



Campus de Presidente Prudente

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DISPERSÃO E DIFRAÇÃO DA LUZ: CONFECÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO.

Felipe Rodrigues Bruzadin

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Prof.^a Dra. Ana Maria Osório Araya

Presidente Prudente

Setembro de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

B914s	<p>Bruzadin, Felipe Rodrigues</p> <p>SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE DISPERSÃO E DIFRAÇÃO DA LUZ : CONFECCÃO E UTILIZAÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO / Felipe Rodrigues Bruzadin. -- Presidente Prudente, 2018</p> <p>53 p. : il., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente</p> <p>Orientadora: Ana Maria Osório Araya</p> <p>1. Ensino de Física. 2. Espectro eletromagnético. 3. Dispersão da luz. 4. Difração da luz. 5. Sequência didática. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

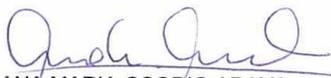
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A DISPERSÃO E DIFRAÇÃO DA LUZ:
CONFEÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO

AUTOR: FELIPE RODRIGUES BRUZADIN

ORIENTADORA: ANA MARIA OSORIO ARAYA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENSINO DE FÍSICA,
área: Física na Educação Básica pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. ANA MARIA OSORIO ARAYA
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Prof. Dr. JOÃO RICARDO NEVES DA SILVA
Instituto de Física e Química / Universidade Federal de Itajubá



Prof. Dr. GUSTAVO BIZARRIA GIBIN
Departamento de Química e Bioquímica / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Presidente Prudente, 27 de setembro de 2018

Dedico esta dissertação a todos que de alguma forma me apoiaram nesta busca pelo conhecimento. À minha família que sempre me apoiou em meus estudos. Por fim, agradeço aos meus alunos, que colaboraram com as atividades propostas para fomentar as necessidades das disciplinas e em especial desta pesquisa.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e pela vida de todos que estão ao meu redor;

Aos professores, coordenadores e orientadores que tive a oportunidade de conhecer e aprender;

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela oportunidade que nos dá de buscar mais conhecimentos e nos aperfeiçoar;

À Escola Estadual Maria Nívea Costa Pinto Freitas por sediar minha pesquisa e atender sempre as minhas necessidades;

Aos meus colegas que compartilharam conhecimento e alegrias no decorrer do curso;

À minha orientadora pelo apoio, pela paciência, pela disposição e por me guiar sempre disposta a compartilhar seus conhecimentos;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Sequência didática sobre Dispersão e Difração da luz: confecção e utilização de um Espectroscópio

Felipe Rodrigues Bruzadin

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Maria Osório Araya

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (Mestrado Profissional) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Resumo

Este trabalho apresenta uma sequência didática onde são utilizadas ferramentas de informática e a experimentação como recursos metodológicos, com o intuito de contribuir com o ensino e a prática em sala de aula dos professores. Na sequência, aparece a ordem de como trabalhar a dispersão e a difração da luz, assim como as habilidades e competências necessárias, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos. Os resultados nos mostram que os alunos conseguiram entender a relação entre o espectro e a luz fornecida por diferentes lâmpadas assim como a participação deles nas atividades foi relevante.

Palavras-chave: Sequência Didática. Espectroscopia. Dispersão da luz. Difração da luz.

Didactic sequence on Dispersion and Diffraction of light: confection and use of a Spectroscope

Felipe Rodrigues Bruzadin

Guiding: Prof^a. Dra. Ana Maria Osório Araya

Dissertation submitted to the Graduate Program (Professional Master's) in the course of National Professional Master's of Education in Physics (MNPEF), as part of the requirements needed to obtain the title of Master in Teaching of Physics.

Abstract

This work presents a didactic sequence in which computer tools and experimentation are used as methodological resources, with the aim of contributing to teaching and practice in the teachers' classroom. In the sequence, appears the order of how work the scattering and diffraction of light, as well as the skills and competencies necessary, taking into account the prior knowledge of students. The results show us that students understand the relationship between the spectrum and the light supplied by different light bulbs as well as their participation in activities was relevant.

Keywords: Didactic Sequence. Spectroscopy. Scattering of light. Diffraction of light.

Lista de Quadros

QUADRO 1: CONTEÚDO DE FÍSICA SEGUNDA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO, MAIS PRECISAMENTE NO SEGUNDO SEMESTRE, 3º E 4º BIMESTRE.....	13
QUADRO 2: CONTEÚDOS A SEREM ABORDADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	15
QUADRO 3: RESUMO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	17

Lista de Figuras

FIGURA 1: EXEMPLO DO FENÔMENO DE DIFRAÇÃO.....	10
FIGURA 2: EXEMPLO DO FENÔMENO DE DIFRAÇÃO.....	11
FIGURA 3: DISPERSÃO DA LUZ BRANCA.....	11

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
Objetivo geral.....	2
Objetivos específicos.....	2
1. PRESUPOSTOS TEÓRICOS.....	3
1.1 Aprendizagem significativa.....	3
1.2 Sequência Didática (SD).....	5
1.3 A experimentação no ensino de física.....	6
1.4 Uma abordagem histórica do conceito de luz.....	8
1.5 Difração e dispersão.....	10
1.6 Como se apresenta o conteúdo luz no Currículo do Estado de São Paulo.....	12
2. METODOLOGIA.....	15
2.1 Público alvo e local da pesquisa.....	15
2.2 Conteúdos a serem abordados.....	15
2.3 Competência e Habilidades.....	16
2.4 Delineamento das atividades.....	19
2.4.1 Primeira Aula.....	19
2.4.2 Segunda Aula.....	20
2.4.3 Terceira Aula.....	21
2.4.4 Quarta Aula.....	22
3- RESULTADOS.....	23
3.1 Primeira Aula.....	23

3.2 Segunda Aula.....	23
3.3 Terceira Aula.....	24
3.4 Quarta Aula.....	25
4. CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
APÊNDICE A.....	33

INTRODUÇÃO

Início esta dissertação fazendo um pequeno relato sobre minha atuação como professor de Física há mais de oito anos. Atualmente, sou professor do Colégio Adventista e da Escola Estadual Professora Maria Nívea Costa Pinto Freitas, situadas na cidade de Votuporanga-SP. Nos últimos oito anos, observo que a aprendizagem é mais efetiva quando o aluno tem a possibilidade de ver os conteúdos utilizando diferentes ferramentas, tais como um vídeo, uma simulação, um experimento, uma pesquisa em textos. Além disso, o professor também pode utilizar as diferentes metodologias que tem surgido nas últimas décadas para fazer do Ensino de Física um processo contextualizado e significativo para o aluno. Um desafio se pensamos nas dificuldades atuais no ensino envolvendo espaço físico, infra estrutura da escola, remuneração dos professores, entre outros.

Como professor, atrevo-me a dizer que gostaria de contribuir para mudar a atual situação por meio de um método que contemple o conhecimento do aluno e uma aula mais dinâmica para garantir um melhor rendimento escolar.

Existem várias formas de se transmitir conhecimento e de aprender um conteúdo. Para Molina (2015), por exemplo, ensinar não é simplesmente fornecer informação; deve-se refletir sobre o processo, o conteúdo e a interação entre este e o aluno, tendo cuidado de o professor ser o guia de todas as atividades, pois estas não substituem, mas complementam o método expositivo convencional.

A aula é um lugar de troca de informações. Quanto mais informações apresentadas e de diferentes formas, maior será o aproveitamento do aluno. Principalmente quando o conteúdo apresenta maior dificuldade de aprendizagem, como é o caso do tema proposto nesta dissertação: dispersão e difração da luz.

A questão principal que será norteadora desta pesquisa e que deu origem a esta dissertação é: *pode o aluno entender a relação de um fenômeno do dia a dia, como é o caso do arco-íris, e as cores apresentadas por diferentes lâmpadas, com conceitos físicos como dispersão e difração?*

Para responder esta pergunta, propomos realizar atividades experimentais, ou seja, utilizar a experimentação como estratégia de Ensino de Física. Segundo Araujo e Abib (2003),

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de Ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente”.

Teremos como parâmetros iniciais para este trabalho os conceitos prévios dos alunos sobre luz e cores, para depois propor atividades dentro de uma sequência didática que contemple o ensino construtivista significativo e contextualizado. Segundo Zabala (1998), “*o ensino tem que ajudar a estabelecer tantos vínculos essenciais e não arbitrários entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios, quanto permita a situação*”. Assim, a motivação desta sequência tem origem no cotidiano do aluno, em um fenômeno observado no arco-íris e no CD, porém de naturezas distintas, o que leva ao aluno a pensar em seus conhecimentos prévios.

Zabala (1998) também nos alerta que “*O ensino atende à diversidade dos alunos, portanto a forma de ensino não pode se limitar a um único modelo*”. Com tal justificativa, esta sequência traz a elaboração de um espectroscópio feito pelos alunos utilizando materiais do seu próprio entorno, levando-os a interagir mais com a aula. Afinal, os próprios alunos serão os agentes da aprendizagem.

