

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

JOÃO PAULO MALACRIDA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE BAIXO  
CUSTO: ESPECTROSCÓPIO PARA O ESTUDO DO ESPECTRO DA LUZ

Maringá  
Setembro de 2014

JOÃO PAULO MALACRIDA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE BAIXO  
CUSTO: ESPECTROSCÓPIO PARA O ESTUDO DO ESPECTRO DA LUZ

Monografia apresentada ao Departamento de Física da  
Universidade Estadual de Maringá, para a obtenção do  
título de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira (orientador)  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof. MSc. Michel Corsi Batista  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR/ Campo Mourão)

Prof. Dr. Daniel Gardelli  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Maringá  
Setembro de 2014

*As escolas deveriam se dedicar menos ao ensino das respostas certas, e mais ao ensino das perguntas inteligentes.*

Rubem Alves.

## Lista de Figuras

|                |    |
|----------------|----|
| Figura 1.....  | 26 |
| Figura 2.....  | 26 |
| Figura 3.....  | 29 |
| Figura 4.....  | 30 |
| Figura 5.....  | 30 |
| Figura 6.....  | 31 |
| Figura 7.....  | 32 |
| Figura 8.....  | 35 |
| Figura 9.....  | 36 |
| Figura 10..... | 37 |
| Figura 11..... | 31 |
| Figura 12..... | 44 |

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1.....5

Tabela 2.....6

## **Agradecimentos e Dedicatória**

Dedico esse trabalho aos meus pais, Neusa Rosa da Silva e José Miguel Malacrida, pelo suporte que me deram durante a graduação, sem eles eu não teria conseguido chegar onde cheguei.

Agradeço a todos meus outros familiares, principalmente ao meu avô Julio, por tudo que fez por mim. Agradeço também a todos meus amigos pelo companheirismo, dentre eles cito: Luiz, Getúlio, Davidy e Renan. E agradeço também ao Professor Ricardo Francisco Pereira.

## **Resumo**

O Ensino de Física na atualidade consegue despertar pouco interesse e motivação nos alunos. A metodologia tradicional de ensino ainda é predominante nas escolas, porém há anos é considerada como insuficiente na sala de aula. Ela não deve ser um espaço onde somente o professor fala e os alunos escutam, os alunos precisam interagir mais, participar mais e questionar mais, até porque, são eles o centro do processo de ensino-aprendizagem. Mas não é que os professores de Física não querem oferecer um ensino de qualidade aos seus alunos. Muitas vezes, eles não têm preparação para isso, pois sua formação não foi suficiente. Esse trabalho busca ajudar, principalmente, esses professores de Física, com a nossa proposta de sequência didática com duração média de 5 aulas sobre o tema radiação eletromagnética, cuja metodologia central é a montagem de um espectroscópio de baixo custo. Procuramos utilizar vários recursos de ensino-aprendizagem: textos que abordam a Física do cotidiano, vídeos, montagem de experimento e questões problematizadoras. Esperamos com isso dar algum subsídio aos professores para trabalhar com essa temática e aumentar o interesse dos alunos pela Física durante essas aulas.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introdução .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1. Ensino de Física – dificuldades e problemas.....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>1.1- Algumas percepções sobre o Ensino de Física na atualidade .....</b>              | <b>3</b>  |
| <b>1.2- A falta de profissionais formados em Física .....</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>1.3- A falta de interesse dos alunos pela Física .....</b>                            | <b>7</b>  |
| <b>1.4- A falta da formação continuada dos professores .....</b>                         | <b>9</b>  |
| <br>   |           |
| <b>2. O uso da experimentação no ensino de Física .....</b>                              | <b>11</b> |
| <b>2.1- Dificuldades encontradas pelos professores ao utilizar a experimentação.....</b> | <b>12</b> |
| <b>2.2- Os principais tipos de metodologia em aulas experimentais.....</b>               | <b>13</b> |
| <b>2.2.1-Metodologia de demonstração .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>2.2.2- Metodologia de Ilustração .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.2.3- Metodologia de problematização .....</b>                                       | <b>14</b> |
| <b>2.3- Os experimentos de baixo custo.....</b>  | <b>15</b> |
| <br>   |           |
| <b>3. Procedimento metodológico: a proposta .....</b>                                    | <b>17</b> |
| <br>   |           |
| <b>Considerações finais .....</b>  | <b>49</b> |
| <br>   |           |
| <b>Referências .....</b>   | <b>51</b> |

## **Introdução**

Na atualidade, há um grande acesso à informação (internet, *softwares*, animações, simulações, livros, revistas, etc.) acessível a todos professores, com muitos recursos voltados ao ensino de Física. Todavia, apesar da grande quantidade de recursos, grande parte deles não é estruturado para os professores utilizarem em sala de aula. Há uma necessidade urgente para que recursos didático-metodológicos preparados especificamente para sala de aula cheguem aos professores.

Além disso, dois outros grandes problemas que atingem o ensino de Física são: a excessiva matematização dos conteúdos e a não contextualização destes com o cotidiano dos alunos. Esses problemas acabam gerando grande desinteresse nos alunos por essa disciplina e são, em grande parte, causados pelo grande percentual de professores sem formação específica em Física, e que apresentam dificuldades naturais de estruturar melhor o seu ensino em sala de aula.

Mediante a esses e aos demais problemas que atingem o ensino de Física, propomos uma sequência didática voltada para professores aplicarem em sala de aula sobre o tema radiação eletromagnética, cuja metodologia central é a abordagem experimental para a construção de um espectroscópio de baixo custo e ao mesmo tempo, buscando contextualizar esse conhecimento e relacionando-os com outras áreas do conhecimento, como Química e Astronomia.

Sobre a escolha desse experimento, nossa justificativa recai sobre o fato de que tal equipamento (espectroscópio) é pouco comum nas escolas, pois possui um custo relativamente alto e não é muito comum de ser encontrado no comércio nacional. Utilizamos apenas materiais de baixo custo para montá-lo. Com esse experimento, será possível visualizar o espectro eletromagnético característico de várias fontes luminosas e acreditamos que os alunos se sentirão bastante motivados durante a montagem e o uso desse experimento.

Esse trabalho está dividido em três capítulos mais as considerações finais. O primeiro capítulo trata das dificuldades e problemas com o ensino de Física, em que destacamos o grande déficit de profissionais formados em Física, o desinteresse dos alunos e as dificuldades na formação continuada de professores.

O segundo capítulo aborda o uso da experimentação no ensino de Física: as vantagens e as principais dificuldades de utilizar a experimentação numa aula de Física, assim como as

metodologias possíveis para aplicar os experimentos e, falaremos ainda sobre os experimentos de baixo custo no ensino de Física.

O terceiro capítulo trata da metodologia e da proposta desse trabalho. Apresentamos o que são sequências didáticas, como elaborá-las e quais as vantagens no seu uso, assim como o tema central do trabalho, que é uma atividade experimental de baixo custo para a construção de um espectroscópio, para analisar o espectro da luz.

Nas considerações finais, apresentamos algumas reflexões sobre todo trabalho produzido, falaremos se os objetivos iniciais deste trabalho foram alcançados e indicamos os possíveis benefícios de utilizar esse material em sala de aula.

## 1. Ensino de Física – dificuldades e problemas

### 1.1- Algumas percepções sobre o Ensino de Física na atualidade

Hoje, no início do século XXI, mais de cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas no Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada há cem anos atrás: *ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos* (ROSA & ROSA, 2005, p.6).

Várias pesquisas apresentadas nos principais periódicos nacionais mostram que o ensino de Física está distanciado e distorcido dos seus verdadeiros objetivos. Como produto disso, os alunos estão cada vez menos interessados por essa disciplina, que na maioria das vezes é apresentada como uma disciplina que prioriza os cálculos matemáticos, informações a serem memorizadas, livros texto voltados aos vestibulares, etc.

Segundo Rosa & Rosa (2005), a maioria dos professores de Física na atualidade, utilizam a metodologia tradicional de ensino-aprendizagem para ministrarem suas aulas. Nesse tipo de metodologia, os alunos apenas assistem às aulas passivamente e pouco questionam o professor, e os principais recursos de ensino são: quadro negro e giz. Ricardo & Freire (2007) realizaram uma importante pesquisa sobre a concepção dos alunos sobre a Física e suas conclusões foram que, ao mesmo tempo em que a disciplina de Física parece não ter boa aceitação entre os alunos, paradoxalmente, a ciência física desfruta de significativo prestígio na sociedade (RICARDO & FREIRE, 2007 p.2). Analisando o trabalho desses autores, é possível verificar que a maioria dos alunos não gostam de Física porque realizam muitos cálculos, todavia, os mesmos reconhecem a importância dela e suas aplicações na tecnologia. Alguns alunos ainda sugerem o tipo de professor que realmente gostariam de ter: “Seria uma pessoa que conseguisse passar para os alunos uma Física mais prática e cotidiana” (aluno do 1º ano) (RICARDO & FREIRE, 2007, p.3).

Também encontramos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) argumentos sobre o uso abusivo da metodologia tradicional no ensino de Física e sugestões de algumas estratégias para que os professores abordem a Física de uma forma diferenciada, explorando principalmente a Física presente no nosso cotidiano, em vez de muitos cálculos e memorizações.

Sem saber onde procurar ajuda, boa parte dos professores acabam por utilizar algum livro-didático como parâmetro. No entanto, a maioria desses livros apresentam uma grande ênfase na resolução de exercícios matemáticos voltados principalmente aos vestibulares, abordando os conceitos físicos de forma insuficiente. Boa parte deles aborda de forma insuficiente a Física do cotidiano, a história da Física, experiências, entre outros. Chiqueto (2001) faz uma crítica semelhante:

A maioria dos livros que circulam nas escolas apresentam os conteúdos como conceitos estanques, dando o caráter de Ciência acabada e imutável à Física. Porém, o mais problemático das obras está na forte identificação que elas agregam entre a Física e os algoritmos matemáticos. Os textos e, principalmente, os exercícios são apresentados como matemática aplicada, na qual a questão fundamental se resume a treinar o estudante na resolução de problemas algébricos (p.4).

A questão que surge é: como aumentar o interesse dos alunos pela Física? Entendemos que a melhor maneira seja buscar metodologias diferenciadas, como por exemplo, a metodologia de problematização. Mas ministrar uma aula seguindo esse tipo de metodologia exige que o professor esteja muito bem preparado, porém, a maioria dos professores de Física do Ensino Médio não são graduados em Física (INEP, 2003). Esse pode ser o maior problema que atinge o ensino de Física, pois, professores que não obtiveram uma formação adequada terão muito mais dificuldades em utilizar metodologias diferenciadas em sala de aula, conseqüentemente, terão muitas dificuldades em aumentar o interesse dos alunos.

Diante do que foi apresentado, percebemos que são vários os problemas que atingem o ensino de Física e que precisam de solução. Apresentamos aqui alguns deles e nos capítulos seguintes outros serão apresentados e discutidos. Percebe-se que a maioria dos problemas envolvem os professores, que abordam a Física utilizando metodologias ultrapassadas e que já não conseguem mais motivar os alunos, porém, os professores não podem ser enxergados como os únicos culpados, pois a maioria deles teve uma formação insuficiente. Daí a importância dos governantes investirem mais na formação de docentes, seja na formação inicial ou na continuada.

## **1.2- A falta de profissionais formados em Física**

Segundo previsão do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é necessário formar uma grande quantidade de professores de Física, se não quisermos

ficar à mercê de uma escassez de docentes nessa disciplina, o que já vem sendo constatado há algum tempo (BORGES, 2006, p.3).

Dados do INEP (2003) mostraram a demanda estimada e o número hipotético de licenciados de 2002 a 2010 em diversas disciplinas da educação brasileira. (Tabela 1).

