ajudá-los a reconhecer a Física como empreendimento humano.”

d) tivesse linguagem simples;

Resposta professor P-53: “Um texto que falasse de maneira clara, sem muito formalismo e formulismo.”

e) mostrasse a evolução da física e da tecnologia;

Resposta professor P-23; “É imprescindível o estudante do Ensino Médio conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que atua em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. O que justifica a importância de incluir conceitos básicos de FMC, em especial, de se fazer uma ponte entre a Física da sala de aula e a Física do cotidiano.”

-Explorasse a tecnologia dos aparelhos eletrônicos;

Resposta professor P-12: “ O texto deveria explicar como funcionam alguns aparelhos que fazem parte da vida do aluno. MP4, celulares, DVD...”

f) utilize vídeo e simuladores para explicar os conceitos.

Resposta professor P-27: “Eu gostaria de sugestões de como utilizar textos e vídeos, principalmente os do canal Discovery para ensinar Física Moderna”.

Questão 05:

Escreva pelo menos 3 comentários que você julga relevantes numa reflexão sobre ensino de FMC na educação média.

Para avaliar esta questão criamos três categorias. Os comentários que citaram que a Física Moderna deveria ser ensinada para que o aluno aprenda novos conceitos físicos, que não apenas velocidade, energia... Esta categoria será chamada de **Conhecimento Físico**. Alguns professores citaram que o ensino de FMC poderia, por exemplo, aproximar o modelo atômico utilizado em sala de aula àquele aceito cientificamente. E mostrar as limitações da Física Clássica. Segue exemplo de resposta que foi classificada nesta categoria:

Resposta professor P-47: “O modelo atômico ensinado no ensino médio pode ser até didático, mas ainda está muito longe do modelo atômico cientificamente aceito atualmente.”

A segunda categoria se refere às respostas que citaram a questão da formação do professor e a falta de material adequado para o ensino de FMC, ela será denominada **Formação do Professor**. Nesta categoria encontramos muitas críticas aos cursos de licenciatura e até uma sugestão para que os PCN mostrassem como a FMC deve ser trabalhada em sala de aula.

Professor P-18: “Os PCN sugerem que a FMC seja inserida mas apresenta poucas indicações de como isso deve ser feito.” Segue respostas que exemplificam esta categoria:

Resposta Professor P-14: “Primeiramente dizer que é possível sim ensinar física moderna no ensino médio, basta um melhor planejamento, inclusive em relação a quantidade de horas/aulas semanais. É preciso também que nós professores nos preparemos melhor e que as unidades escolares ofereçam laboratórios de física em condições de uso.”

Resposta Professor P-6: “Vejo que é a Física mais interessante e mais importante de se ensinar. Porém isto não ocorre na sua maioria por falta de domínio de conteúdo dos professores, principalmente da rede pública. A cobrança na qualidade e eficácia nos cursos de licenciaturas deveria aumentar.”

Na terceira categoria as respostas que citam a **relação da FMC com o cotidiano do aluno e a sociedade**. Eles também citaram a necessidade de formar cidadãos mais críticos que possam se posicionar de maneira consciente frente aos avanços tecnológicos. Esta será chamada de Física e Cotidiana. Segue respostas que exemplificam esta categoria:

Resposta Professor P-48; “...mostrar que a física é uma ciência em construção e evolução, e que sua evolução esta relacionada a evolução tecnológica atual e que virá.”

Resposta Professor P-37: “A introdução de tópicos de FMC no ensino médio deve despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e ajudar estabelecer o contato dos alunos com as idéias revolucionárias que mudaram totalmente a Ciência do século XX, ou até atrair jovens para a carreira científica, futuros pesquisadores, professores.”

Resposta Professor P-38: “A influência crescente dos conteúdos de FMC para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, mostra a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos no ensino médio devemos estar formando cidadãos pronto para participação na sociedade, cuja formação deve ser global, pois sua capacidade de intervenção na realidade em que está imerso tem relação direta com sua capacidade de compreensão desta mesma realidade.”

A tabela abaixo apresenta a frequência relativa das três categorias:

Tabela 5 - Frequência relativa das três categorias

Categorias	percentual
Física e Cotidiano	56%
Formação do Professor	38%
Conhecimento Físico	6%

Fonte: Elaborada pela autora