Para responder a pergunta que deu início a esta pesquisa é necessário definir os objetivos a serem alcançados.

Objetivo geral

Analisar as construções de conhecimentos ou as, interpretações dos alunos sobre a relação dos fenômenos do dia a dia, utilizando como metodologia de ensino uma sequência didática, onde o aluno é o agente principal do processo ensino-aprendizagem.

Objetivos específicos

- Analisar os benefícios tragos por meio da utilização de uma sequência didática;
- Observar e analisar o envolvimento dos alunos frente a aplicação de uma sequência didática.

1. PRESUPOSTOS TEÓRICOS

1.1 Aprendizagem significativa

O aluno, ao chegar na escola, já possui alguns conceitos prévios que vêm da sua experiência e da sua vivência e que são de suma importância para novas aprendizagens. David Ausubel (2000) nos diz que: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo.” (AUSUBEL e NOVAK, 1980; MOREIRA, 2000.) De acordo com a teoria ausubeliana, os conceitos prévios, chamados de conceitos subsunçores ou subsunçor, são necessários para que a aprendizagem significativa ocorra. Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Segundo Moreira (2011), para facilitar o papel do professor, temos pelo menos quatro tarefas fundamentais:

1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com mais poder explanatório e propriedades integradoras, organizando-os hierarquicamente de modo que, progressivamente, abranjam os menos inclusivos até chegar aos exemplos específicos;
2. Identificar quais subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo;
3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe, determinando dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino) quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e

organizar sua própria estrutura significativa nessa área de conhecimento, por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis. É óbvio que, para isso, deve levar em conta não só a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva do aluno no início da instrução.

Segundo Moreira (2011), para a ocorrência da aprendizagem significativa, o material deve se relacionar com a estrutura cognitiva do aluno. Para isso, o aluno deve ter em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados. O professor não pode trabalhar um conteúdo, se o aluno não detém o subsunçor necessário.

Outro ponto importante que Moreira (2011) nos traz é que o aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material à sua estrutura cognitiva. O grande desafio é envolver ativamente os alunos nas atividades propostas. Como fazer esse envolvimento acontecer? Quando o professor traz para a sua sala de aula atividades e conceitos que fazem parte do cotidiano do aluno, este envolvimento se intensifica e leva o estudante a pensar no que ele já sabe. Neste ponto é onde a aprendizagem significativa ocorre, pois, quando o aluno recebe uma nova informação, a assimila com seus subsunçores e os modifica. Desta maneira, a aprendizagem significativa ocorre.

Zabala (1998) também nos alerta que “O ensino atende à diversidade dos alunos, portanto a forma de ensino não pode se limitar a um único modelo”. Isto nos leva a entender que cada aluno tem a sua maneira de aprender e seu tempo de aprender. Nas atuais salas de aula, que são heterogêneas, o professor já não pode mais dar a mesma aula sempre; ele deve diversificar sua metodologia. Um aluno aprende por aula expositiva dialogada, outro por pesquisa, outro por experimentação, outro compreende melhor os conceitos quando o trabalho é realizado em grupo. Assim, o professor que trabalha com várias metodologias acaba contemplando mais alunos do que aquele que segue apenas uma metodologia.

Entretanto quando o novo conceito não se ancora em nenhum subsunçor do aluno, este novo conceito terá fraca ligação com a estrutura cognitiva do aluno, podendo, esta nova informação, acabar sendo perdida ou esquecida em um curto prazo de tempo, a este tipo de aprendizagem Ausubel denomina como aprendizagem mecânica. Este tipo de aprendizagem é muito utilizada em véspera

de prova pelos alunos, quando apenas decoram o conteúdo para a prova que irá acontecer em breve, sendo esquecido este conteúdo decorado após um breve intervalo de tempo do término da prova, esta mesma técnica é utilizada pelos atores ao decorar as falas para um teatro, novela entre outras apresentações.

No entanto a aprendizagem mecânica não é a vilã da educação, ela assume um papel importante quando o aluno não possui nenhum subsunçor a cerca de um determinado conceito. Assim os primeiro subsunçores surgem por meio da aprendizagem mecânica, eles surgem através de observações, descobrimentos, abstração, entre outras atividades, podendo ser evidenciado com mais freqüência em crianças que estão se desenvolvendo, descobrindo o mundo ao seu redor, dando nomes e significados a objetos. Assim, os significados dos objetos ou de eventos são incorporados pela estrutura cognitiva da criança ou do aluno, sem ligação com qualquer outro conceito já existente (subsunçor), até que estes significados passam a ser conceitos resgatadores de outros conceitos, passando agora a ser ancoradouro para novas conceitualizações, dando origem assim aos primeiros subsunçores.

1.2 Sequência Didática (SD)

No texto de Guimarães e Giordan (2011), os autores enfatizam que a SD “é formada por certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática”. Neste caso, a variação de recursos no processo de ensino- aprendizagem como, por exemplo, aumento da quantidade de atividades experimentais em que o aluno pode colaborar e realizar atividades em grupo e trocar informações, vai auxiliar na sua compreensão e pode tornar o processo de ensino aprendizagem muito mais produtivo (Oliveira e Araya, 2016).

De acordo com os estudos de Zabala (1998), as sequências didáticas do modelo tradicional constam as seguintes fases:

- a) Atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experimental dos alunos;
- b) Explicação das perguntas ou problemas que esta situação coloca;
- c) Respostas intuitivas ou “hipóteses”;

- d) Seleção e esboço das fontes de informação
planejamento da investigação;
- e) Coleta, seleção e classificação dos dados;
- f) Generalização das conclusões tiradas;
- g) Expressão e comunicação.

Ainda de acordo com Zabala (1999), no seu livro “Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula”, no capítulo sobre ensino de matemática, escrito por Pep Pérez Ballonga (página 166), o autor afirma que “[...] é muito importante que os alunos se conscientizem da prática necessária para conseguir um bom nível de autonomia”, podendo ser por meio da diversidade de um procedimento (utilização dos diferentes recursos) ou variações de um procedimento em função de um conteúdo (interdisciplinaridade).

Uma das discussões mais importantes em ambas as obras é que, apesar das sequências didáticas possuírem características diferentes, não podemos esquecer os procedimentos conceituais e procedimentais, trabalhando o quanto possível juntamente com as qualidades atitudinais no processo.

Essas considerações serão essenciais para a proposta elaborada neste trabalho, considerando que a SD desenvolvida possui características como: a utilização de diversos recursos como experimentos, atividades computacionais e simulações.

1.3 A experimentação no ensino de física

Há muitas formas de se abordar um experimento. Pode ser aquela em que o aluno manipula o equipamento, observa o fenômeno e descreve o observado. Em outra abordagem, o aluno utiliza o material da bancada para medir e calcular. Atualmente, se utiliza a informática para analisar dados relacionados com o fenômeno observado e eventualmente pode selecionar e testar eles. Segundo Séré et al. (2003),

“Outra possibilidade é a que remete às atividades de produção, onde a relação entre a teoria e o experimento é bastante interessante. O que se aprende de teórico é utilizado de forma

diferente da habitual, pois mesmo um engenheiro em uma construção não está todo o tempo servindo-se da física, mas agindo frequentemente por tentativa e erro. As operações intelectuais utilizadas durante a ação diferem das necessárias para a resolução de problemas do tipo papel e lápis”.

Na dissertação de mestrado de Iani (2010), a autora realizou uma pesquisa sobre utilização de trabalhos experimentais como estratégia de ensino, chegando à conclusão de que se reconhece o potencial das aulas experimentais, mas existem concepções simplistas sobre o potencial pedagógico, sem falar os problemas na formação dos professores e falta de material adequado para realização das atividades.

Gil-Perez (1986, apud IANI, 2010 p. 15) comenta que a concepção de ciências de professores e alunos desvaloriza a criatividade do trabalho científico. Da mesma forma, outros autores indicam que muitos vêem a ciência como algo pronto e inquestionável.

Na atual estrutura do ensino fundamental de Ciências, as atividades experimentais são poucas perto da diversidade de conceitos físicos existentes. Assim, construímos nossas atividades no intuito de suprir parte deste déficit, oferecendo aos alunos do nível fundamental atividades que coincidam com seu contexto específico de conhecimento. Isto possibilita ao aluno refletir e resolver os problemas que lhe são atribuídos (PADILHA e CARVALHO, 2005).

Conforme Carvalho et al (1998), “Estudando os trabalhos de epistemologia genética coordenados e sistematizados por Piaget, tomamos conhecimento das pesquisas que mostram como as crianças constroem o conhecimento físico do mundo que o cerca e como, nessa construção, elas vão elaborando explicações causais dos fenômenos físicos.” A autora também enfatiza que “Devemos expor atividades que coincidam com o mundo físico que a criança vive, dando assim o respaldo necessário para que o aluno possa assimilar novos conhecimentos de forma sistematizada e dinâmica.