**Tabela – 1 – Demanda estimada de funções docentes e número de licenciados por disciplina – Brasil**

| <b>Disciplina</b> | <b>Demanda estimada para 2002</b> | <b>Números hipotético de licenciados 2002-2010 (Dados estimados)</b> |
|-------------------|-----------------------------------|--|
| Língua Portuguesa | 142.179                           | 221.981  |
| Matemática        | 106.634                           | 162.741  |
| Biologia          | 55.231                            | 126.488  |
| <b>Física</b>     | <b>55.231</b>                     | <b>14.247</b>  |
| Química           | 55.231                            | 25.397   |
| História          | 71.089                            | 102.602  |
| Geografia         | 71.089                            | 89.121   |

Pelos dados da tabela 1, percebemos que a expectativa de professores formados na década passada era quase 4 vezes menor do que a demanda estimada pela pesquisa no ano de 2002. Na atualidade, a demanda é ainda maior porque sempre novas escolas são construídas e professores se aposentam. Ainda podemos notar que a disciplina de Química tinha uma demanda tão grande quanto a da Física, entretanto, havia a previsão de se formarem quase o dobro de professores em relação aos professores de Física. Nas outras disciplinas, todas elas tinham previsão de se formarem mais professores do que a demanda prevista para o ano de 2002, o que demonstra o quão grave é o caso da Física.

Diante disso, entendemos que são necessárias medidas urgentes visando aumentar o número de professores formados. O relatório do INEP (2003) sugere políticas específicas destinadas a ampliar o número de vagas nas instituições de nível superior e a assegurar que os concluintes se encaminhem à atividade docente principalmente nas áreas de Física e Química.

Um relatório produzido pelo Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Básica (CNE/CEB) (Brasil, 2007) apontou o percentual de docentes com formação específica por disciplina. Os resultados são apresentados na tabela a seguir:

**Tabela – 2 – Percentual de docentes com formação específica, por disciplina.**

| <b>Disciplina</b>  | <b>Docentes com Formação Específica</b> |
|--------------------|---|
| Língua Portuguesa  | 56%                                     |
| Matemática         | 27%                                     |
| Biologia           | 57%                                     |
| <b>Física</b>      | <b>9%</b>                               |
| Química            | 13%                                     |
| Língua Estrangeira | 29%                                     |
| Educação Física    | 50%                                     |
| Educação Artística | 20%                                     |
| História           | 31%                                     |
| Geografia          | 26%                                     |

Notamos que a maioria dos professores atuantes no ano de 2007 não possui uma formação específica na disciplina em que ministra suas aulas. Na Física, a porcentagem de docentes com formação específica é de apenas 9%. Com o grande déficit de professores, no passado isso obrigava a contratação de professores formados em outros cursos, como por exemplo: Biologia, Matemática, Ciências etc, para ministrar aulas de Física nas escolas e essa é uma herança que temos que administrar. Acreditamos que esses professores estarão mais sujeitos à ter de enfrentar problemas em sala de aula, tais como, desinteresse dos alunos e quais as melhores metodologias para o ensino de Física

O melhor caminho para vencer este problema é por meio de uma melhor formação dos professores, seja na formação inicial, seja na formação continuada, principalmente nesta última. Precisamos dar a possibilidade aos professores que ministram aulas de Física, mas não são formados em Física, de terem uma formação que lhes propiciem condições melhores para trabalharem nas aulas de Física. Um exemplo de projeto desse tipo é a Política Nacional de Formação dos Profissionais do Magistério da Educação Básica (PARFOR), que é um curso de

graduação de segunda licenciatura, ou seja, é voltado para professores que ministram aulas de Física, mas que não têm formação específica em licenciatura em Física. Então, os professores participantes desse curso recebem durante pouco mais de 2 anos a complementação das disciplinas para obterem o diploma de licenciado em Física, adquirindo assim, mais conhecimentos tanto teóricos quanto pedagógicos.

### **1.3- A falta de interesse dos alunos pela Física**

Um outro grande problema que atinge o ensino de Física é a falta de interesse dos alunos por essa disciplina. Sem o devido interesse dos jovens, como teremos um maior número de pessoas formadas nessa área futuramente?

Um dos motivos para que isso aconteça é o uso exagerado de cálculos matemáticos em aulas de Física. Segundo Klajn (2002), os alunos que não se interessam pelas aulas de Matemática, tenderão também a não se interessar pelas aulas de Física. Esse mesmo autor argumenta que quando os alunos percebem que as aulas de Física se parecem com as aulas de Matemática, passam a não se interessar por ela também.

Os cálculos matemáticos são uma alternativa que podem (e devem) ser utilizados pelo professor de Física em algumas ocasiões, mas a aula de Física não pode se resumir somente aos cálculos matemáticos. Existe uma grande parte teórica na Física e ela também deve ser abordada em sala de aula. Em vez de muitos cálculos matemáticos, uma maneira mais interessante de abordar a Física é relacionando-a com o cotidiano dos alunos. Podemos citar algumas dessas relações: Circuitos Elétricos, Lâmpadas, Lentes, alavancas, Refrigeradores, Geradores, Motores Elétricos, Termômetros, etc.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) encontram-se várias orientações para que os professores abordem os conteúdos da Física relacionando-os com o cotidiano dos alunos e uma das justificativas para isso é:

Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem (BRASIL, 2002, p. 1).

A importância de saber Física deve ir além de exercícios matemáticos repetitivos, de exercícios voltados ao vestibular e de memorizações de informações. Deve ser ensinada uma Física que faça sentido para todos os alunos, para que possam utilizar esses conhecimentos durante toda a vida.

Um outro problema a ser mencionado é o fato de a Física ser tratada somente como uma ciência antiga, onde o professor aborda somente os conteúdos desenvolvidos até o ano 1900, cujos conteúdos são: Mecânica Clássica, Termodinâmica, Óptica, Ondulatória e, as vezes, Eletromagnetismo, não abordando os conteúdos da Física Moderna (DOMINGUINI *et al.*, 2012, p.4). Isto é inaceitável, pois prejudica a alfabetização científica e tecnológica e rompe a conexão entre a Física e o cotidiano do aluno (LEONEL & SOUZA, 2009, p.2).

A Física Moderna têm despertado a curiosidade nos jovens, isto está relacionado à melhora na qualidade de vida dos mesmos, após a miniaturização dos componentes eletrônicos, por exemplo, estar fundamentada na Física Moderna (DOMINGUINI *et al.*, 2012, p.4). Então, é muito importante que os alunos compreendam essa "nova Física" que traz implicações tecnológicas importantíssimas para nossa sociedade, podemos citar ainda as seguintes aplicações: fissão e fusão nuclear, raios X, Ondas de rádio, nanotecnologia, Espectroscopia, semicondutores e supercondutores, *lasers*, fibras ópticas, entre outros.

Os PCN+ (Brasil, 2002), também destacam a importância da inclusão da Física Moderna no Ensino 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 a 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 (BRASIL, 2002, p. 3).

Então por que não ensinar a Física Moderna aos alunos? É como se os alunos vivessem numa realidade tecnológica (século XXI), mas quando vão à escola vivem uma outra realidade, a de séculos atrás, onde não haviam computadores, televisores, celulares, aparelhos de rádio, forno de micro-ondas, usinas nucleares, etc. Entendemos que isso diminui ainda mais o interesse dos alunos pela Física, pois pouca coisa que aprendem na escola tem relação com o seu cotidiano. É necessário relacionar o ensino de Física com a realidade tecnológica atual, para que eles compreendam melhor a tecnologia que os cerca e

consequentemente possam se interessar um pouco mais pela Física. Aumentando o interesse dos alunos, poderemos ter um número maior de profissionais formados nessa área.

#### **1.4- A falta da formação continuada dos professores**

Diante da falta de profissionais formados em Física e da falta de interesse dos alunos, poderíamos nos perguntar: o que deveria ser feito para melhorar esse cenário? Quanto ao primeiro problema, poderíamos pensar em capacitar melhor esses professores que ministram aulas de Física e não possuem formação específica nessa área. Daí uma das várias importâncias da formação continuada, principalmente para esses professores.

Há vários anos ouvimos falar da formação continuada para professores e de sua importância. A formação inicial de qualquer professor dura cerca de quatro anos (graduação), enquanto a formação continuada deverá acontecer durante todo o período que sucede a formação inicial, com cursos complementares, projetos, estudo autodidata, etc.

Para justificar a importância da formação continuada dos professores, três razões têm sido normalmente apontadas:

- A necessidade de contínuo aprimoramento profissional e de reflexões críticas sobre a própria prática pedagógica, pois a efetiva melhoria do processo ensino-aprendizagem só acontece pela ação do professor;
- A necessidade de se superar o distanciamento entre contribuições da pesquisa educacional e a sua utilização para a melhoria da sala de aula, implicando que o professor seja também pesquisador em sua própria prática;
- Em geral, os professores têm uma visão simplista da atividade docente, ao conceberem que para ensinar basta conhecer o conteúdo e utilizar algumas técnicas pedagógicas” (ROSA & SCHNETZLER, 2003, p. 27).

Muito se fala que o ensino brasileiro precisa melhorar, e de fato, quando analisamos as vantagens que a formação continuada pode oferecer aos professores, percebemos que esse tipo de formação deveria ser obrigatório a todos os docentes de nosso país. Porém, segundo Camargo & Nardi (2003), mesmo essa formação sendo recomendada, percebe-se que a maioria dos professores acreditam que após concluírem a graduação já estarão totalmente aptos a exercer a docência. Segundo esses autores:

Entende-se, portanto, que a formação do professor não se conclui ao final de quatro ou cinco anos na universidade. A formação inicial deveria ser avaliada como o primeiro passo rumo à formação contínua, mas, na maioria das vezes, o processo de desenvolvimento do sujeito é interrompido após o término do curso de graduação, não tendo este a continuidade de formação. Talvez essa interrupção corrobore com

as dificuldades, preocupações, incertezas, crenças e inseguranças encontradas pelos professores durante seus primeiros anos de sala de aula (CAMARGO & NARDI, 2003, p. 35).

O fim da graduação não significa o fim da formação profissional. Pelo contrário, o término da graduação nada mais é do que um primeiro passo na direção em ser professor. Infelizmente a maioria dos professores não pensa dessa forma, o que prejudica ainda mais o ensino de Física.

Há vários projetos de formação continuada de professores, sendo que parte deles são oferecidos por universidades públicas. Um deles que julgamos ser muito importante é o Universidade Sem Fronteiras, desenvolvido pela Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná; um de seus sub-programas é o apoio às licenciaturas, que visa uma melhor capacitação dos professores da atualidade.

Diante de todos os argumentos citados, percebemos que são muitos os problemas que atingem o ensino de Física na atualidade. Somando todos eles, é evidente que muita coisa precisa ser feita para que esse ensino possa se recuperar. São necessárias medidas urgentes para aumentar o número de pessoas formadas em Física, mas para isso, os jovens precisam se interessar por essa ciência, e para que isso aconteça, o professor precisa despertar maior interesse nos alunos. Percebemos nesses problemas todos, um "efeito dominó". E acreditamos que as ações que podem reverter esse cenário negativo deverão partir principalmente dos professores e também dos governantes. Os professores têm de estar melhor capacitados, por isso a formação continuada deve ser mais que uma opção, deve ser um dever de qualquer professor. E os governantes devem investir mais na formação inicial e na formação continuada dos professores de Física, incentivando-os a participarem de programas já existentes como o PARFOR e o Universidade Sem Fronteiras, e desenvolvendo mais programas como estes se necessário for.

## 2. O uso da experimentação no ensino de Física

A experimentação é uma das principais alternativas metodológicas para os professores de Física. Na literatura encontramos muitos trabalhos que falam sobre os benefícios do uso de atividades experimentais em aulas de Física, como exemplo citamos os seguintes trabalhos: Carvalho (2007), Giordan (1999), Barbosa (1999).

Segundo Giordan (1999), os próprios professores de Física reconhecem que a experimentação tem o importante papel de despertar o interesse e aumentar a capacidade de aprendizado dos alunos. Além disso, Snyders (1988) argumenta que a experimentação pode servir para motivar os alunos:

Alegria de agir sobre os objetos, de experimentar, isto é, de colocar suas ideias à prova dos fatos, aperceberem-se de seus erros e ter confiança que se pode retificá-los; os fenômenos familiares colocam-se em ordem, as noções integram-se, ligam-se em conjuntos estruturados, ao mesmo tempo em que se vai à uma convergência entre as práticas e o pensamento teórico: esse sentimento de unidade conduz o indivíduo à satisfação, enquanto que a distorção, a fragmentação suscitam ao contrário, dor, até mesmo culpabilidade (p. 99).

