



TECNOLOGIAS BASEADAS NA LUZ: ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA E  
INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E QUÍMICA

Aline Cipriano

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá 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.

Orientador:

Profa. Dra. Márcia Martins Szortyka.

Araranguá

Dezembro de 2017

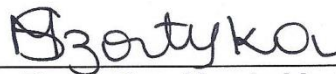
Tecnologias baseadas na luz: Abordagem Contextualizada  
e Interdisciplinar entre Física e Química

Aline Cipriano

Orientador:  
Profa. Dra. Marcia Martins Szortyka

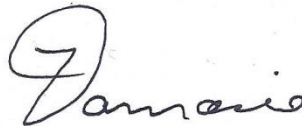
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:



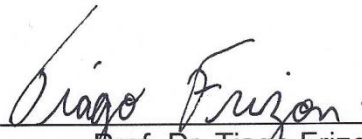
---

Profa. Dra. Marcia Martins Szortyka



---

Prof. Dr. Felipe Damasio



---

Prof. Dr. Tiago Frizon



---

Prof. Dr. Leandro Batirolla Krott

Araranguá, SC  
dezembro de 2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

Cipriano, Aline

Tecnologias baseadas na luz: Abordagem contextualizada e interdisciplinar entre física e química. / Aline Cipriano ; orientadora, Márcia Martins Szortyka, 2017.  
100 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Física, Araranguá, 2017.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino de física e química. 3. Interação da radiação com a matéria. 4. Contextualização. 5. Interdisciplinaridade. I. Szortyka, Márcia Martins. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Física. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente a Deus por intermédio de seu filho amado Jesus Cristo, pelo dom da vida.*

*Ao meu esposo, Tiago Quartiero Pereira, pela compreensão, companheirismo, amizade e amor.*

*À minha orientadora professora Dra. Márcia Martins Szortyka, que através da socialização de conhecimento contribuiu para que este trabalho pudesse ser concluído.*

*Aos professores do MNPEF- Araranguá e em especial ao Coordenador prof. Dr. Evy Augusto Salcedo Torres.*

*À SATC e em especial à Coordenadora pedagógica Adriana Silveira Just Schmidt, pela confiança em permitir a construção de conhecimento a partir da aplicação do projeto.*

*À colega e profissional de informática Daniela Scotti, pela gentileza e pelo apoio na configuração do trabalho.*

*Aos alunos do 2º. Ano da SATC, que de maneira construtiva, participaram da aplicação do projeto.*

*Ao amigo Davi Colombo, pela amizade e pelas contribuições.*

*Ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá.*

*E a todos, que de maneira direta ou indireta contribuíram.*

*Muito obrigada!*

*“Nada é tão maravilhoso que não possa existir, se admitido pelas leis da natureza” (MICHAEL FARADAY).*

## RESUMO

### TECNOLOGIAS BASEADAS NA LUZ: ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E QUÍMICA

Aline Cipriano

Orientador:

Profa. Dra. Márcia Martins Szortyka.

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá, 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.

A presente dissertação aborda uma sequência de procedimentos educacionais voltada à contextualização e a interdisciplinaridade entre os componentes curriculares, física e química. Fundamentada na teoria Histórico Social de Lev Vygotsky, visa possibilitar a construção de conhecimento através da relação dos conceitos de física e química, trabalhados em sala de aula com tecnologias baseadas na luz, a partir da técnica de grupo focal. Para tal, foi desenvolvido um **Produto Interdisciplinar Didático** composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV visível com a plataforma *Arduino*, que estará inclusa no Manual de Apoio ao Professor (Apêndice A). O Manual poderá ser utilizado como ferramenta didática no processo de ensino aprendizagem para professores de física e química, objetivando minimizar a dificuldade dos alunos em relacionar os conceitos teóricos e seus respectivos fenômenos com a realidade norteadora. A pesquisa educacional foi efetivada, em uma escola particular de ensino, no Município de Criciúma/SC, no início de 2017. Resultados satisfatórios foram obtidos a partir das diferentes interações que fizeram parte dos processos intrapessoal e interpessoal de aprendizagem.

Palavras chaves: Espectrofotômetro, Óptica, Interdisciplinaridade, Arduino.

Araranguá

Dezembro de 2017

## **ABSTRACT**

### **TECHNOLOGIES BASED ON LIGHT: CONTEXTUALIZED AND INTERDISCIPLINARY APPROACH BETWEEN PHYSICS AND CHEMISTRY.**

Aline Cipriano

Supervisor:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Martins Szortyka.

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina no curso de mestrado Profissional de Ensino em Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The present work will address a sequence of educational procedures focused on the contextualization and interdisciplinarity between the curricular components, physical and chemical. Based on the Social History theory of Lev Vygotsky, it aims to enable the construction of knowledge, through the relationship of the concepts of physics and chemistry, worked in the classroom, with technologies based on light, based on the focus group technique. For that, an Interdisciplinary Didactic Product was developed, consisting of a working scheme of the UV spectrophotometer visible with the Arduino platform, which will be included in the Teacher Support Manual (Appendix A). The Manual can be used as a didactic tool in the teaching-learning process for teachers of physics and chemistry, aiming to minimize the difficulty of students in relating the theoretical concepts and their respective phenomena to the guiding reality. Educational research was carried out at a school in the state school system in the city of Criciúma / SC, at the beginning of 2017. Satisfactory results were obtained from the different interactions that were part of the intrapersonal and interpersonal learning processes.

Keywords: Spectrophotometer, Optics, Interdisciplinarity, Arduino.