Os professores de Física justificam o não desenvolvimento das atividades experimentais devido à falta de infra estrutura nas escolas, mas não apresentam outras alternativas, nem buscam soluções. Segundo Hodson (1994, apud Gonçalves e Marques, 2006, p. 222), os professores acreditam no sentido motivador das aulas experimentais, mas isto só acontece se o experimento

provoca uma observação, reflexão e interpretação do fenômeno

A proposta deste trabalho é que, por intermédio de um experimento, o aluno obtenha conhecimento sobre o fenômeno da dispersão e difração da luz. Para isto, se propõe uma abordagem construcionista, contextualizada e significativa, ou seja, o aluno constrói seu objeto de aprendizagem, reflete sobre o fenômeno ensinado e sua aplicação no dia a dia, levando-o a uma aprendizagem significativa.

No livro “Práticas Pedagógicas do Professor-Abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa para uma Educação Inclusiva”(SCHLÜNZEN, SANTOS, 2017), as autoras se remetem a esta abordagem de ensino para pessoas com deficiências, mas falando de alunos em uma sala de aula onde cada um tem uma forma de aprender e importante utilizar esta abordagem.

Na sequência, será apresentado um resumo sobre o conteúdo a ser abordado e os fenômenos envolvidos no entendimento do comportamento da luz.

1.4 Uma abordagem histórica do conceito de luz

O conceito de luz vem sendo discutido e tentando ser compreendido desde a antiguidade. Epicuro e Lucrécio, com o atomismo, tinham a ideia de que a luz era um corpúsculo. No 1 ano a.C. , Lucrécio escreveu que a luz solar era composta por pequenas partículas, porém tal teoria não é a mesma que a atual aceita como alternativa à teoria ondulatória.

Já no século XVII, influenciado pelo trabalho desenvolvido pelos gregos, o físico inglês Isaac Newton (1642 – 1727) traz um conjunto de conhecimentos para compor a teoria corpuscular da luz que era capaz de explicar alguns fenômenos ópticos, conhecida hoje como "a teoria da natureza corpuscular da luz". O modelo consistia em que um fluxo de partículas muito pequenas (microscópicas) que são emitidas por fontes luminosas e interagem com objetos. A ideia de partícula agradou muito a Newton, pois se encaixava em sua concepção de mundo, isto é, um modelo mecânico, determinista, de corpos materiais em movimento, onde seria possível determinar várias grandezas ao mesmo tempo. Além disso, através do modelo corpuscular sobre a natureza da luz, Newton conseguia explicar fenômenos físicos como a reflexão e a refração, já conhecidos na época. Contudo,

no início do século XIX, Thomas Young e Augustin Fresnel publicaram importantes estudos a respeito da natureza ondulatória da luz, mais especificamente sobre os fenômenos de difração e interferência da luz (ALVARENGA, 2016).

Desta maneira, aos poucos, a teoria corpuscular foi sendo rejeitada, e, por volta de 1830, um século após a morte de Newton, a nova teoria já era aceita por praticamente todos os físicos. O grande problema da teoria corpuscular “desenvolvida” até então é que ela era incapaz de explicar os fenômenos observados nas experiências realizadas por Young e Fresnel, sendo possíveis apenas se a luz correspondesse a um movimento ondulatório.

Outro importante estudo foi o do físico francês Jean Bernard Léon Foucault, que no século XIX descobriu que a luz se propagava mais rápido no ar do que na água, confrontando assim a teoria corpuscular de Newton que afirmava que a luz tinha uma velocidade maior na água do que no ar.

No final do século XIX, a teoria de que a luz era puramente uma onda eletromagnética, ou seja, a luz tinha apenas um comportamento ondulatório, começou a ser questionada. Tal questionamento se deu ao teorizar a emissão de elétrons, quando sobre um condutor se incide luz, sendo impossível de explicar este fenômeno com a teoria ondulatória da luz. Assim, Albert Einstein, usando as teorias de Max Planck, demonstrou que um feixe de luz são pequenos pacotes de energia denominados fótons, explicando desta maneira a emissão de elétrons. Foi em 1911 que a teoria de Einstein foi comprovada, quando Arthur Compton demonstrou que ao colidir um fóton com um elétron, ambos se comportam como matéria, ou seja, partículas.

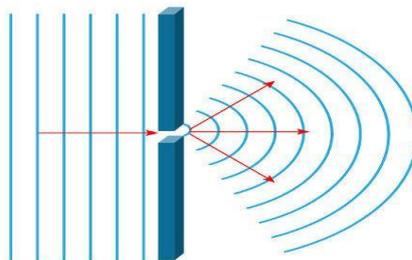
Resumidamente, podemos concluir que a luz, na verdade, não possui apenas uma teoria, a ondulatória ou a corpuscular, mas sim duas teorias aceitas e comprovadas, resultando na teoria da dualidade onda-partícula da luz. Com isso, podemos afirmar que, quando a luz se propaga no espaço ou no vácuo, esta possui um comportamento ondulatório, porém, quando incide sobre uma superfície, passa a se comportar como matéria (partícula).

1.5 Difração e dispersão

Difração e dispersão são dois fenômenos distintos que os alunos confundem muito. No que se referem ao visual, estes fenômenos são idênticos, porém a natureza destes dois fenômenos é distinta.

Difração é um fenômeno que acontece quando uma onda encontra um obstáculo ou orifício cujas dimensões sejam da mesma ordem de grandeza de seu comprimento (λ). Em física clássica, o fenômeno da difração é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos e também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas. O fenômeno da difração acontece com todos os tipos de ondas, incluindo ondas sonoras, ondas na água e ondas eletromagnéticas.

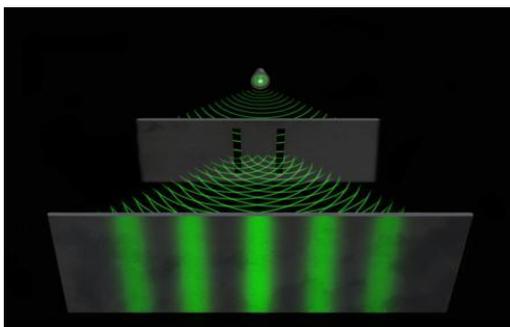
Figura 1: Exemplo do fenômeno de difração.



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/reflexao-refracao-difracao-das-ondas.htm%3E>.

Essa propriedade dos movimentos ondulatórios foi estudada no ano de 1803 por Thomas Young. Durante um experimento, Young demonstrou que a luz é um movimento ondulatório e que também sofre difração ao passar por um pequeno orifício. De modo a provar este fenômeno, Young fez com que feixes de luz passassem por duas pequenas e estreitas aberturas. Com um anteparo localizado do outro lado, ele viu que não aparecia somente uma linha reta, mas um conjunto de várias faixas com diferentes intensidades. Dessa forma, ele acabou por mostrar que a luz, assim como os outros fenômenos ondulatórios, sofriam o fenômeno da difração.

Figura 2: Exemplo do fenômeno de difração.



Fonte: <https://alemdainercia.wordpress.com/2016/02/16/fisica-moderna-interferencia-e-difracao-de-luz/> .

No século XVII, Isaac Newton observou que a luz vinda do sol é o resultado da combinação de diferentes cores. Ele verificou que quando um raio de luz branca atravessava um cristal ou um prisma óptico (refração), era dividido em diferentes cores, ao que se dá o nome de Dispersão ou Decomposição da Luz. Logo, a dispersão é um resultado direto da refração, importantíssimo para o nosso cotidiano. Esse fenômeno é, de certa forma, famoso por conta do arco-íris, o exemplo mais comum da dispersão.

Newton foi o primeiro a usar um prisma para demonstrar que a luz branca é uma mistura de diferentes cores. O prisma consegue separar as várias cores, inclinando-as com diferentes ângulos: o azul por um ângulo mais agudo que o vermelho; o verde, o amarelo e o laranja por ângulos intermediários. Como vemos na figura abaixo, um feixe de luz branca é separado em feixes de cores diferentes por causa da dispersão.

Figura 3: Dispersão da luz branca.



Fonte: <https://alemdainercia.wordpress.com/2016/02/16/fisica-moderna-erferencia -e-difracao-de-luz/>.

Assim, a dispersão ocorre quando uma onda composta por ondas de várias frequências incide em um meio onde a velocidade resultante é influenciada pelo valor da frequência. Isso provocará uma separação entre as diversas frequências. O índice de refração é uma propriedade que muda de um meio para outro, logo, a dispersão é mais acentuada em alguns materiais do que outros.

1.6 Como se apresenta o conteúdo luz no Currículo do Estado de São Paulo

Os conteúdos a serem estudados nas escolas devem seguir um “padrão”. Estes conteúdos fazem parte de um “programa” que chamamos de Currículo, onde cada estado faz o seu, tendo como base o Currículo Nacional Brasileiro.