Com a necessidade de despertar ou até mesmo resgatar o interesse e motivação dos alunos em sala de aula, os professores precisam fugir do tradicional e a experimentação é uma ótima alternativa para que isso aconteça. Em uma boa aula experimental, os alunos poderão realmente participar mais das aulas através das montagens experimentais e poderão aprender Física se divertindo com os experimentos.

Carvalho et al., (1998), vai além desses argumentos e diz que em se tratando de ensino de Ciências (incluindo a Física), a experimentação deve ser mais do que uma alternativa para o professor, deve ser a principal alternativa para o professor. Para a autora, “a importância do trabalho prático é inquestionável na Ciência e deveria ocupar lugar central em seu ensino” (p.3).

Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (PARANÁ, 2008), também os erros e as dificuldades dos alunos decorrentes das experiências contribuem positivamente para uma reflexão dos alunos em torno da Ciência a ser estudada. Ainda segundo essas Diretrizes, é essencial que o professor compreenda as vantagens do uso de atividades experimentais em aulas de Física, pois, a partir dessa compreensão ele realmente entenderá a necessidade dessas atividades.

E segundo os PCN+ (Brasil, 2002), atividades experimentais devem sempre estar presentes ao longo de todo processo de desenvolvimento das competências em aulas de Física. É indispensável que os alunos montem seus próprios experimentos, para desenvolverem a curiosidade e o hábito de indagar, evitando a aquisição do conhecimento como sendo uma verdade inquestionável.

## **2.1- Dificuldades encontradas pelos professores ao utilizar a experimentação**

O uso correto da experimentação pode ser considerado vantajoso, entretanto, ao analisarmos a realidade do ensino de Física, percebemos que o seu uso por parte dos professores é baixo (PENA & FILHO, 2009). Esses autores realizaram uma pesquisa e concluíram que os principais fatores para o não uso da experimentação no ensino de Física são: 1) despreparo do professor para trabalhar com atividades experimentais e 2) condições ruins de trabalho.

Sobre o despreparo dos professores, Pena & Filho (2009) argumentam:

(...) limitações na formação acadêmica do professor em relação ao saber experimental são fatores que contribuem para a ausência ou realização não sistemática de experimentação na realidade escolar do ensino de Física nos níveis Fundamental e Médio (p.8).

Por que utilizar a experimentação no Ensino? Como preparar uma boa aula experimental? Quais materiais podem oferecer riscos aos alunos? Qual a melhor metodologia devo adotar para uma aula experimental? são dúvidas que surgem para os professores menos preparados para trabalhar com esse tipo de atividades. Uma boa atividade experimental requer um bom planejamento e um bom domínio sobre os materiais, portanto, esses professores tendem por insegurança a não realizar esse tipo de atividades durante as aulas.

Mesmo reconhecendo a importância das atividades experimentais, entendemos que os professores precisam de auxílio para que possam encontrar a melhor maneira de utilizar os experimentos durante as aulas. Os professores que mais sofrem com esse tipo de problema são os que não têm a formação básica específica na área, ou seja, os professores que não possuem a Licenciatura em Física mas que ministram aulas de Física.

Sobre as condições de trabalho durante uma aula experimental, Penteadó & Kovaliczn (2009) argumentam que as condições da maioria dos laboratórios de Ciências das escolas

públicas do Estado do Paraná não é suficiente para que o professor possa ministrar uma boa aula experimental: faltam materiais, os professores de Física, Química, Biologia e Ciências devem compartilhar o mesmo laboratório para realizar as atividades e faltam recursos financeiros para as escolas poderem investir mais em atividades experimentais.

Pelos argumentos citados, percebe-se que tais dificuldades prejudicam muito o uso da experimentação. Também reconhecemos a importância da formação continuada para esses professores que apresentam dificuldades naturais para realizar atividades experimentais. É necessário que os governantes invistam mais na estrutura de laboratórios nas escolas, pois como já dissemos, o uso de atividades experimentais em disciplinas científicas é extremamente importante para o processo de ensino-aprendizagem.

## **2.2- Os principais tipos de metodologia em aulas experimentais**

### **2.2.1-Metodologia de demonstração**

Na metodologia de demonstração, as atividades normalmente são realizadas num determinado espaço físico e os alunos geralmente seguem um roteiro para a realização da atividade experimental. Sobre essa metodologia, Borges (2006) define:

O objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas 'aulas teóricas', descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, 'ver na prática' o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica (p. 296).

Esse tipo de metodologia é muito utilizado em escolas e (principalmente) em universidades. Foi considerado um avanço em relação às aulas puramente expositivas. O objetivo principal é relacionar o que os alunos aprenderam numa aula expositiva com uma atividade experimental. O que se espera é chegar a uma “resposta certa”, geralmente uma equação que os alunos aprenderam através da aula expositiva.

Os PCN+ (Brasil, 2002), fazem uma crítica a essa metodologia e sugerem a problematização em aulas experimentais: As atividades experimentais não devem ser exclusivamente realizadas em um laboratório com roteiros seguidos nos mínimos detalhes e sim, partir de um problema ou questão a ser respondida (BRASIL, 2002).

Embora a metodologia de demonstração se faça presente no ensino de Física e também das outras Ciências, esse tipo de metodologia é alvo de várias críticas de pesquisadores no mundo todo. Elas recaem sobre os roteiros que os alunos necessitam seguir, pois ao terem que seguir um roteiro eles pouco serão estimulados a usarem a criatividade numa aula experimental.

### **2.2.2- Metodologia de Ilustração**

A metodologia de ilustração consiste de atividades experimentais realizadas quase que exclusivamente pelo professor na sala de aula ou em um laboratório de ciências. Essas atividades são realizadas no decorrer da aula, onde o professor utiliza um determinado experimento para ilustrar um conceito ou demonstrar um fenômeno.

Elas diferem das atividades de demonstração justamente por não disporem de um roteiro pré-estabelecido e serem realizadas quase que exclusivamente pelo professor. Acreditamos que esse tipo de metodologia também não é satisfatório, pois, os alunos devem também devem interagir com os materiais durante a montagem experimental, isso favorecerá a relação dialética professor-aluno. Os alunos até podem compreender melhor um determinado conteúdo se observarem o experimento, mas se sentirão muito mais motivados se agirem sobre os materiais e montarem o experimento.

### **2.2.3- Metodologia de problematização**

A metodologia de problematização é aquela em que o uso dos experimentos surge num ambiente que procura problematizar o conteúdo, instigando a curiosidade dos alunos, propondo-lhes questões. Ao professor cabe a tarefa de criar no aluno o interesse de investigar.

Terrazan et al., (2006) definem essa metodologia de uma forma mais completa:

Nesta proposta metodológica, investigação experimental a partir de roteiros abertos, o papel do professor e do aluno sofrem mudanças significativas: o professor deve saber muito mais do que a matéria que está sendo ensinada, é o responsável em lançar desafios, estabelecer perturbações, provocar no aluno a insatisfação e o desejo em querer buscar explicações. O professor é o mediador entre o tranquilo e a inquietude, entre o senso comum e o conhecimento científico. O aluno deve sair da postura passiva de ouvinte e passar a participar ativamente das aulas, fazendo perguntas, expondo suas ideias, apresentando sugestões para a solução de problemas

(p.3).

Percebe-se que realizar uma aula experimental seguindo essa metodologia não é uma tarefa fácil, o professor precisa estar bem preparado e dispor de um bom planejamento. Ao invés de ficarem apenas observando o professor, os alunos também serão bastante exigidos durante as atividades. Mesmo esse tipo metodologia sendo mais trabalhosa, ela é considerada mais vantajosa do que as demais. Ao não seguir um roteiro de atividades, não restringimos o potencial criativo e intuitivo dos alunos e isso ajuda no interesse e na motivação deles pela atividade experimental e pela Física ao serem desafiados pelo professor.

### **2.3- Os experimentos de baixo custo**

Há algumas décadas, a maioria dos brinquedos das crianças e adolescentes eram feitos manualmente, porém, nos dias de hoje, a maioria dos brinquedos já são adquiridos prontos. Crianças e adolescentes não são mais estimulados a usar a imaginação para construir seus próprios brinquedos. Em analogia com uma aula experimental, o aluno poderá se sentir mais envolvido no processo de ensino-aprendizagem quando ele monta o próprio experimento conforme corrobora Kaptisa (1985):

Para que um estudante compreenda um experimento, ele próprio deverá executá-lo, mas ele entenderá muito melhor se, além de realizar o experimento, ele construir os instrumentos para sua experimentação (p. 43).

Diante desse argumento, o uso de experimentos de baixo custo vai além do fato de os materiais possuírem um valor financeiro baixo, o que se percebe também, é que os alunos compreenderam melhor o experimento e conseqüentemente o conteúdo relacionado a ele. Laburú (2008) argumenta algumas outras vantagens sobre o uso de experimentos de baixo custo:

Do lado do professor, tem-se a segurança de trabalhar com equipamentos de seu completo domínio, tanto no que se refere à manipulação como à teorização envolvida com o mesmo. Do lado dos alunos, além da característica anterior também estar presente, a atividade experimental permite deslocar a concentração para a relação experimento-teoria e não para a necessidade de dominar técnicas e manejo de instrumentos. Com isso, o aluno permanece com sua atenção voltada para o aprendizado da teoria e ao seu uso na interação com a realidade, deixando de se preocupar com o funcionamento e a operação do equipamento, e não se esquecendo

do objetivo primário da atividade empírica que se mantém ligada ao conteúdo estudado ou a estudar (p. 4).

Alguns dos equipamentos presentes nos laboratórios de ciências das escolas são complexos e às vezes muito difíceis de serem manuseados, tanto por parte do professor quanto por parte dos alunos. Isso tende a retardar o andamento da atividade e os alunos terão mais dificuldades de relacionar o experimento com a teoria. Isso não deverá acontecer com os equipamentos de baixo custo, pois estes são mais fáceis de manusear, mesmo porque os materiais são bem mais simples.

Atualmente o acesso dos professores a materiais para atividades experimentais é mais fácil e rápido, porém o principal problema é a falta de materiais mais detalhados que visem instruir os professores em uma aula experimental, daí a importância de mais trabalhos publicados visando ajudar esses professores e também de uma boa formação inicial e da formação continuada.

Esse trabalho tem por objetivo ser uma contribuição a esses professores, através de uma sequência didática para ser utilizada durante 5 aulas sobre o tema radiação eletromagnética, cuja metodologia central é a montagem de um espectroscópio de baixo custo.

### 3. Procedimento metodológico: a proposta

Uma sequência didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes (KOBASHIGAWA et al., 2008). É parecido com um plano de aula, porém ela é mais ampla, aborda várias estratégias de ensino e aprendizagem e pode ser planejada para ter duração de várias aulas.

Quanto às vantagens de se utilizar uma sequência didática para o ensino de Física, encontramos em Fusinato (2013) os seguintes itens:

- Para ensinar os alunos a dominar um conteúdo conceitual de forma gradual, passo a passo;
- Ao organizar uma sequência didática, o professor pode planejar etapas do trabalho com os alunos;
- Explorar diversos conteúdos e procedimentos como: textos, artigo de opinião, jogos, filme, recorte de revistas e jornais, tabelas, gráficos, seminários, visitas monitoradas, práticas de laboratórios simples e adequadas para serem realizadas em sala de aula com material de fácil manuseio (notas de aula).

Percebe-se que o uso da sequência didática para o ensino de Física poderá oferecer vantagens ao professor: este possuirá um planejamento para várias aulas (que poderá ser utilizado em mais de uma turma de alunos), podendo abordar um ou mais conteúdos e ainda utilizar diversos recursos para enriquecer sua aula.

Uma sequência didática geralmente é composta pelos seguintes itens: tema, objetivo, justificativa, conteúdo, ano de escolaridade, tempo estimado para aula, número de aulas necessárias, material necessário, desenvolvimento, avaliação e outros que surjam. O desenvolvimento da sequência didática é abarcado por várias etapas, considerando a discussão coletiva, motivação, exibições de vídeos, aulas expositivas, obtenção de referenciais históricos, e outros.

Listamos a seguir algumas dicas para a elaboração de uma sequência didática que julgamos ser relevantes:

- Compreender que qualquer assunto abordado apresenta dificuldades aos alunos;
- (se possível) Pesquisar antes da elaboração da sequência didática as concepções prévias dos alunos acerca do tema;
- Procurar utilizar várias atividades em sala de aula para potencializar o desenvolvimento e aprendizado;

- Oportunizar situações para que o professor assuma uma postura reflexiva e se torne sujeito do processo de ensino e aprendizagem;
- Reconhecer que nem todos aprendem no mesmo tempo, mas criam-se oportunidades para que ocorra futuramente;
- A avaliação pode não ser somente na última aula, uma vez que avaliar é tentar identificar do que os alunos se apropriaram.

Inicialmente, o professor deve ter em mente o tema que será abordado e qual a importância de ensinar esse tema aos alunos. Após isso, é importante elaborar um quadro sintético, registrando o título das atividades que o docente deseja desenvolver e registrando também a duração média de cada atividade. Ainda no começo da sequência, é importante o professor escrever sobre como ele pretende avaliar os alunos durante essas aulas, (na sequência didática aqui apresentada, nos baseamos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para avaliarmos os alunos de forma continuada). As atividades a serem desenvolvidas devem ser bem detalhadas, abordando os recursos que serão utilizados.

Sobre o tema abordado na sequência didática aqui apresentada, a espectroscopia consiste no estudo da radiação eletromagnética emitida ou absorvida por um corpo. Esta técnica é largamente empregada na Química, Física, engenharias, astronomia, e em outras áreas.

Escolhemos esse tema porque acreditamos que o estudo da espectroscopia pode proporcionar interesse e motivação nos alunos, uma vez que tal tema se relaciona com situações cotidianas e interdisciplinares, como por exemplo: os alunos poderão entender como é possível determinar características de estrelas, compreender qual a composição de um feixe de luz, o que constitui o arco-íris, como é possível diferenciar determinados elementos químicos usando a espectroscopia, etc.

Incluimos nessa sequência didática um experimento de baixo custo: o espectroscópio caseiro, sendo que a montagem e o uso desse experimento deverá ser feito pelos alunos.

Em nossa proposta de sequência didática com atividade experimental de baixo custo, escolhemos trabalhar com a montagem de um espectroscópio caseiro assim como os conceitos físicos envolvidos nele. Especificamente para a parte experimental, produzimos um material de apoio ao professor na forma de texto e disponibilizado ao longo desse trabalho, ensinando com detalhes a montagem do experimento e como utilizá-lo em sala de aula, ou seja, quais conceitos físicos abordar com o experimento. Isso tudo como parte integrante de uma

sequência didática, que está disponibilizada na a partir da página 20 desse trabalho, elaborada com o objetivo de apresentar aos professores de Física uma possibilidade de como utilizar este experimento em sala de aula, associando-o aos conteúdos: dispersão da luz, interferência e difração da luz.

A sequência didática está distribuída em cinco aulas com 5 momentos diferentes. Inicialmente, é apresentada uma sugestão sobre como definir a dispersão e a difração da luz, em seguida a montagem experimental feita pelos alunos em grupos, e por último o uso do experimento e sua importância também são trabalhados. Procuramos utilizar vários recursos de ensino durante essa sequência didática: textos, vídeos, experimento e exercícios teóricos. Os textos e vídeos encontram-se bem descritivos, são úteis para o professor definir os temas tratados, a Física presente no cotidiano também é explorada nesses recursos. Quanto aos problemas propostos, procuramos utilizá-los para criar debates produtivos em sala de aula e, às vezes, para introduzir um determinado conteúdo.

O Espectroscópio que trabalharemos é uma caixa (uma caixa de pasta de dente); onde em uma das tampas há uma fenda estreita, e na outra, uma rede de difração (um pedacinho de um CD). Ele é um instrumento que permite visualizar a composição espectral de vários objetos luminosos. A rede de difração colocada no seu interior decompõe a luz que incide sobre a fenda de entrada, produzindo um espectro na região de saída.

Como o experimento mostra um fenômeno físico que é pouco comum aos alunos e ainda é um fenômeno bonito de se ver, acredita-se que ele possa despertar o interesse dos alunos pela atividade experimental, pela sequência didática e por que não pelas aulas de Física.

Catelli & Pezzini (2002), indicam benefícios na escolha desse experimento pelo fato de redes de difração estarem pouco presentes nos laboratórios nas escolas (isso quando uma escola tem um laboratório estruturado que possa receber aulas experimentais de Física), o que torna essa atividade muito diferenciada. Vários trabalhos já foram publicados, nos quais CDs são improvisados como redes de difração e os resultados são ótimos.

O texto complementar sobre o experimento é indicado principalmente para professores de Física do Ensino Médio, além de estar bem completo e com linguagem simples. Os tópicos principais do texto são: materiais necessários para a montagem; montagem; funcionamento; o que pode dar errado? Possibilidades de utilização o Ensino de Física, entre outros.

## **Sequência didática: desvendando a radiação eletromagnética**

### **Apresentação**

Esta sequência didática é indicada principalmente para professores de Física do Ensino Médio. O tema é a montagem de um espectroscópio caseiro com os alunos em sala de aula.

Em essência, ela está distribuída em cinco aulas com duração de 45 minutos cada aula (acreditamos que o número de aulas poderá variar de professor para professor, de turma para turma, etc) abrangendo 5 momentos distintos e sequenciais.

### **Justificativa**

Geralmente, os professores de Física do Ensino Médio reconhecem a importância da experimentação e conhecem e/ou possuem alguns experimentos, mas às vezes não compreendem como devem utilizá-los em sala de aula. Em essência, tentamos ajudar esses de professores com essa sequência didática e o texto complementar.

### **Objetivo Geral**

Apresentar uma proposta de sequência didática para professores de Física que trabalhe com os conceitos de dispersão e difração da luz envolvendo a construção de um espectroscópio caseiro.

### **Público Alvo**

Professores de Física do Ensino Médio.

### **Papel do professor**

Ajudar o aluno a aprender. Tentamos ao máximo adotar uma metodologia diferenciada, em que o professor precisará estimular a curiosidade dos alunos, principalmente através de perguntas dirigidas para a turma (ou para os grupos). Nesta perspectiva, o professor não é o centro da aula, mas sim um organizador do trabalho didático-pedagógico, oportunizando ao aluno ser um agente de seu próprio processo de aprendizagem, ou seja, o papel principal do professor professor não é ensinar, mas facilitar e mediar a aprendizagem.

## **Avaliação**

O processo avaliativo deverá ser contínuo e o professor avaliará os alunos nas quatro aulas sugeridas através de competências e habilidades que eles conseguirem desenvolver. Recomendamos que ao fim de cada aula, o professor passe de grupo em grupo observando e avaliando os alunos segundo essas competências e habilidades, atribuindo assim uma determinada nota aos alunos que conseguirem desenvolver as competências e habilidades selecionadas.

Baseando-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), indicamos algumas competências e habilidades que podem ser utilizadas nesse processo avaliativo:

- Desenvolver a capacidade de fazer hipóteses;
- Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso;
- Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas.

## Resumo da proposta

| Momentos                                     | Atividades  | Tempo      |
|--|---|------------|
| 1) Questionando os alunos                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Questões dirigidas aos alunos</li></ul>   | 10 minutos |
| 2) Aula experimental                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Montagem do espectroscópio caseiro</li></ul>  | 40 minutos |
| 3) Definir a dispersão da luz                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Questões dirigidas aos alunos</li><li>• Aula expositiva sobre a dispersão luminosa.</li><li>• Vídeo</li></ul> | 1 aula     |
| 4) Definir difração e interferência luminosa | <ul style="list-style-type: none"><li>• Questões dirigidas aos alunos</li><li>• Aula expositiva sobre difração e interferência luminosa.</li></ul>    | 1 aula     |
| 5) A Física envolvida no experimento         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Questões dirigidas aos alunos</li><li>• Explicação do professor</li><li>• Vídeo</li></ul>                     | 2 aulas    |

### MOMENTO 1 (AULA 1): QUESTIONANDO OS ALUNOS

#### Objetivo:

Questionar os alunos sobre os temas a serem abordados

#### Recursos Instrucionais:

#### O que se espera:

Espera-se que os alunos sintam-se motivados para descobrir qual é a cor que uma lâmpada emite.

#### Papel do professor:

O papel do professor é promover um debate produtivo entre os alunos.

#### Encaminhamento: Parte 1

Inicialmente, questionar os alunos:

1. Quais os corpos que vocês conhecem que emitem luz?

É de se esperar que algum aluno diga: lâmpada! Após isso, questioná-los novamente:

1. Qual a cor da luz que uma lâmpada está emitindo?

Após as respostas dos alunos, dizer a eles: No passado algumas pessoas acreditavam que a lâmpada emitia luz branca, enquanto outros acreditavam que era outra cor, vamos investigar isso? vamos montar um experimento para verificar qual é a cor que a lâmpada está emitindo!

## **MOMENTO 2 (AULA 1): CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO**

### **Objetivo:**

Montar um espectroscópio caseiro e explorar os conceitos físicos implícitos.

### **Recursos Instrucionais:**

Experimento, quadro negro e giz.

### **O que se espera:**

Ao questionar os alunos sobre como é possível conhecermos a composição química de certas estrelas, espera-se que os alunos fiquem curiosos por esse assunto. Espera-se também que os alunos se sintam motivados por estarem montando o experimento.

### **Papel do professor:**

O professor deve instruir os alunos sobre como eles devem montar o experimento. Isso deverá ser feito etapa por etapa até que os experimentos fiquem prontos. É importante o professor andar de grupo em grupo durante a montagem: Para ver se os alunos estão

participando, para criar um ambiente de problematização e para ver se os alunos estão usando os materiais de forma adequada.

### **Encaminhamento da atividade**

Essa atividade tem duração média de uma aula, porém, o professor pode ceder alguns minutos da aula seguinte até que os alunos consigam realizar a montagem experimental.

Instruir os alunos a fazerem grupos de máximo três pessoas e apresentar aos alunos a seguinte questão para os alunos refletirem e responderem:

1. Como é possível conhecermos algumas características de algumas estrelas sendo que elas estão muito distantes do sistema solar?

Após o debate com a turma, deve ser iniciada a montagem do espectroscópio caseiro por parte dos alunos, instruir os alunos a formarem grupos de no máximo três pessoas, sendo que cada grupo deverá montar seu experimento.

Utilize o texto complementar sobre o experimento (disponível a partir da página 39 desse trabalho) para instruir os alunos sobre como montar e como utilizar esse experimento. Esse texto ainda apresenta algumas possibilidades de utilização desse experimento em sala de aula.

Esse experimento está associado aos temas dispersão da luz, difração luminosa e interferência luminosa. Por isso, a montagem e utilização desse experimento é muito importante. A partir da utilização desse experimento será possível trabalhar a importância da espectroscopia.

Quando todos os grupos tiverem montado o experimento, questionar os alunos:

- 1- Antes de utilizar esse experimento, quais conceitos físicos que estudamos podem estar envolvidos com esse experimento?

### **MOMENTO 3 (AULA 2 ): DEFINIR A DISPERSÃO LUMINOSA**

**Objetivo:**

Abordar o tema: Decomposição da luminosa.

**Recursos Instrucionais:**

Quadro negro, giz, vídeo e texto para o professor.

**O que se espera:**

Espera-se que os alunos entendam esse tema através da aula expositiva e que relacionem esse tema ao experimento e à situações cotidianas.

**Papel do professor:**

O papel do professor é definir a dispersão luminosa com clareza.

**Encaminhamento: Parte 1**

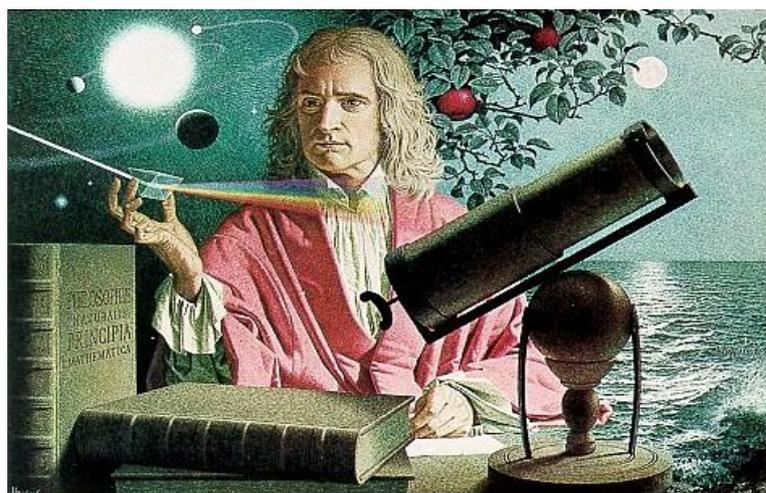
O professor deverá iniciar a abordagem teórica sobre o tema dispersão luminosa explicando adequadamente as questões propostas no início da atividade usando como base o texto e o vídeo abaixo.