Atualmente, as diretrizes para o ensino nas diferentes áreas se encontram nos PCN+, que são as “Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais”. Este documento que norteia a educação no Brasil, apresenta a reformulação do ensino médio e as áreas do conhecimento, assim como as razões da reforma, como rever o projeto pedagógico da escola e as novas orientações para o ensino de conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores. Também temos a articulação entre as áreas e a ação entre as disciplinas em cada uma das áreas (BRASIL, 2002). Nas competências em Física se encontram os temas estruturadores do ensino desta disciplina, a organização do trabalho escolar e as estratégias para a ação no ensino.

O Currículo do Estado de São Paulo constitui orientação básica para o trabalho do professor em sala de aula. Para apoiar o trabalho realizado nas cinco mil escolas estaduais, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo desenvolveu, em 2008, por meio da Coordenadoria de Gestão da Educação Básica, um currículo base para os anos iniciais e anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio (SÃO PAULO, 2008).

Neste currículo, os conteúdos de Física estão, de maneira aproximada, numa sequência cronológica, iniciando pela Cinemática (final do século XVII), avançando pela Dinâmica, Hidrostática, Termologia (século XVIII), e atingindo a Termodinâmica e o Eletromagnetismo (século XIX) nas etapas finais (SÃO PAULO, 2008).

Entretanto, com o avanço da tecnologia, devemos avançar a fronteira da teoria clássica (produzidas até o final do século XIX) e atingir também a física moderna, em termos de produção de energia e alimentos, preservação do meio ambiente, assim como de instrumentos para a saúde, a informação e o lazer, sendo dever da escola levar todo este conteúdo, presente no currículo, a todos os alunos.

Porém, ao elaborar o currículo, deve-se fazer algumas escolhas referentes aos conteúdos, escolhendo o que é mais importante ou fundamental. Assim, toda proposta curricular refletirá em um projeto de ensino e formação, que tem que ser avaliado mediante aos acertos e os erros referentes a sua implementação.

Desta maneira, a escolha dos conteúdos deve ser feita com cautela, objetivando uma formação que faça com que o aluno traduza toda a física que está presente em seu cotidiano, que se apresenta cada vez mais moderno, e consiga entender os fenômenos que estão ao seu redor. Sendo assim, o Currículo do Estado de São Paulo separa a Física em seis partes: **Movimentos: variações e conservações; Universo, Terra e vida; Calor, ambiente e usos de energia; Som, imagem e comunicação; Equipamentos elétricos; Matéria e radiação.**

Nesta pesquisa, estamos interessados na parte da Física que estuda a luz, toda a sua teoria e aplicações. Tal conteúdo está apresentado na Segunda série do Ensino Médio, mais precisamente no segundo semestre, 3º e 4º bimestre, como podemos observar no quadro 1.

Quadro 1: Conteúdo de Física Segunda série do Ensino Médio, mais precisamente no segundo semestre, 3º e 4º bimestre

2ª Série – Tema: Calor, ambiente e usos de energia	
Conteúdos Gerais	Conteúdo específico
3º Bimestre Luz: fontes e características físicas	Processos de formação de imagem e as propriedades da luz, como a da propagação retilínea, da reflexão e da refração; Sistemas que servem para melhorar e ampliar a visão: óculos, lupas, telescópios, microscópios, etc.

<p>4º Bimestre</p> <p>Luz e cor</p>	<p>As diferenças entre cor luz e cor pigmento; A luz branca como luz composta policromática; As três cores primárias (vermelho, verde e azul) no sistema de percepção de cores no olho humano e em equipamentos; O uso adequado de fontes de iluminação em ambientes do cotidiano.</p>
<p>Ondas eletromagnéticas</p>	<p>O modelo eletromagnético da luz como uma representação possível das cores na natureza; Emissão e absorção de diferentes cores de luz; Evolução histórica dos modelos de representação da luz (luz como ondas eletromagnéticas).</p>
<p>Transmissões eletromagnéticas</p>	<p>Produção, propagação e detecção das ondas eletromagnéticas; Princípio de funcionamento dos principais equipamentos de comunicação com base na propagação de ondas eletromagnéticas (rádio, telefonia celular, fibras ópticas); Evolução histórica dos meios e da velocidade de transmissão de informação e seus impactos sociais, econômicos ou culturais.</p>

Fonte: Currículo do Estado de São Paulo, 2008

2. METODOLOGIA

2.1 Público alvo e local da pesquisa

Este trabalho foi desenvolvido com alunos do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Professora Maria Nívea Costa Pinto Freitas situada na cidade de Votuporanga-SP. Sendo esta uma escola de bairro da cidade, fundada no ano de 1992, com o início de suas atividades em Fevereiro de 1993. Atualmente a escola conta com 376 alunos, sendo estes distribuídos em quatorze salas, desde o 6º ano do Ensino Fundamental até a 3ª série do Ensino Médio, com duas turmas de cada série. A turma escolhida para a aplicação deste referido trabalho, foi uma turma da segunda série do Ensino Médio, contendo 22 alunos.

Foram utilizadas quatro aulas de cinquenta minutos cada, sendo que algumas atividades aos alunos realizaram em casa. Os conteúdos, expectativas de aprendizagem e competências e habilidades a serem trabalhadas são apresentadas no quadro 3.

2.2 Conteúdos a serem abordados

Quadro 2: conteúdos a serem abordados na Sequência Didática.

Conteúdo	Tema
História	Breve história do conceito de luz
Decomposição da Luz	Dispersão da Luz Difração da Luz
Espectroscopia	Espectro da Luz Visível Espectro de Diferentes Elementos Aplicações da espectroscopia Espectroscopia Aplicada à Astronomia

2.3 Competências e Habilidades

As competências e habilidades a serem trabalhadas na SD são:

- Utilizar adequadamente fontes de pesquisa, como bibliotecas, enciclopédias e internet;
- Redigir síntese de pesquisas;
- Ler e interpretar gráficos que representam espectro de emissão de variadas lâmpadas e de reflexão da luz por diferentes objetos;
- Ler, interpretar e executar um roteiro de atividade experimental;
- Elaborar comunicação escrita ou oral para relatar resultados de análises de interpretação de gráficos, utilizando linguagem científica adequada;
- Elaborar hipóteses e interpretar resultados de situações experimentais que envolvam fenômenos de iluminação;
- Elaborar comunicação escrita e relatar oralmente resultados de experimentos qualitativos sobre ondas eletromagnéticas;
- Identificar no cotidiano as situações que envolvem conhecimentos físicos estudados nas atividades realizadas;
- Escrever relato de procedimento e observação de um experimento.

No decorrer das atividades, devemos procurar trabalhar o maior número de competências e habilidades dos alunos.

Quadro 3: Resumo das atividades propostas na Sequência Didática.

Momento	Aula – Objetivo	Atividade	Habilidade a ser desenvolvida	Tempo
1	1- Explicar a proposta; - Realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos; - Recolher as informações dadas por eles para propor as atividades.	Diálogo geral sobre a luz: o que conhecem da luz, já viram um arco íris; Fale sobre algumas curiosidades relacionadas com a luz; O que você sabe sobre as cores;	- Uso da linguagem científica na explicação de um fenômeno físico	20min
	1.2- Mostrar a evolução dos conceitos de luz e como eles mudaram na história; Apresentar a espectroscopia por meio da observação em um texto, de espectros de diferentes tipos de lâmpadas.	-Pesquisar na internet na sala de informática, sobre a luz e as teorias modernas; -Mostrar no Datashow diferentes espectros; Fechar com diálogo em grupo	- Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet. - Ler e interpretar gráficos que representam espectros de emissão de várias lâmpadas	30min
2	2- Difração e dispersão da luz; Observar e manusear um espectroscópio; Obter informações para a montagem de um espectroscópio.	-Pesquisa sobre a diferença entre dispersão e difração da luz; -Apresentação em slides da difração e dispersão; - Apresentação de um espectroscópio e sua função; - Orientação para o tipo de materiais que serão utilizados na montagem do espectroscópio. Levar na aula os materiais prontos	- Utilizar adequadamente fontes de pesquisa como bibliotecas, enciclopédias e internet. - Analisar e interpretar texto	50min

Momento	Aula – Objetivo	Atividade	Habilidade a ser desenvolvida	Tempo
3	3- Confeccionar o espectroscópio;	Trabalho em grupo para a montagem do espectroscópio com orientação do professor	- Executar atividade experimental. - Elaborar comunicação escrita ou oral para relatar resultados de análise	50min
4	4- Utilizar o espectroscópio observando as lâmpadas de diferentes tipos; Compartilhar no grupo o observado	Através do espectroscópio os alunos deverão identificar as cores observadas na luz emitida em cada lâmpada, comparar com os espectros recebidos e compartilhar com o grupo.	- Utilizar instrumentos e aplicar conhecimentos teóricos - Elaborar comunicação escrita ou oral para relatar resultados, utilizando linguagem científica adequada.	30min
	Fechamento	Mostrar aos alunos como a espectroscopia é aplicada na ciência, por exemplo na astronomia e nas pesquisas de química		20min

2.4 Delineamento das atividades

Nesta pesquisa, foi desenvolvida uma sequência didática com os temas dispersão e difração da luz. Em seguida, esta sequência foi aplicada a alunos do segundo ano do Ensino Médio da rede estadual de ensino. A sequência didática foi aplicada em quatro aulas de 50 minutos. Em cada aula, era utilizada uma ferramenta diferente, com o objetivo de atender a forma de aprender da maior parte de alunos possível. A sequência didática encontra-se no anexo desta dissertação, com os detalhes e orientações para cada aula.