**Dispersão da luz**

**Fonte:** FÍSICA – VOLUME ÚNICO, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, 2º Edição, Editora Scipione, 2007, p. 498-499.

Até o século XVIII, pensou-se que a luz branca (a luz solar é um exemplo de luz branca) era uma luz pura, ou seja, ela seria constituída de uma única cor. Porém, Isaac Newton realizando o experimento do prisma, obteve uma outra interpretação para a composição da luz branca.

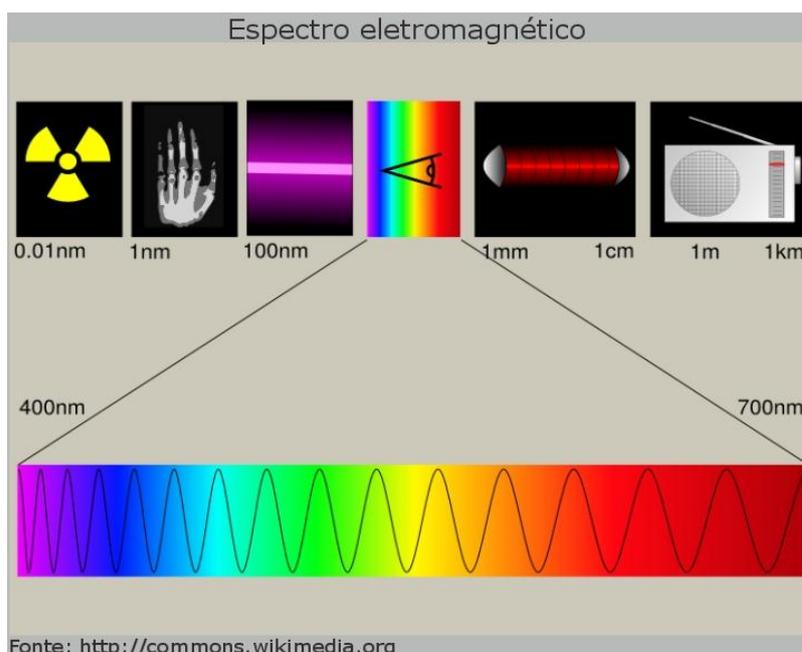
O experimento do prisma constituía-se basicamente de um feixe de luz branca (luz solar) incidindo e atravessando um prisma de vidro (Figura 1). Ao acontecer isso, o feixe de luz branca se decomponha, dando origem a um espectro colorido.



**Figura 1:** Newton segurando um prisma que decompõe a luz branca. Fonte: <http://estelario.blogspot.com.br/2013/02/espectroscopia-lo-que-las-estrellas.html>.

De acordo com suas ideias, a luz branca não é uma luz pura, na realidade ela é uma mistura de várias cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul claro, anil e o violeta. A essa separação da luz branca nas cores que a constituem damos o nome de dispersão da luz. E o conjunto das cores é conhecido como espectro da luz branca.

Percebemos que a cor vermelha é a que menos se desvia e a cor violeta é a que sofre maior desvio. Isso se deve ao fato de que o vermelho tem menor frequência e maior comprimento de onda do que as demais cores (conforme nos mostra a figura 2).



Fonte: <http://commons.wikimedia.org>

**Figura 2:** Espectro eletromagnético. Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>.

A dispersão da luz se manifesta em fenômenos naturais, como o arco íris (imagem 1), e em vários campos da ciência e tecnologia. Por exemplo, em lentes dá lugar a aberração cromática e, em comunicações por fibra óptica, produz um alargamento dos pulsos de luz que se propagam nas fibras, limitando a taxa de transmissão. Assim, conhecer a relação de dispersão é importante para projetar lentes de câmeras, telescópios, microscópios e sistemas de comunicação óptica.



**Imagem 1:** O arco-íris. Fonte: <http://jcuriosidades.comunidades.net/index.php?pagina=1650639712>.

## **Encaminhamento: Parte 2**

Após definir a dispersão luminosa, questionar os alunos:

1. De onde vem o arco íris?

Após o debate, apresentar o seguinte vídeo:

“Kika - De onde vem o arco íris?”, com duração de 04min 03s.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=vZDm61sZV0U>

## **MOMENTO 4 (AULA 3): DEFINIR DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA LUMINOSA**

**Objetivo:**

Definir difração e interferência luminosa para que todos alunos compreendam e associem ao uso experimento.

**Recursos Instrucionais:**

Texto para uso do professor, Vídeo, quadro negro e giz.

**O que se espera:**

Espera-se que os alunos entendam os temas e relacionem-os com o cotidiano deles.

**Papel do professor:**

O papel do professor é promover um debate produtivo entre os grupos de alunos. Em seguida definir os temas indicados de maneira que os alunos compreendam e consigam relacionar com o cotidiano deles.

**Encaminhamento: Parte 1**

Instruir os alunos a se organizarem em grupos de no máximo 4 pessoas e lançar as seguintes questões para eles pensarem e responderem.

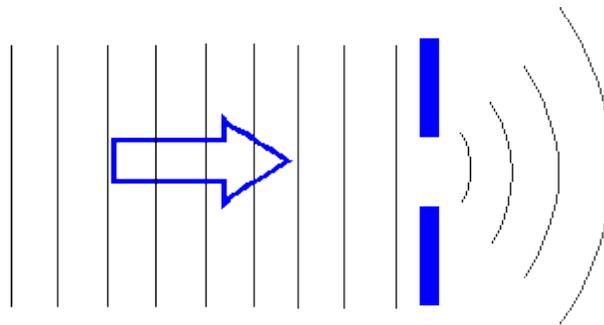
1. Você já parou para pensar como conseguimos ouvir uma pessoa que se encontra isolada do outro lado de um muro alto?
2. E por que ouvimos a música que está tocando em um quarto da casa mesmo que ele esteja com a porta fechada?

Após os debates sobre as respostas dos alunos, o professor deverá iniciar a abordagem teórica sobre o tema da difração e interferência explicando adequadamente as questões propostas no início da atividade usando como base o texto e o vídeo abaixo.

## Difração e Interferência de Ondas Mecânicas

Fontes: <http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/young.html> e [http://www.ifl.unicamp.br/~cescato/Disciplinas\\_arquivos/OpticaAplicada\\_a.pdf](http://www.ifl.unicamp.br/~cescato/Disciplinas_arquivos/OpticaAplicada_a.pdf)

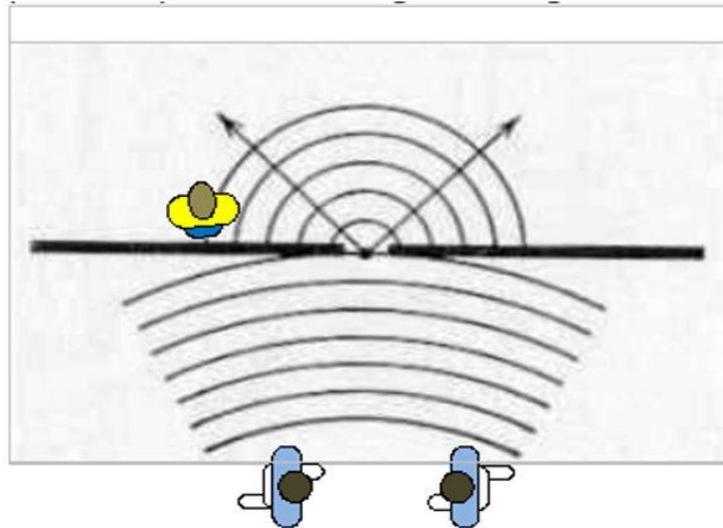
Difração é o nome genérico dado aos fenômenos associados a desvios da propagação da luz em relação ao previsto pela óptica geométrica (ou seja, de raios retilíneos) e que põem em manifesto a natureza ondulatória da luz. Fenômenos de difração são observados para todos os tipos de ondas.



**Figura 3:** Difração em ondas. Fonte: <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/of/difracao.gif>.

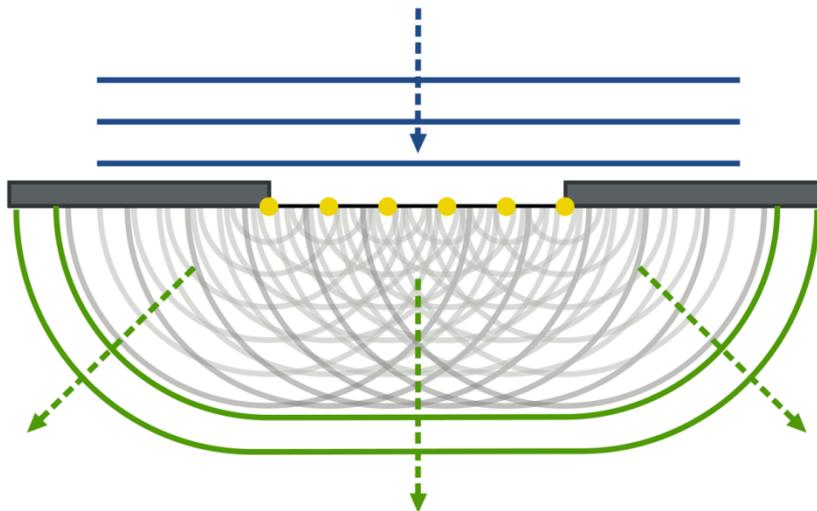
Raramente observamos a difração da luz no cotidiano. Entretanto, a difração das ondas sonoras é difícil de ser evitada; o som contorna obstáculos de tamanhos relativamente grandes, tais como pessoas, árvores e móveis de uma sala. Esta diferença entre a difração do som e da luz é devida à diferença entre os respectivos comprimentos de onda. O comprimento de onda do som é da ordem de 1 m, enquanto que o da luz visível é da ordem de 500 nm.

Ondas eletromagnéticas utilizadas na transmissão de sinais de rádio, televisão e telefonia móvel, por exemplo, com comprimentos de onda que variam entre algumas dezenas de centímetros até alguns quilômetros, contornam facilmente obstáculos como árvores e carros e até prédios, dependendo do caso.



**Figura 4:** Difração em ondas sonoras. Fonte: <http://stoa.usp.br/gregoridam/files/-1/9600/dif1.jpg>.

A primeira explicação qualitativa deste fenômeno foi proposta por Christiaan Huygens, transformando o problema da difração em um problema de múltipla interferência. O princípio de Huygens consiste em que cada frente de onda pode ser pensada de infinitas fontes pontuais situadas em uma superfície da frente de onda. A soma de todas estas fontes pontuais resulta na própria frente de onda que se propaga.



**Figura 5:** Princípio de Huygens. Fonte:

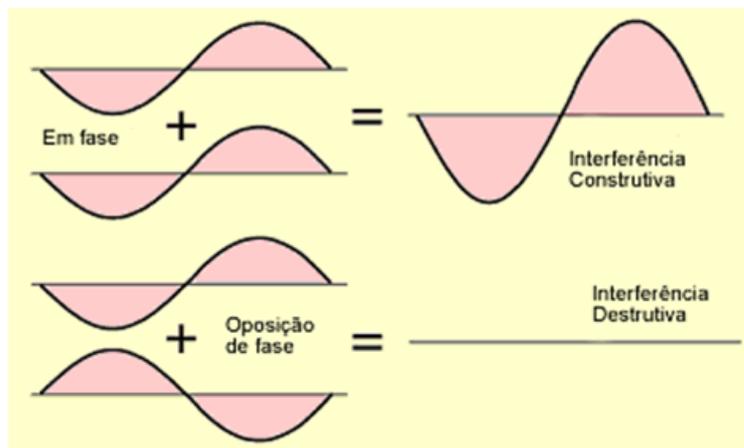
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/60/Refraction\\_on\\_an\\_aperture\\_-\\_Huygens-Fresnel\\_principle.svg/237px-Refraction\\_on\\_an\\_aperture\\_-\\_Huygens-Fresnel\\_principle.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/60/Refraction_on_an_aperture_-_Huygens-Fresnel_principle.svg/237px-Refraction_on_an_aperture_-_Huygens-Fresnel_principle.svg.png).