2.5 Primeira Aula

A primeira aula ocorreu no laboratório de informática. Nos primeiros trinta minutos de aula, foi explicada a proposta da sequência didática e, subsequentemente, seguiu para uma roda de conversa com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de luz. Para isso, foram colocadas duas imagens no projetor: uma de um arco-íris e outra do espectro da luz branca vista por meio de um CD. Foi iniciado um diálogo com perguntas para que os alunos pensassem sobre o conceito de luz e os fenômenos que eles estavam observando através das imagens no projetor. Foram feitas as seguintes perguntas:

- O que é a luz para vocês?
- O que da luz você precisa para viver?
- Sabe o que seria da vida em nosso planeta sem a luz?
- O que vocês vêem de semelhante nas duas imagens que estão no projetor?
- Os fenômenos são iguais?

Para cada pergunta colocada, os alunos respondiam imediatamente o que pensavam. Algumas respostas foram anotadas para serem utilizadas posteriormente na segunda aula. Fazendo uma reflexão deste primeiro momento, foi de extrema importância e válido o envolvimento dos alunos nesta roda de conversa. Deu para notar os conceitos prévios deles oriundos do senso comum,

sem argumentos científicos.

Durante a aula, foi realizada uma breve apresentação sobre os conceitos de dispersão e difração da luz. Esta breve explicação sobre estes conceitos foi a abertura para que eles fizessem, nos últimos vinte minutos desta primeira aula, uma pesquisa na internet, utilizando os computadores da sala de informática, sobre a diferença entre dispersão e difração da luz. Os alunos também foram orientados sobre onde pesquisar e quando eles podem considerar um site como confiável, com o intuito de não obter informações de qualquer fonte, nesta ou em uma possível futura pesquisa que farão em seus estudos.

Para encerrar esta primeira aula, foi realizada uma pequena discussão sobre o que eles haviam pesquisado. Cada aluno deu sua contribuição e todos tiveram a oportunidade de participar. Para ligar esta com a segunda aula, foram mostrados no data show os espectros de emissão de diferentes materiais (luz solar, sódio, mercúrio, lítio e hidrogênio), que é parte do conteúdo abordado na segunda aula.

2.6 Segunda Aula

A segunda aula ocorreu na sala de aula com a apresentação do conteúdo em slides sobre a teoria da dualidade onda-partícula da luz, difração e dispersão. Esta aula seguiu nos moldes normais de uma aula expositiva dialogada, utilizando apenas o recurso do data show. O objetivo da aula era mostrar para os alunos a história do conceito de luz, como ele se modificou durante os anos, os diferentes comportamentos da luz (partícula e onda), quais experimentos consideram a luz como partícula e quais consideram a luz como onda, e as diferenças conceituais entre os fenômenos de dispersão e difração da luz.

Durante a explicação, foram selecionados alguns depoimentos relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos, colhidos na primeira aula durante a roda de conversa, mostrando a diferença entre os conhecimentos que eles tinham e os apresentados na teoria. No momento em que foram explicadas as diferenças entre os fenômenos da dispersão e da difração, foi possível mostrar a eles algumas respostas recolhidas durante o levantamento dos conhecimentos prévios

e mostrar como tais fenômenos são distintos, mesmo tendo o mesmo efeito visual, tentando assim construir um novo conhecimento com uma base científica.

Para fazer a ligação desta com a terceira aula, quando os alunos começariam a confeccionar o espectroscópio, foram levados para a aula dois modelos deste objeto, um feito com canos de PVC e conexões e outro feito com materiais recicláveis, utilizando papel camurça e rolinho de papel higiênico. O objetivo era que os alunos fizessem uma sondagem dos materiais que poderiam ser utilizados para confeccionar o seu próprio espectroscópio. Após esta sondagem, foi feita uma orientação sobre os possíveis materiais que eles iam utilizar para montar o espectroscópio, tirando as dúvidas, pois todos deveriam trazer estes materiais na próxima aula.

2.7 Terceira Aula

Na terceira aula, realizada na própria sala de aula, eles confeccionaram os espectroscópios. Para que eles conseguissem realizar a montagem de maneira fácil e ágil, primeiramente, eles foram organizados em trios. Em seguida, foi explicado cada passo e os cuidados que eles deveriam seguir para realizar a montagem. Logo, foi entregue para cada trio uma folha contendo o passo a passo para realizar a montagem, assim eles começaram a confecção.

Para confeccionar o espectroscópio eles trouxeram, por exemplo, rolinho de papel higiênico, caixinha de pasta de dente, cano de PVC e rolo de papel toalha. Para escurecer dentro do espectroscópio, eles utilizaram o papel camurça preto, fornecido pela escola. Enquanto eles iam medindo e cortando o papel camurça, o professor foi auxiliando cada grupo e acalmando a expectativa do uso dele.

O próximo passo era obter a rede de difração. Para este procedimento, foi solicitado a cada grupo cobrir o CD com fita adesiva para retirar a película de uma das faces e demarcar as redes de difração. À medida que se realizou esta tarefa, começou a explicação sobre o corte e os cuidados sobre a face sem película para obter melhores resultados, finalizando assim a confecção da rede de difração. Deu-se ênfase para que eles evitassem ao máximo colocar ou passar os dedos no lado do CD onde foi retirada a película, pois tal ação pode danificar a rede de difração e

acabar influenciando negativamente no funcionamento do espectroscópio.

Para finalizar, os alunos montaram o espectroscópio. Neste momento é importante o trabalho colaborativo, pois apenas um aluno não consegue realizar tais etapas sozinho. Após terminarem a confecção, eles foram guardados com o nome do aluno, para na próxima aula utilizariam estes na última atividade preparada na sequência didática.

2.8 Quarta Aula

A última aula foi realizada dentro da sala de aula, com o objetivo dos alunos utilizarem o espectroscópio montados na aula anterior e finalizar a sequência didática mostrando onde a espectroscopia é utilizada e sua importância na área acadêmica. Nos primeiros trinta minutos da aula, os alunos foram orientados a utilizar o espectroscópio e observar o espectro de emissão de algumas lâmpadas levadas para a aula. Os alunos desconheciam o material de composição das lâmpadas, a saber, uma lâmpada comum, uma de mercúrio e outra de sódio.

O objetivo desta atividade era a observação dos espectros de emissão das três lâmpadas, comparar com uma tabela entregue para eles contendo espectros de alguns materiais e descobrir o material de que as lâmpadas utilizavam. Finalizando a aula, realizou-se uma roda de conversa sobre a importância da espectroscopia no nosso cotidiano e onde ela é aplicada na ciência, dando um enfoque para a astronomia e no estudo das moléculas.

Para avaliar as impressões dos alunos referentes a esta prática pedagógica, solicitou-se aos alunos, nos últimos dez minutos da aula, que fizessem um breve texto, relatando o que eles haviam achado deste tipo de aula, utilizando uma sequência didática contendo aulas com didáticas variadas, e o que tal atividade pode influenciar positivamente ou negativamente no seu aprendizado. A avaliação dos alunos perante as atividades e as aulas foi realizada por meio da observação durante as aulas, levando em consideração o envolvimento e a participação deles durante as atividades e as discussões que foram realizadas no decorrer das quatro aulas.

3- RESULTADOS

3.1 Primeira Aula

Nesta aula pode-se perceber que o envolvimento dos alunos era maior do que em uma aula tradicional, uma vez que o simples fato deles saírem do ambiente comum e ir ao laboratório de informática já traz um ar diferente para os alunos, levando-os a prestarem mais a atenção nas atividades. Ao mostrar as imagens no projetor e ir fazendo as perguntas, os alunos foram interagindo cada vez mais. A cada pergunta que era feita, o número de alunos participantes aumentava. Neste primeiro momento, os alunos deixaram claro que o conhecimento prévio deles sobre o assunto não tinha um rigor científico.

Outro fato importante a destacar foi no momento da realização da pesquisa na internet sobre a dispersão e difração da luz. Neste momento, o professor foi monitorando a pesquisa que eles estavam realizando. Pode-se perceber que eles estavam pesquisando em sites vinculados à educação e em alguns artigos científicos ao invés de buscar respostas prontas formuladas por internautas, na maioria das vezes leigos no assunto, como orientado no início da atividade. Alguns alunos chegaram a questionar o fato de alguns sites não serem confiáveis, relatando sempre recorrer a tais sites quando precisavam realizar uma pesquisa.

Durante a pesquisa, eles anotaram o que achavam sobre a dispersão e a difração da luz, e, durante o diálogo entre eles, falavam sobre suas anotações. Na roda de conversa realizada após a pesquisa, no final da primeira aula, ficou clara a mudança na fala dos alunos mostrando um teor mais científico, o que não existia no início desta aula.

3.2 Segunda Aula

No momento da explicação sobre a teoria da dualidade onda-partícula da luz, difração e dispersão da luz, a interação dos alunos foi menor do que anteriormente, devido ao formato da aula. Entretanto, ao chamar a atenção dos alunos para a diferença entre o pensamento que eles tinham num primeiro

momento, oriundo do senso comum, com a teoria, eles começaram a participar fazendo alguns questionamentos. Ficou evidente que estava ocorrendo a quebra do conhecimento prévio e se construindo o conhecimento científico.

No final da aula, durante a sondagem sobre os materiais a serem utilizados para a confecção do espectroscópio, os alunos fizeram diversos questionamentos sobre cada parte do espectroscópio, o que levou à formação de algumas pequenas rodas de discussão. Pode-se perceber que cada um deles tinha uma nova ideia para o que podia ser utilizado na montagem, levando-os a se organizar sobre os materiais que cada um deveria levar para a confecção e atividades a realizar na próxima aula. Este momento foi extremamente valioso. Os alunos estavam se mobilizando para a próxima atividade a ser realizada, demonstrando um envolvimento e comprometimento com a atividade proposta.

3.3 Terceira Aula

Esta aula aconteceu na sala comum devido à falta de laboratório na escola. Pensamos que isto poderia influenciar negativamente na participação e interesse dos alunos, pois quando se pensa em aula experimental isso remete a uma prática utilizando o laboratório. Felizmente, o fato de a aula ter sido realizada na sala de aula não interferiu no comprometimento dos alunos na condução da atividade experimental.

Devido ao número de aulas semanais de física na Rede Estadual de Ensino ser somente duas, nem sempre é possível levar uma atividade experimental para os alunos realizarem. A maior parte das aulas continua nos moldes de aula expositiva com resolução de exercícios.

Quando foi proposta esta aula experimental, além deles ficarem ansiosos para começar a sua realização, pode-se perceber o envolvimento de todos em todos os grupos. Todos realizaram a montagem do espectroscópio e participaram de forma ativa de todo o processo.

Outro fato a se destacar foi o comprometimento por parte dos alunos na hora de trazer os materiais necessários para a confecção do espectroscópio. Alguns acabaram trazendo materiais de sobra possibilitando uma troca de itens

entre os próprios alunos.

No decorrer da montagem, não houve problemas de alunos dispersos andando aleatoriamente na sala de aula e interferindo em outros grupos, nem alunos sem fazer nada dentro dos grupos formados. O envolvimento e comprometimento foram verdadeiramente intensos. Pode-se perceber que eles se auxiliavam nas tarefas uns com outros: enquanto um terminava uma parte, o outro já estava preparando para o próximo passo. No início, pensávamos que uma aula não seria suficiente para a confecção do espectroscópio, mas a organização da sala e dos grupos fez o tempo ser suficiente para realização da montagem do espectroscópio.

Todas as atividades foram monitoradas auxiliando os grupos nas dúvidas e auxiliar nas etapas a serem seguidas, principalmente na ocasião do corte do CD para obtenção da rede de difração, momento crucial para que o espectroscópio funcione perfeitamente. Assim, no final da aula, todos os alunos, com o auxílio dos colegas do grupo, conseguiram terminar a montagem do espectroscópio, ficando pronto para a sua utilização na realização da próxima atividade proposta na sequência didática.

3.4 Quarta Aula

Neste último momento da aplicação da sequência didática, foi notável a felicidade dos alunos em ver seu espectroscópio, objeto de ensino, pronto e feito por eles durante a aula anterior. Isso nos faz refletir no quanto uma atividade prática, onde o aluno é o agente principal do processo ensino-aprendizagem, pode refletir positivamente no seu aprendizado, ou seja, a aprendizagem é significativa para o aluno.

Ao chegar com as lâmpadas de mercúrio e de sódio na sala de aula, o comportamento dos alunos foi surpreendente. Eles se organizaram, ficaram na expectativa da atividade e uns falavam para prestar atenção aos outros. Durante a explicação de como a atividade aconteceria e como utilizar o espectroscópio, os alunos ficaram prestando atenção e fizeram alguns questionamentos, como por exemplo: “nós vamos ver igual ao que está aqui no papel?”, “a gente vai conseguir

ver isto no espectroscópio?”. O que chamou a atenção foi a maneira de como o aluno questionou, com um tom de desconfiança, pois a origem do espectro que estava impresso era de um espectroscópio utilizado para pesquisa e não de um caseiro como o que eles haviam construído. Ao responder que sim ao aluno, ele ficou meio espantado e desconfiando ainda do que veria através do espectroscópio.

Ao realizar a atividade, onde o objetivo era descobrir qual era o elemento de que as lâmpadas eram compostas, os alunos sentiram um pouco de dificuldade em visualizar o espectro de emissão da lâmpada e o professor teve que auxiliá-los. Porém, no final, todos conseguiram visualizar os espectros das lâmpadas, sem falar para eles qual era o elemento descoberto.

Para encerrar a atividade, e ao solicitar o reconhecimento dos elementos das lâmpadas, todos os alunos acertaram o elemento da lâmpada de elemento de sódio. Todavia, teve uma parcela de alunos que erraram o elemento da lâmpada de mercúrio. Foram cinco os alunos que não acertaram. Destes, três disseram que a lâmpada era de lítio e dois disseram que a lâmpada era composta por hidrogênio. Ao questionar os alunos que erraram, eles alegaram que ficaram em dúvida, pelo fato de não conseguir distinguir, por comparação, corretamente qual era o espectro observado com o que estava presente na folha entregue no início da atividade.

Na roda de conversa que seguiu após a atividade com o espectroscópio, a participação foi mais amena. Apenas alguns alunos fizeram alguns questionamentos referentes à aplicação da espectroscopia na astronomia. No entanto, de uma maneira geral, os alunos acabaram prestando a atenção no que foi explicado. O mais interessante da roda de conversa foi eles verem a aplicação científica da experimentação que eles acabaram de realizar, em que tiveram a oportunidade de ver a teoria sendo aplicada na prática.

Para finalizar a aula, foi solicitado aos alunos fazerem uma pequena redação, um relato, sobre quais eram suas impressões a respeito das aulas que eles tiveram utilizando ferramentas de ensino variadas. São apresentados a seguir alguns deles:

“Fazer o espectroscópio nos trouxe uma ótima experiência, pois tivemos uma aula explicativa sobre a funcionalidade desse aparelho e logo após tivemos a oportunidade de confeccioná-lo e usá-lo, isso nos fez ter uma aproximação da matéria, que não é possível somente em aulas teóricas. Tivemos a experiência de testar o espectroscópio em luzes diferente, até mesmo na rua e ver qual espectro essas luzes emitiam.” D. S., 16 anos.

“O experimento do espectroscópio basicamente consiste na utilização de um cano, ou qualquer objeto que tenha uma forma cilíndrica, além é claro de um CD e um papel escuro, com o objetivo de observar o espectro que cada tipo de luz emitem. Nos permitiu termos uma boa oportunidade de sairmos da rotina teórica e pularmos para a prática. Foi uma experiência fantástica, podermos nós mesmos confeccionar e manusearmos, isso nos faz termos mais entusiasmo para atividades escolares, e levarmos como uma recordação e um aprendizado.” B. F. F, 17 anos.

“No começo não entendi muito bem qual era a do professor mas participei de tudo fiz meu espectroscópio, e com o grupo entendi, depois foi importante isso das lâmpadas emitirem luz e poder saber qual tipo de luz era. Foi importante saber que a gente teve oportunidade de fazer algo diferente Consegui ver o espectro da lâmpada da rua.” A. S. 16 anos.

Desta maneira, observamos que ao trazer uma proposta de aula diversificada muda a postura do aluno; ele acaba por ficar mais atento e participativo, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Outro fato que ficou evidente foi o interesse dos alunos por atividades mais práticas ao invés das aulas teóricas nos formatos tradicionais. Além deste fator estar nos depoimentos dados pelos alunos citados acima, pode-se perceber um interesse maior por parte dos alunos neste tipo de aula do que nas aulas que seguiram nos moldes de uma aula expositiva.

4. CONCLUSÕES

Com a aplicação da sequência didática sobre Dispersão e Difração da luz, confecção e utilização de um Espectroscópio, se percebe a importância e os benefícios da utilização de uma sequência didática no processo ensino-aprendizagem. Através das reflexões após cada momento vivenciado nas aulas, ficou claro a relevância que tal prática pedagógica faz no aluno, onde se percebe um maior envolvimento e participação dos alunos durante as aulas.

Isto é relatado por Guimarães e Giordan (2011) e por Zabala (1998) quando os autores enfatizam a importância da SD para organizar as atividades e conteúdos a serem trabalhados nas aulas, assim como a utilização de atividades diversificadas que levam o aluno a uma aprendizagem significativa. A SD auxilia o professor na estimativa do tempo empregado, parâmetro muito importante levando em conta as poucas aulas de física que o professor tem.