Se deixarmos cair duas pedras na água, as ondas geradas por cada uma delas podem se superpor formando assim um padrão de interferência (imagem 2), neste padrão, os efeitos ondulatórios podem se reforçar, se enfraquecer ou mesmo neutralizar-se.



**Imagem 2:** Interferência. Fonte: <http://www.brasilecola.com/upload/e/interferencia.jpg>.

Quando a crista de uma onda se superpõe a crista de outra, seus efeitos individuais se somam e produzem uma onda resultante com amplitude maior: isso é chamado de interferência construtiva (figura 6). Quando a crista de uma onda se superpõe ao vale de outra, seus efeitos individuais são reduzidos, sendo que a parte alta de uma onda preenche a parte baixa da outra, isso é chamado de interferência destrutiva (imagem 6).



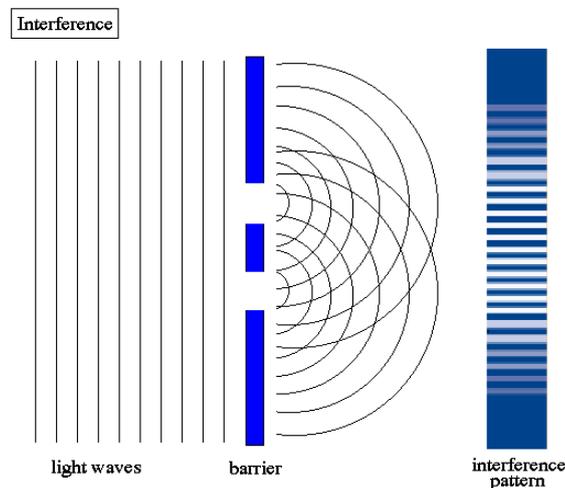
**Figura 6:** Interferência construtiva e destrutiva. Fonte: <http://taniapinto23.files.wordpress.com/2011/04/imagem15.gif>.

A interferência é uma característica de todo movimento ondulatório, seja de ondas se propagando na água, ondas sonoras se propagando no ar, etc.

### **Difração e Interferência de ondas eletromagnéticas**

Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/young.html>

Em 1801, Young realizou uma experiência demonstrando que a luz possuía natureza ondulatória. Fez a luz passar por uma abertura estreita e constatou que, num anteparo instalado do outro lado, não surgia simplesmente uma linha nítida, mas sim um conjunto de faixas luminosas de diferentes intensidades. Isso mostrava que a luz sofria difração, tal como ocorria com as ondas sonoras ou as de um lago. Se ela fosse constituída de partículas, esse comportamento seria impossível.



**Figura 7:** Experiência da fenda dupla. (os tamanhos das aberturas estão exagerados). Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/young51.gif>.

As franjas brilhantes se formam quando a crista de uma onda luminosa que veio de um dos furos se superpõe simultaneamente à crista de uma onda luminosa que veio do outro furo. Já as franjas escuras se formam quando a crista de uma onda que veio de um dos furos se superpõe simultaneamente ao vale de uma onda luminosa que veio do outro furo.

Não contente, porém, Young desenvolveu outro experimento para confirmar seu resultado: fez passar dois feixes de luz por orifícios separados. Ao incidirem sobre um anteparo, resultaram num desenho que apresentava áreas claras entremeadas com outras totalmente escuras. Estas últimas só podiam ser causadas pela interferência de ondas.

Apesar dessas evidências, tais demonstrações foram consideradas insuficientes, por muito tempo, na Inglaterra, até serem complementadas, mais tarde, pelo trabalho de outros pesquisadores europeus.

**Recomendação de vídeo:**

“Difração da Luz/Experimentos Práticos”, com duração de 06min 33s.  
Link: [https://www.youtube.com/watch?v=mYq0\\_qCIWIE](https://www.youtube.com/watch?v=mYq0_qCIWIE)

**MOMENTO 5 (AULAS 4 E 5): A FÍSICA ENVOLVIDA NO EXPERIMENTO****Objetivo:**

A partir do experimento, trabalhar os conceitos físicos envolvidos relacionando-os à realidade dos alunos.

**Recursos Instrucionais:**

Experimento, texto, quadro negro e giz.

**O que se espera:**

Espera-se que os alunos compreendam melhor os temas das aulas anteriores. Espera-se também que os alunos aprendam a importância da espectroscopia para a Astronomia.

**Papel do professor:**

O papel inicial do professor é promover um debate produtivo entre os alunos. Após isso, explicar com clareza os conceitos físicos relacionados com o experimento e explicar uma aplicação prática da espectroscopia no cotidiano: a espectroscopia astronômica.

**Encaminhamento da aula 4:**

Levantar um debate em sala de aula através das seguintes questões:

1. O pedaço de CD que vocês cortaram pode ser relacionado com algum conceito físico?

2. Podemos relacionar a dispersão luminosa com a experiência que fizemos?

Depois do debate com os alunos, pedir para os alunos apontarem o espectroscópio para outras fontes luminosas possíveis, como tela de celulares, telas de computadores ou para outro tipo de lâmpada. É muito importante o professor ressaltar os perigos e não permitir que os alunos apontem o espectroscópio para o Sol. Após isso, questionar os alunos novamente com as questões abaixo:

1. As cores observadas são iguais?
2. Na opinião de vocês, porque as cores diferem de uma fonte para outra?

Após os debates sobre as respostas dos alunos, o professor deverá iniciar a abordagem teórica sobre os conceitos físicos presentes no experimento e explicar adequadamente as questões propostas no início da atividade usando como base o texto abaixo.

### **Espectroscópio**

Fonte: [http://moodle.stoa.usp.br/file.php/450/Aula\\_2\\_-\\_27-02-10/Espectroscopio.pdf](http://moodle.stoa.usp.br/file.php/450/Aula_2_-_27-02-10/Espectroscopio.pdf).

Um espectroscópio é um instrumento capaz de dispersar a luz branca emitida por uma fonte, decompondo-a nas várias cores possíveis, o que nos permite determinar os diferentes comprimentos de onda ( $\lambda$ ) que a compõem. Esse tipo de operação é possível porque o espectroscópio é construído a partir de um prisma ou de uma rede de difração.

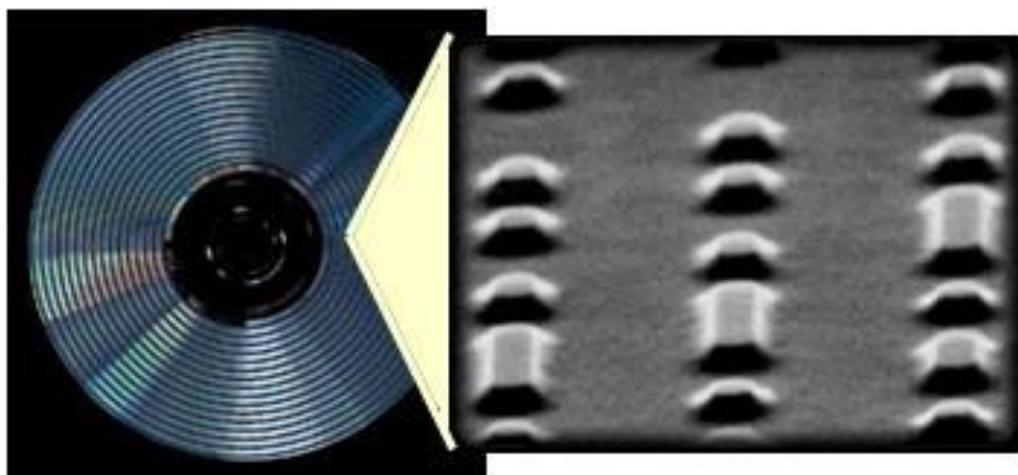
A propriedade da difração é que permite estudarmos os fenômenos associados ao desvio que a luz sofre em sua propagação ao ultrapassar um obstáculo, como uma fenda, que esteja à sua frente. Porém, como os efeitos da difração apenas são notados quando os obstáculos (fendas) possuem dimensões comparáveis ao comprimento de onda que desejamos estudar, para que seja possível verificarmos os efeitos da difração da luz visível, nós vamos precisar de fendas muito pequenas, já que o comprimento de onda ( $\lambda$ ) da luz é da ordem de 500nm. É possível resolver este problema com o uso de uma rede de difração: um pedacinho de vidro com muitas fendas paralelas e próximas entre si. Desta forma, a luz

atravessa o espaço ocupado pelas fendas e à frente delas formam-se umas listras (que chamaremos de franjas) claras e escuras. Estas franjas, na verdade, resultam das interferências construtivas e destrutivas, representando as diferenças de caminho percorrido pelas ondas que atravessaram cada uma das fendas que provocaram essas interferências.

O que essa tal “interferência construtiva” faz, na verdade, é apenas associar cada frequência ( $\nu$ ) (ou comprimento de onda ( $\lambda$ )) da luz que passa por uma fenda, com a mesma frequência ( $\nu$ ) ou comprimento de onda ( $\lambda$ ) da luz que passa pelas outras fendas, de forma que o espectro da cor *azul* que passa por uma fenda interfere construtivamente com o próprio *azul* que passa por outra fenda, o vermelho com o vermelho e assim por diante, destacando cada cor do espectro de forma separada.

Assim, temos a decomposição da luz branca em várias luzes coloridas, o que nos permite comparar os espectros de luz visível emitidos por tipos de fontes variadas, como os muitos tipos de lâmpadas.

O CD é o responsável por difratar a luz, possibilitando a formação das franjas (interferências). Isso é possível porque o CD contém uma série de minúsculas cavidades que possuem a mesma largura e profundidade, mas diferentes comprimentos e distâncias variadas entre si. Na verdade, o comprimento médio de uma dessas cavidades é medido em aproximadamente 0,4 micrôn, enquanto a distância média entre duas cavidades sucessivas é cerca de 1,6 micrôn: como 1 micrôn equivale a  $10^{-6}$ m, já deu para perceber por que, para nós, o CD aparenta ser tão lisinho, certo?

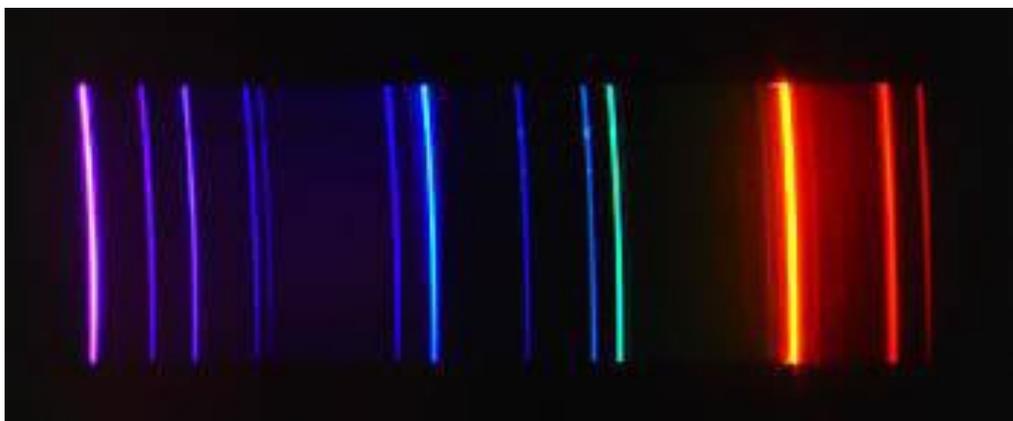


**Figura 8:** As minúsculas cavidades que constituem um CD.  
Fonte:[http://www.feiradeciencias.com.br/sala09/image09/09\\_21\\_03.gif](http://www.feiradeciencias.com.br/sala09/image09/09_21_03.gif).

Portanto, assim como uma rede de difração, um prisma também pode ser utilizado

como elemento dispersor em um espectroscópio. É mais apropriado, porém, utilizarmos a rede de difração, devido à baixa resolução apresentada pelo prisma.

Independentemente de qual seja o elemento dispersor utilizado em um espectroscópio, é necessário projetar um raio de luz para podermos visualizar a decomposição da luz. No caso do nosso experimento, isso será feito através de um pequeno corte estreito. Quando a luz de uma lâmpada incandescente passar por esta fenda estreita, você verá a formação de diferentes imagens da fenda, cada uma correspondendo a uma cor. Na verdade, essas imagens coloridas irão se superpor parcialmente, formando uma única faixa colorida que chamamos de espectro contínuo. Em um espectro contínuo, a passagem de uma cor para a outra não se faz bruscamente, mas de forma gradual, dando origem às tonalidades conhecidas como “sete cores do arco-íris”.



**Figura 9:** Exemplo de um espectro de raias do hélio. Fonte: <http://www.ifi.unicamp.br/~accosta/f429-18.html>, 20/dez/2005.

## **Encaminhamento da aula 5**

Sugerimos aos professores que após a explicação dos conceitos físicos presentes no experimento, inicie uma abordagem teórica sobre a importância da espectroscopia. Sugerimos a espectroscopia astronômica, utilizando-se o texto e o vídeo recomendado.

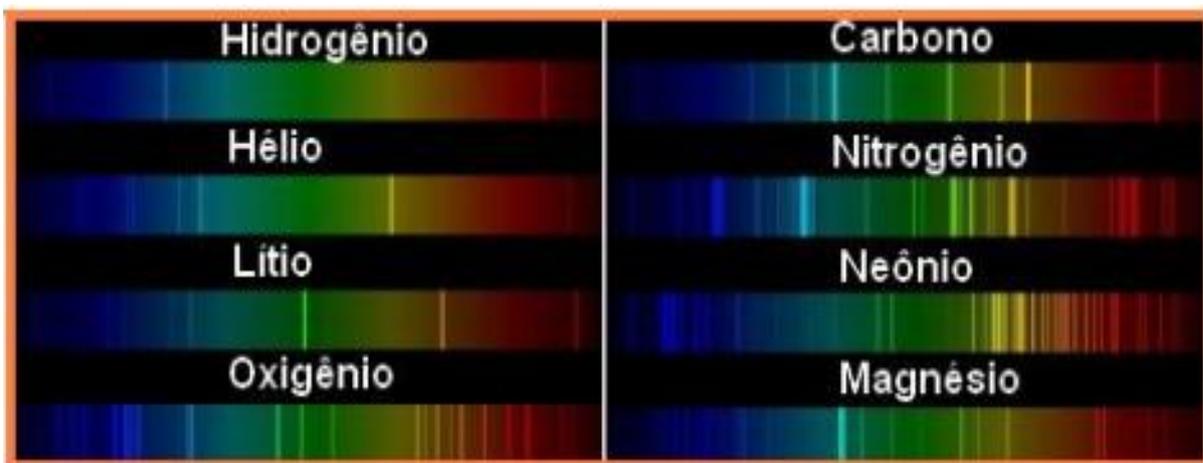
### **Espectroscopia Astronômica**

Fonte: <http://bussoladeplasma.wordpress.com/2013/01/12/espectroscopia-e-astronomia/>

Estamos familiarizados com o arco-íris, um arco de luz colorida que aparece quando a luz solar é separada em seus comprimentos de onda constituintes. Uma imagem muito nítida e

brilhante deste espectro revela outra faceta da luz solar: lá estão as linhas escuras que formam comprimentos de onda onde foram absorvidos. Estas linhas escuras, conhecida como espectro de absorção, fornecem informações sobre a composição química do Sol ou de qualquer outra estrela. Cada elemento químico tem a sua própria “impressão digital”, um padrão de luz em todo o espectro visível, que é evidente em testes da chama.

A figura abaixo mostra o espectro (assinatura espectral) de alguns elementos químicos:



**Figura 10:** Espectro de alguns elementos químicos. Fonte: <http://bussoladeplasma.files.wordpress.com/2013/01/espectro-elementos.png?w=472>.

A estrutura de uma substância em nível atômico determina diferenças muito específicas entre estados de energia dos seus elétrons. Estas diferenças de energia, por sua vez correspondem a comprimentos de onda específicos, quando a substância ganha ou perde energia como fótons de luz. Existem dois tipos de espectros: espectros de emissão constituído de linhas individuais de luz emitidos por um elemento ou combinação de elementos.

Espectros de absorção aparecem como linhas escuras no espectro de luz visível, a luz incidente é absorvida pelas partículas de gás ou poeira entre a fonte de luz e o observador.



**Figura 11:** Espectro de absorção e emissão do Hidrogênio. Fonte: <http://bussoladeplasma.files.wordpress.com/2013/01/espectro-de-emissc3a3o.png?w=472>.

Se olharmos para um espectro astronômico, veremos as linhas características de um determinado elemento, então podemos dizer imediatamente que elemento está presente tanto em uma estrela quanto em uma galáxia.

São as técnicas de espectroscopia que simplesmente detectam a presença de um elemento químico ou molécula em uma estrela ou galáxia. Como é que nós sabemos a composição química, temperaturas, pressões e movimentos de estrelas e galáxias, que estão tão distantes? Para responder a esta pergunta temos primeiro que perguntar, como sabemos que esses corpos existem?

Sabemos que eles existem porque podemos vê-los, ou seja, eles estão emitindo energia na forma de ondas de luz e também infravermelho, ultravioleta, ondas de frequência de rádio e raios X. Esta energia viaja por grandes distâncias e nos fornece uma fonte extremamente rica de informações sobre seu comportamento. Um espectro é o resultado da divisão da luz nas suas cores constituintes e é através do estudo de espectros que os astrofísicos e astrônomos têm sido capazes de fazer as suas descobertas mais importantes.

Partindo do princípio de que diferentes elementos químicos emitem diferentes cores, podemos concluir que; se analisarmos o espectro de alguma fonte de luz perto ou distante, poderemos saber do que é feito o material que está emitindo a luz.

É mais ou menos isso que os astrônomos fazem quando querem saber a composição química do Sol, de alguma estrela distante ou até uma galáxia, e para isso eles usam o Espectroscópio.

### **Recomendação de vídeo:**

*“Joseph Fraunhofer E As Linhas Espectrais”*. Duração: 14min 34s.

Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=f\\_-jHTL0WTQ](https://www.youtube.com/watch?v=f_-jHTL0WTQ)

## **Texto de apoio sobre o espectroscópio caseiro**

### **Introdução**

Neste trabalho propomos a construção de um dispositivo que decompõe a luz branca, e para tal, usamos como elemento dispersor um CD, o qual se comporta como uma rede de difração. Tal dispositivo é conhecido como espectroscópio.

Os materiais utilizados são todos de baixo custo e de fácil acesso. Ele poderá ser utilizado em locais diversos, como por exemplo na própria sala de aula. No final deste trabalho, propomos ao professor de física algumas possibilidades de utilização deste experimento no ensino de física.

### **Conceitos físicos relacionados:**

Decomposição da luz, difração e interferência.

### **Materiais necessários para construção:**

- Uma caixa de creme dental vazia;
- Um CD;
- Fita isolante;
- Tesoura;
- Um estilete;
- Uma régua;
- Cola;
- Fita adesiva;
- Caneta.

### **O que pode ser substituído?**

A caixa de creme dental pode ser facilmente substituída por uma outra caixa papelão, como por exemplo: caixa de fósforos, caixa de remédios, caixa de cereais, caixa de sabão em pó, etc.

## Montagem

1. Separe todos os materiais a serem utilizados (imagem 3);



**Imagem 3:** Materiais utilizados para a montagem do experimento. Fonte: Autoria própria.

2. De posse de uma caixa de creme dental, cole a tampa que está aberta usando a cola, deixando a caixa totalmente fechada (imagem 5).



**Imagem 4:** Caixa de creme dental aberta. Fonte: Autoria própria.



**Imagem 5:** Caixa de creme dental fechada, Fonte: Autoria própria.

3. Recorte um retângulo em uma das extremidades da caixa (que será chamada de extremidade A). Para isso desenhe um retângulo na caixa para facilitar o corte. Em seguida, use o estilete para perfurar e posteriormente a tesoura para recortar o retângulo. Deve-se também cortar as partes laterais da tampa que ficam abaixo da parte superficial (imagem 6). Quanto às dimensões, recomenda-se aproximadamente: 3cm x 2cm.



**Imagem 6:** Caixa de creme dental com um recorte em forma de janela na extremidade A. Fonte: Autoria própria.

4. Vemos pela imagem 6, que as duas bordas laterais da tampa se descolaram da parte inferior. Para resolver isso basta aplicar cola nos locais. A caixa ficará da seguinte forma:



**Imagem 7:** como deve ficar a extremidade A da caixa. Fonte: Autoria própria.

5. Em seguida, devemos fazer um pequeno orifício na outra extremidade da caixa (que será chamada de extremidade B), com dimensões de aproximadamente 1 mm x 3 cm, novamente usa-se a régua para medir e a caneta para marcar o retângulo. Em seguida deve-se usar o estilete para fazer o orifício, a imagem seguinte o ilustra:



**Imagem 8:** Extremidade B da caixa, com o orifício quase pronto. Fonte: Autoria própria.

6. Porém, recomenda-se um orifício com largura menor que 1mm para obter melhores resultados. Para isso, deve-se usar uma tira de fita isolante de forma a reduzir a largura desse orifício, colando-a verticalmente ao orifício. A imagem 9 mostra como a caixa deve ficar:



**Imagem 9:** Janela na extremidade B da caixa após inserirmos a tira de fita isolante. Fonte: Autoria própria.

7. Em seguida, deve-se retirar o adesivo da superfície do CD, para isso, deve-se cobrir com fita adesiva uma parte da superfície de cima do CD, grudá-la firmemente e em seguida puxar com força e velocidade, segurando o CD. Lembre-se que em alguns CDs o adesivo é retirado com maior facilidade do que em outros.

8. Após conseguir limpar uma área razoável do CD, deve-se cortar um pedaço do CD usando a tesoura e se necessário o estilete, em formato de pedaço Pizza, e com tamanho aproximadamente igual ao retângulo maior feito na caixa (3cm x 2cm), a imagem 11 mostra o pedaço de CD (rede de difração) já pronto para uso.

**Observação importante:**

Evite tocar com os dedos a superfície do CD depois que foi descolada a fita adesiva, pois a camada que difrata a luz sai com facilidade, o que deteriorará a rede de difração. Vale lembrar que os CDs mais claros fornecem redes de difração melhores, pois absorvem menos na faixa do vermelho.

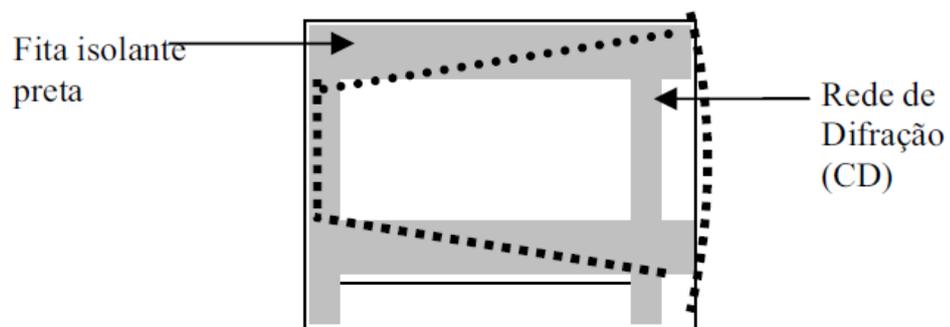


**Imagem 10:** CD com recorte já feito e com parte de seu adesivo superficial já removido. Fonte: Autoria própria.



**Imagem 11:** Pedaco de CD (rede de difração) já pronto para uso. Fonte: Autoria própria.

9. Na janela maior, cole a rede de difração de CD, de acordo com a posição indicada na figura 12. A colagem pode ser feita com fita isolante preta, de modo a evitar que raios luz possam entrar na caixa.