Após o fim da aplicação da sequência didática, os alunos levaram para suas casas o espectroscópio e, na semana seguinte, alguns alunos vieram a questionar se a lâmpada dos postes da iluminação pública era composta por sódio. Tal fato mostra que houve uma aprendizagem significativa e contextualizada, visto que com o espectroscópio por eles construído conseguiram verificar os diferentes tipos de lâmpadas utilizadas no dia a dia.

Assim, podemos concluir que, ao organizar o conteúdo em uma SD e trabalhar com uma metodologia que permite a utilização de ferramentas diferentes, os alunos se tornam mais participativos nas aulas tornando o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo para os alunos (IANI, 2010).

No apêndice dessa dissertação se apresenta em detalhe como construir um espectroscópio e os links que o professor pode consultar para suas aulas. Isto constitui o produto desta dissertação que se espera ter contribuído para o trabalho do professor. Para finalizar, esta dissertação e o produto gerado da Dissertação de Mestrado do Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, encontram-se disponíveis para download no site: <https://professorfelipebruzadin.wordpress.com/>.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, L. Teoria Corpuscular. Disponível em: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n25_Alvarenga/autor.htm 2016; Acessado em: 22 de Novembro de 2016.
- ARAUJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n°. 2, Junho, 2003.
- AUSUBEL, D. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2000.
- _____. NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2000.
- _____. NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Secretaria de educação Média e Tecnológica, PCN+ Ensino Médio, Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 244p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> BRASIL 2000; Acesso em: 01 de Abril de 2018.
- CATELLI, F.; PEZZINI, S. Laboratório Caseiro: Observando Espectros Luminosos – Espectroscópio Portátil. Departamento de Física e Química – UCS.
- DARTORA, C.A.; NOBREGA K.Z.; MATIELLI, M.H.K.; CAMPOS, F.K.R.; SANTOS FILHO, H. T. Conceitos básicos sobre a difração e a dispersão de ondas eletromagnéticas, Revista Brasileira de Ensino de Física , vol. 33, n1, São Paulo, 2011.
- EECURED, Espectroscópio, Museu de Astronomia e Ciências da Universidade de Coimbra. Disponível em: <https://www.ecured.cu/Espectroscopio>. Acessado em: 30 de Junho de 2017
- CAVA, F. Física Moderna: Interferência e difração da Luz. Disponível em: <https://alemdainercia.wordpress.com/author/cavation/>, Acessado em: 30 de abril de 2018.

- GONÇALVES, F. P. G.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências – V11(2)*, pp. 219-238, 2006.
- GUIMARÃES, F., GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII Encontro Nacional de Pesquisa, 5 e 9 de dezembro de 2011, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, SP, 2011.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Óptica e Física Moderna. *Fundamentos de Física*, Vol: 4, 7ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- SILVA JÚNIOR, J.S. Reflexão, refração e difração das ondas, <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/reflexao-refracao-difracao-das-ondas.htm>. Acessado em 22 de junho de 2018.
- LUCCA, G.F. L. De, A espectroscopia e a cor das estrelas e dos átomos. Disponível em <http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2015/03/a-espectroscopia-e-cor-das-estrelas-e.html>. Acessado em: 30 de Junho de 2017.
- MOLINA, C. E. C. Desenvolvimento de um instrumento multidimensional para avaliação de práticas de ensino no processo de aprendizagem; Doutorado; Unesp Guaratinguetá, 2015; p.16 – 59.
- MOREIRA, M.A. Aprendizagem Significativa Crítica. Porto Alegre, RS, Brasil, 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>; Acesso em 20 de Maio de 2018.
- NUNES, M-G.S.A.D.; COELHO, S. M. O papel da experimentação no ensino da Física. Publicado no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, abr. 2003.
- PADILHA, J. N.; CARVALHO, A. M. P. A experimentação e as aulas de conhecimento físico. XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ) 2005.
- SÃO PAULO, Currículo base para os anos iniciais e anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Gestão da Educação Básica, texto publicado em 2008. Disponível em: http://www.rizomas.net/images/stories/artigos/PropostaCurricularGeral_Internet_md.pdf; Acesso em 01 de Abril de 2018.
- SCHLÜNZEN, E. T. M.; SANTOS, D. A. N. Práticas Pedagógicas do Professor Abordagem Construcionista, Contextualizada e Significativa para uma Educação Inclusiva. Editora: Appris, publicado em 02 Janeiro 2017

VALADARES, E. C. Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados e de baixo custo. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

ZABALA, A. A Prática Educativa – Como Ensinar, Porto Alegre: Ed. Artmed, 1998.

.



Campus de Presidente Prudente

***SEQUENCIA DIDÁTICA SOBRE DISPERSÃO E DIFRAÇÃO DA LUZ:
CONFEÇÃO
E UTILIZAÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO.***

Felipe Rodrigues Bruzadin

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Maria Osório Araya

**Produto gerado da Dissertação de Mestrado do Programa Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física**

Presidente Prudente – 2018

APÊNDICE A

ATIVIDADES NECESSÁRIAS PARA UMA AULA SOBRE DISPERSÃO E DIFRAÇÃO DA LUZ

1- Objetivo geral:

Levar o aluno a relacionar fenômenos do dia a dia, como o arco-íris e as cores, com os conceitos físicos de dispersão e difração utilizando um espectroscópio.

2- Objetivos específicos:

- Diferenciar dispersão de difração da luz;
- Entender o funcionamento de um espectroscópio e a importância da espectroscopia aplicada à ciência;
- Conhecer os espectros de diferentes tipos de lâmpadas;
- Construir e utilizar um espectroscópio utilizando apenas materiais do entorno do aluno.

3- Material utilizado para confecção do espectroscópio

<p>- CD</p> 	<p>- Fita Adesiva</p> 
<p>- Tesoura</p> 	<p>- Régua</p> 

<p>-Papel Camurça Preto</p> 	<p>- Estilete</p> 
<p>- 10cm Cano PVC (40mm)</p> 	<p>-Lâmpadas de diferentes materiais</p> 
<p>Tecnologias</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadores - Sala de informática - Projetor Multimídia - Textos com a figura de espectros 	

3. Descrição das Atividades

O CD e o Arco-íris

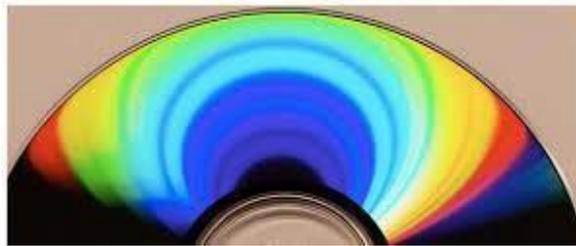
Apresentar algumas imagens de um arco íris e levar um CD para mostrar o mesmo efeito visual, com o intuito de instigar nos alunos a percepção das diferenças e das semelhanças destas duas demonstrações. Durante essa atividade, o professor deve investigar quais são os conhecimentos prévios dos alunos.

Figura A.1: Imagem de um Arco-íris.



Fonte: <https://www.curtoecurioso.com/2014/09/os-5-tipos-de-arco-iris-mais-bonitos-do.html>; Acessado em: 21 de Junho de 2016.

Figura A.2: Difração em um CD.



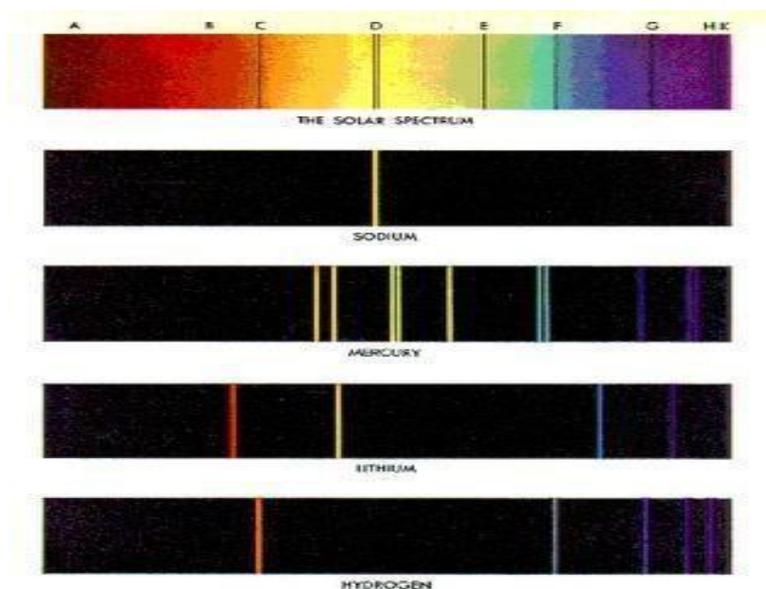
Fonte: <http://magodafisica.ifisica.org/wp-content/uploads/photo-gallery/.original/Difrac%CC%A7a%CC%83o%20em%20um%20DVD.jpg> ; Acessado em: 21 de Junho de 2016.