**Figura 12:** Representação de como deve ser inserida a rede de difração na caixa. Fonte: Autoria própria.

10. Após isso, uma das extremidades da caixa estará pronta, conforme mostra a imagem seguinte:



**Imagem 12:** Extremidade A da caixa pronta. Fonte: Autoria própria.

11. Pode acontecer, durante a montagem, que alguma parte da caixa se desencaixe. Para resolver isso basta cobrir a parte danificada com fita isolante. Com isso, o experimento estará pronto para uso.

### **O que pode dar errado?**

É importante que não haja nenhum outro orifício na caixa, a não ser o orifício que foi feito, pois, raios de luz entrarão na caixa prejudicando os resultados do experimento. Qualquer orifício extra deve ser tampado usando a fita isolante.

O tamanho do orifício feito na extremidade da caixa deve ser preciso. Um orifício maior do que o recomendado pode vir a prejudicar os resultados experimentais.

### **Funcionamento**

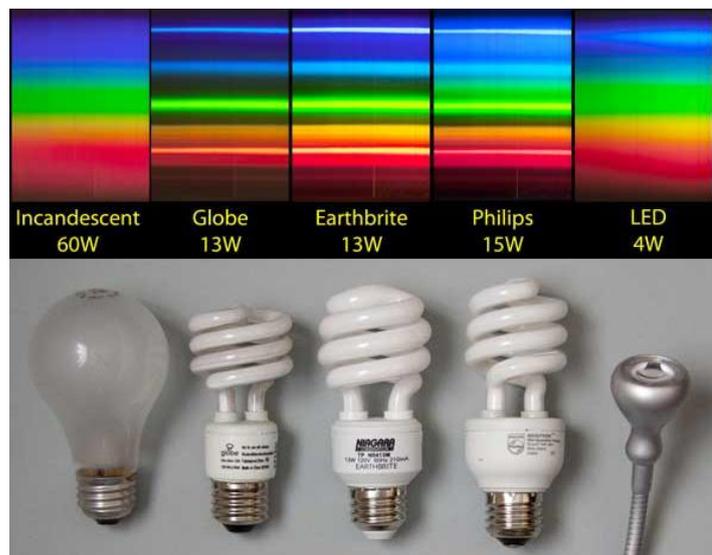
O espectroscópio poderá ser usado para analisar as mais diversas fontes de luz (velas, lâmpadas comuns, anúncios luminosos, telas de TV ou de computador, e muitas outras), cada

fonte de luz possui seu espectro característico. A imagem 13 ilustra alguns desses espectros de algumas lâmpadas.

Para utilizá-lo, segure-o com uma das mãos, traga-o para perto dos olhos e, utilizando apenas um olho (feche o outro olho) olhe através da rede de difração na extremidade da caixa, sendo que, a extremidade que contém o orifício deve ficar à frente da outra extremidade. Conforme mostra a imagem 14.

Neste momento tente alinhar o orifício do espectroscópio com a fonte de luz (**nunca aponte o espectroscópio diretamente para o Sol**) ou para um local próximo à fonte de luz, ou ainda para um local onde os raios de luz da fonte estejam sendo refletidos. Se tudo ocorrer de forma correta, você deverá ver dois espectros sendo projetados na rede de difração.

Deixe o orifício na posição vertical ou horizontal para uma melhor visualização. Os espectros projetados estarão no sentido ortogonal em relação ao sentido do orifício.



**Imagem 13:** Alguns espectros característicos. Fonte: <http://taniapinto23.files.wordpress.com/2011/04/imagem15.gif>.



**Imagem 14:** Ilustração de como o experimento deve ser utilizado. Fonte: Autoria própria.

### **Dicas de funcionamento e dicas de periculosidade**

- Quando for apontar o espectroscópio para uma fonte de luz qualquer, é possível que os espectros projetados não estejam bem nítidos. Tente variar um pouco a posição do espectroscópio em relação à fonte de luz, pois isso pode fazer com que o espectro fique um pouco mais nítido.
- Quando for apontar o espectroscópio para uma fonte de luz menos intensa (para uma TV ou tela de computador por exemplo), o espectro que você observará também será menos intenso. Procure apagar as lâmpadas do local e fechar as cortinas para evitar possíveis reflexões na rede difração. Também é recomendado cobrir a área em torno da rede de difração com as mãos.
- Nunca aponte o espectroscópio diretamente para o Sol, pois isso pode acarretar em lesões oculares irreversíveis. Caso queira observar o espectro solar, aponte-o para um

local onde os raios solares estejam incidindo, como por exemplo: uma parede, uma árvore, o teto de uma casa, etc. Também não tente apontá-lo para um espelho ou vidro que esteja refletindo os raios solares.

### **Possibilidades de utilização no ensino de Física**

O professor pode fazer uma breve abordagem sobre a história da espectroscopia, falando de cientistas como: Isaac Newton, William Herschel, Joseph Von Fraunhofer e Robert Bunsen, abordando a importância deles para o desenvolvimento desse tema.

Com o experimento pronto, uma primeira atividade interessante seria o professor pedir aos alunos que apontem o espectroscópio para as lâmpadas que se encontram na própria sala de aula. Neste momento, o professor poderá falar que o espectro que os alunos estão vendo é o espectro da luz visível e poderá relembrar o tema ondas eletromagnéticas junto aos alunos.

Uma segunda atividade interessante seria pedir aos alunos que apontem o espectroscópio para outras fontes de luz, como lâmpadas que se encontram no Colégio, telas de celulares, telas de computador, entre outras fontes. Após isso o professor pode fazer a seguinte explicação: cada fonte de luz têm um espectro característico, que depende da composição química da fonte emissora. O espectroscópio também pode ser apontado para um local onde os raios solares estejam sendo refletidos (neste momento, o professor deve alertar aos alunos que jamais apontem o espectroscópio para o Sol), como para uma parede ou para uma árvore por exemplo. Talvez seja possível notar no espectro colorido algumas linhas transversais escuras, trata-se de um espectro de absorção: são as linhas de Fraunhofer.

Em seguida, aproveitando as experiências e explicações anteriores, o professor pode fazer uma explicação introdutória sobre os tipos de espectro: absorção e emissão. Também pode relacionar o experimento com uma situação do cotidiano, explicando que a composição química de estrelas e planetas muito distantes podem ser determinadas por espectroscopia.

Por fim, ainda é possível abordar um tópico de física moderna explicando o fato de algumas cores se destacarem mais do que as outras poder ser explicado pelo modelo atômico de Niels Bohr.

## **Considerações finais**

Considerando a grande falta de professores formados especificamente em Física e os demais problemas que atingem o ensino de Física na atualidade, buscamos ajudar os professores com a nossa proposta. A proposta apresentada pode parecer pequena devido aos grandes problemas que atingem o ensino de Física, porém, ela deve ser entendida como uma pequena contribuição na tentativa de melhorias.

Os objetivos deste trabalho foram cumpridos. Conseguimos desenvolver nossa proposta para os professores de Física: o uso de um experimento de baixo-custo em sala de aula, acompanhado de um texto complementar e uma sequência didática para uso dos professores.

Várias referências bibliográficas mostraram o que já era esperado: a importância do uso de experimentos de baixo custo em sala de aula, principalmente como uma agente motivacional. No momento em que escrevo esse texto, já sou professor de escola pública e, de todas as aulas ministradas, as que obtive melhores resultados e as que despertaram maior motivação nos alunos, foram as aulas experimentais, utilizando principalmente materiais de baixo custo.

Embora o material produzido não tenha sido aplicado por professores, acreditamos que o experimento apresentado (incluindo sua montagem pelos alunos) poderá ser uma boa opção para o professor utilizá-lo em sala de aula quando estiver abordando os temas relacionados a ele.

Quanto ao texto complementar sobre o experimento, ele poderá ser utilizado por qualquer um que se interesse pelo tema (até mesmo para quem pouco sabe sobre Física), pois o texto descreve de forma precisa e detalhada como montar e como funciona o espectroscópio caseiro. Esse texto pode ser muito útil para o professor que nunca tenha montado o experimento, pois este aprenderá como montá-lo, como ele funciona e quais possíveis abordagens poderá relacionar ao uso desse experimento em sala de aula.

Quanto à sequência didática, acreditamos que ela poderá ser um planejamento muito útil aos professores de Física, com vários recursos de ensino e textos bem descritivos, para que o professor saiba o que fazer com esse experimento durante as aulas. É claro que o professor poderá adaptar algumas partes da sequência didática se ele achar necessário, mesmo porque é uma sugestão. Acreditamos que ela pode ser útil, porém, ela também pode ser

insuficiente. Só teremos conclusões mais satisfatórias depois que ela for aplicada em sala de aula.

## Referências

- ANGOTTI, P. *Desafios Para a Formação Presencial e a Distância do Físico Educador*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, 2006.
- BARBOSA, C. C. A; CARVALHAES, G.C; COSTA, T. V. M. *A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do Ensino Médio*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, 2006.
- BARBOSA J. O. *Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no Ensino Médio*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.16, n.1, Abr. 1999.
- BORGES, O. *Formação Inicial de Professores de Física: Formar Mais! Formar Melhor!* Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, 2006.
- BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL, Ministério da Educação. *Escassez de professores no Ensino Médio: Propostas estruturais e emergenciais*. Comissão Especial instituída (CNE/CEB). Brasília, 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.
- CAMARGO, S.; NARDI, R. . *Formação de professores de Física: os estágios supervisionados como fonte de pesquisa sobre a prática de ensino*. Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências, Porto Alegre - RS, v. 3, n. 3, 2003.
- CARVALHO, A.M.P.; VANNUCCHI, A.I.; BARROS, M.A.; GONÇALVES, M.E.R.; REY, R.C. *Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico*. 1 ed. São Paulo: Editora Scipione, 1998. p. 22-23.
- CATELLI, F; PEZZINI S. *Laboratório caseiro: Observando espectros luminosos – Espectroscópio portátil*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.2, Ago. 2002.
- CHIQUETTO, M.J. *O currículo de Física do ensino médio no Brasil: discussão e retrospectiva*. Revista e-curriculum, v.7, n.1, 2011.
- DOMINGUINI, L.; MAXIMIANO, J. R.; CARDOSO, L. *Novas Abordagens do Conteúdo Física Moderna no Ensino Médio Público do Brasil*. IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012.
- FUSINATO, P. A. *O que são sequências didáticas?* Notas de aula, 2013.
- GARCIA, N. M. D; KALINOWSKI H. J. *Um espectroscópio simples para uso individual*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n.2, Ago. 1994.
- GIORDAN, M. *O papel da experimentação no Ensino de Ciências*. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, nº 10, Nov. 1999.

- INEP. *Estatísticas dos Professores do Brasil*. Brasília, MEC, 2003.
- KAPTISA, P. *Experimento, Teoria e Prática: artigos e conferências*, Moscou, Ed. Mir, 1985.
- KLAJN, S. *Física a vilã da escola*. Passo Fundo: UPF, 2002.
- KOBASHIGAWA, A.H. et al. *Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental*. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008.
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. *Laboratório caseiro - pára raios: Um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 1, Abr. 2008.
- LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. *Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica*. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Florianópolis, 2009.
- PARANÁ. SEED. Secretaria de Estado da Educação. *Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica*. Secretaria de Estado da Educação. Curitiba, 2008.
- PENA, L. F. A.; FILHO, A. R. *Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006)*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n° 1, 2009.
- PENTEADO, R. M. R.; KOVALICZN, R. A. *Importância de materiais de laboratório para ensinar Ciências*. s/d. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/22-4.pdf>. Acesso em, 05 jun. 2011.
- PENHA, S. *A Carência de Professores de Ensino de Física – Um Estudo de Caso Sobre esta Carência na Região Serrana do Rio de Janeiro*. Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.
- RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. *A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, 2007.
- ROSA, C. W.; ROSA, A. B. *Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol. 4, n. 1, 2005.
- ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. *A Investigação-ação na Formação Continuada de Professores de Ciências*. Revista Ciência e Educação, v. 9, n. 1, 2003.
- SNYDERS, G. *A alegria na escola*. São Paulo: Editora Manoele, 1988.
- TERRAZAN, E. A.; HERNANDES, C. L.; CLEMENT, L. *Uma Atividade Experimental Investigativa de Roteiro Aberto Partindo de Situações do Cotidiano*. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – EPEF, VIII, 2002, Águas de Lindóia, São Paulo: SBF, junho 2002.