Em seguida, peça para os alunos pesquisarem na internet a diferença entre o fenômeno da dispersão e da difração, onde e como cada um desses fenômenos ocorre.

Diferentes Espectros

Mostre para os alunos diferentes espectros de diferentes tipos de lâmpadas, em que cada uma é constituída de um tipo de material. Tal atividade tem o intuito de mostrar que o espectro pode variar de acordo com o material da lâmpada que está sendo utilizada.

Figura A.3: Espectro da luz do Sol, Sódio, Mercúrio, Lítio e Hidrogênio.



Fonte: <http://ventosdouniverso.blogspot.com/2012/02/sumario-para-o-blogonauta-> ; Acessado em: 21 de Junho de 2016.

Dispersão ou difração?

Apresentar o conteúdo, em slides, sobre dispersão e difração, dando um enfoque na diferença entre eles. Falar sobre as redes de difração e sua utilização na ciência.

Mostrar que vários trabalhos foram publicados, nos quais CDs são improvisados (com ótimos resultados) como redes de difração. Neste momento, os alunos realizam uma pesquisa na internet sobre a diferença entre dispersão e difração. Peça um diálogo em grupo e relatório sobre a conclusão desta etapa.

O Espectroscópio e sua montagem

Levar um modelo de espectroscópio pronto para que os alunos façam uma sondagem dos materiais que foram utilizados em sua confecção. Ao observar os materiais utilizados, deve-se providenciá-los para a próxima aula em que será realizada a montagem do espectroscópio pelos alunos.

Figura A.4: Espectroscópio pronto.



Fonte: Foto do autor.

Escrever, na lousa, os passos a serem seguidos pelos alunos e ir monitorando a montagem, sempre intervindo para que a atividade possa ser desenvolvida por todos os alunos.

Instruções:

Cubra um CD com fita adesiva.

Figura A.5: CD coberto com fita adesiva.



Fonte: Foto do autor.

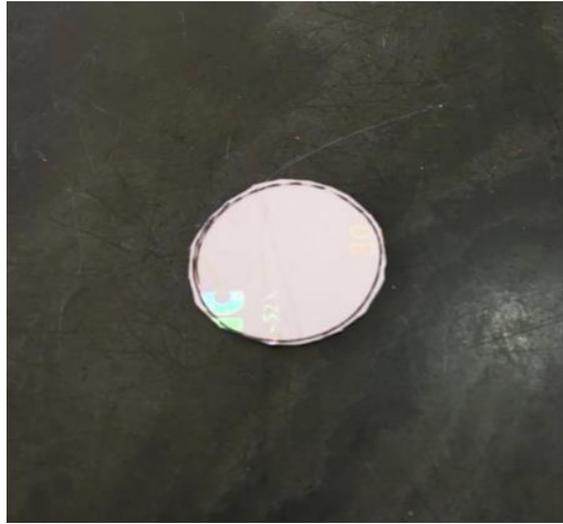
Delimite e corte sua rede de difração. Na figura A.7 se apresenta uma “rede de difração” já cortada, faltando apenas retirar a fita com a “película” do CD.

Figura A.6: Obtendo a rede de difração.



Fonte: Foto do autor.

Figura A.7: Rede de difração cortada.



Fonte: Foto do autor.

A figura A.8 apresenta a rede de difração pronta e a figura A.9 a rede já está sem a película do CD e encaixada em uma das extremidades do cano de PVC.

Figura A.8: Rede de difração pronta.



Fonte: Foto do autor.

Figura A.9: Rede de difração pronta e já encaixada no espectroscópio.



Fonte: Foto do autor.

Nesta etapa, pode ser inserido o papel camurça no interior do cano de PVC. Tomar cuidado na medida da largura e do comprimento. No exemplo da figura 10, o papel mede 10x13cm.

Figura A.10: Colocando o papel camurça dentro do espectroscópio a parte preta voltada para dentro.



Fonte: Foto do autor.

Na sequência, tampar a extremidade que ficou aberta fixando um outro pedaço de papel camurça, do tamanho da circunferência, utilizando uma fita adesiva. Após isto faça uma fenda fina, de aproximadamente 1cm de comprimento.

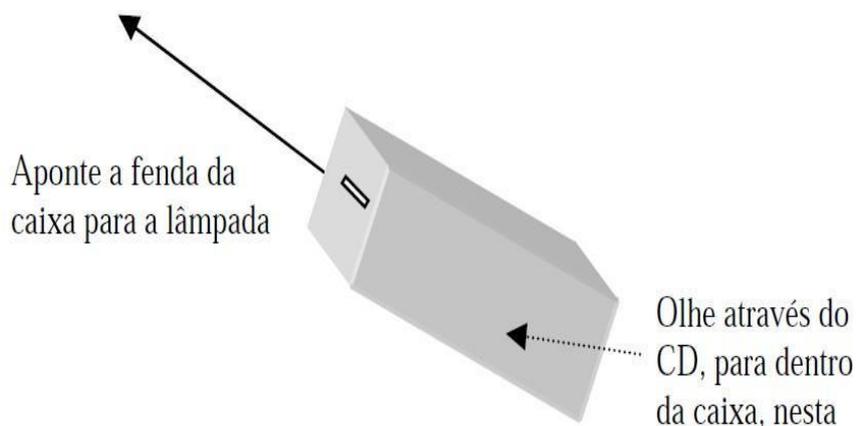
Figura A.11: Colocando o papel camurça e abrindo uma fenda na outra extremidade do espectroscópio.



Fonte: Foto do autor.

Utilizando o espectroscópio

Figura A.12: Como utilizar um espectroscópio.



Fonte: <http://pagciencia.quimica.unlp.edu.ar/spectrsc.htm> . Acessado em: 30 de Junho de 2016.

Pedir para que os alunos utilizem o espectroscópio segundo o esquema da figura A.12 e encontrem o espectro de cada uma das lâmpadas que o professor levou para a aula. Em seguida, compare com a tabela, a fim de identificar que tipo de material compõe a lâmpada (três tipos de lâmpadas diferentes), mas sem falar sobre a composição de cada uma. Sugestão: lâmpada de filamento, lâmpada de sódio e lâmpada de mercúrio (utilizada em aquário).

Como avaliação, o professor pode atribuir uma nota pelo empenho dos alunos durante a montagem do espectroscópio e pode solicitar aos alunos um relatório a ser levado na próxima semana sobre a experiência que foi realizada. Nesta etapa, é importante a socialização do conhecimento, ou seja, eles devem ficar livres para apresentar aos colegas suas dúvidas e se necessário procurar ajuda do professor para confirmar qual é o tipo de elemento da lâmpada.

Exemplo de atividades para fechamento

Para fechar, é interessante fazer uma apresentação de slides mostrando aos alunos onde a espectroscopia é utilizada, no caso, a astrofísica. Dizendo que a espectroscopia é utilizada como ferramenta científica para sondar a estrutura atômica e molecular, inaugurando o campo da análise espectroquímica para analisar a composição dos materiais. Estas técnicas são utilizadas hoje para analisar os objetos, tanto terrestres como estelares, e continua a ser o nosso único meio de estudar os elementos químicos presentes nas estrelas.

Os espectroscópios são amplamente utilizados em astronomia, química e outras áreas. Joseph Von Fraunhofer, um óptico alemão, inventou o espectroscópio em 1814, figura 13. Em 1801, Thomas Young (1773-1809) foi o primeiro a usar uma rede de difração, com 500 linhas por polegada, e observando as quatro primeiras ordens da luz do Sol dispersada.

Figura A.13: Espectroscópio construído por Joseph Von Fraunhofer.



Fonte: Museu de Astronomia e Ciências da Universidade de Coimbra.

Disponível em: <https://www.ecured.cu/Espectroscopio> . Acessado em: 30 de Junho de 2016.

Na figura A.14 se apresenta um espectroscópio moderno que mede os índices de refração de líquidos, vidro de copa e vidro de sílex, determinados em função do comprimento de onda por refração da luz através do prisma com desvio mínimo.

Figura A.14: Exemplo de um espectroscópio moderno.



Fonte: <http://fisicaemclasse.blogspot.com.br/2015/03/a-espectroscopia-e-cor-das-estrelas-e.html>. Acessado em: 30 de Junho de 2016.

Um dos assuntos que chama a atenção dos alunos é a astronomia. Podemos então, a partir de um espectro estelar, levá-los a entender outra aplicação da espectroscopia. Na figura A.15, temos as Três Marias da constelação de Órion. Betelgeuse é a estrela à esquerda vermelha e Rigel é a estrela azulada à direita.

Figura A.15: Utilização do espectroscópio para determinar a composição das estrelas.



Fonte: <http://fisicaemclasse.blogspot.com/2015/03/a-espectroscopia-e-cor-das-estrelas-e.html> . Acessado em: 30 de Junho de 2016.

Outras aplicações na ciência poderiam ser um trabalho a ser realizado na sala de informática ou em casa para complementar o conteúdo e, também, é importante introduzir um tópico para iniciar o próximo tópico a ser trabalhado em aula.