Araranguá

December 2017

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Zonas de desenvolvimento para a abordagem Vygotskyana.....	7
<b>Figura 2:</b> Esquema do espectrofotômetro de baixo custo.....	12
<b>Figura 3:</b> Plataforma Arduino Mega 2560.....	13
<b>Figura 4:</b> Ambiente virtual para programação.....	14
<b>Figura 5:</b> LEDs.....	14
<b>Figura 6:</b> LDR.....	15
<b>Figura 7:</b> Resistores.....	15
<b>Figura 8:</b> Esquema de entrada e saída de dados.....	16
<b>Figura 9:</b> Display LCD.....	16
<b>Figura 10:</b> Buzzer.....	17
<b>Figura 11:</b> Dicromato e permanganato de potássio .....	18
<b>Figura 12:</b> Produto Interdisciplinar Didático.....	18
<b>Figura 13:</b> Resolução das perguntas elaboradas pelo mediador.....	26
<b>Figura 14:</b> Execução da pesquisa orientada.....	27
<b>Figura 15:</b> Microscópio caseiro.....	30
<b>Figura 16:</b> Telescópio caseiro.....	31
<b>Figura 17:</b> Laser com trajeto na água.....	32
<b>Figura 18:</b> Câmara escura de orifício.....	33
<b>Figura 19:</b> Introdução à espectroscopia.....	34
<b>Figura 20:</b> Gráfico de absorvância versus comprimento de onda.....	35
<b>Figura 21:</b> Gráfico com a equação da reta (curva padrão).....	36
<b>Figura 22:</b> Display LCD.....	38
<b>Figura 23:</b> Amostra sendo inserida.....	38
<b>Figura 24:</b> Amostra pronta para análise.....	39



<b>Figura 25:</b> Seleção de cores- verde.....	39
<b>Figura 26:</b> Seleção de cores- azul.....	39
<b>Figura 27:</b> Seleção de cores- vermelho.....	40
<b>Figura 28:</b> Fim da análise.....	40
<b>Figura 29:</b> Apresentação do Produto Interdisciplinar Didático.....	41
<b>Figura 30:</b> Análise comparativa de aprendizagem.....	47
<b>Figura 31:</b> Percepção da própria aprendizagem.....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Dados de absorvância e comprimento de onda.....	35
<b>Tabela 2:</b> Dados de absorvância de concentração conhecida.....	36

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Cronograma mensal de atividades.....	20
<b>Quadro 2:</b> Atividades desenvolvidas.....	21
<b>Quadro 3:</b> Níveis para análise.....	43
<b>Quadro 4:</b> Análise comparativa para a questão 1.....	44
<b>Quadro 5:</b> Análise comparativa para a questão 2.....	44
<b>Quadro 6:</b> Análise comparativa para a questão 3.....	45
<b>Quadro 7:</b> Análise comparativa para a questão 4.....	46
<b>Quadro 8:</b> Análise comparativa para a questão 5.....	46

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO 2 .....	5
REFERENCIAL TEÓRICO .....	5
2.1 VYGOTSKY .....	5
2.2 A TEORIA HISTÓRICO CULTURAL .....	5
2.3 A INTERDISCIPLINARIDADE E A CONTEXTUALIZAÇÃO .....	7
2.4 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS E ESTRATÉGIAS DE PESQUISA .....	8
2.4.1 Grupo focal .....	9
CAPÍTULO 3 .....	11
PRODUTO INTERDISCIPLINAR DIDÁTICO E METODOLOGIA .....	11
3.1 PRODUTO INTERDISCIPLINAR DIDÁTICO .....	11
3.1.1 Plataforma Arduino .....	12
3.1.2 Fonte de radiação luminosa (LEDs) .....	14
3.1.3 LDR .....	15
3.1.4 Resistores .....	15
3.1.5 Display LCD .....	16
3.1.6 Buzzer .....	17
3.1.7 Material padrão para absorção .....	17
3.1.8 Materiais de suporte .....	18
3.2 Metodologia .....	19
CAPÍTULO 4 .....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	23
4.1.1 Primeiro momento .....	23
4.1.2 Segundo momento .....	23
4.1.3 Terceiro momento .....	26
4.1.4 Quarto momento .....	27
4.1.5 Quinto momento .....	28
4.1.6 Sexto momento .....	29
4.1.7 Sétimo momento .....	29

4.1.8	Oitavo momento .....	33
4.1.9	Nono momento .....	42
4.1.10	Décimo momento .....	42
4.2	ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NA PESQUISA. ....	43
CAPÍTULO 5 .....		49
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....		49
Referências .....		51

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

A evolução dos sistemas educacionais referente às novas tecnologias de aprendizagem vem crescendo gradativamente em concordância com a complexidade da vida atual em sociedade. Os profissionais da educação estão constantemente buscando alternativas sobre questões relacionadas ao papel da escola perante o desenvolvimento tecnológico. É de responsabilidade da escola, ampliar a formação por meio dos componentes curriculares, com metodologias viáveis para a integração, mediação e a potencialização do desenvolvimento levando em consideração o conhecimento prévio do aluno, ou seja, as experiências que o indivíduo adquiriu ao longo de suas interações para a efetivação da aprendizagem.

*Aprendizagem é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir do seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia dos fatores inatos e dos processos de maturação do organismo. Em Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio-históricos, a ideia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. (...) o conceito de Vygotsky tem um significado mais abrangente, sempre envolvendo interação social. (OLIVEIRA, 1995, p.57).*

Oliveira (1995) interpreta Vygotsky, afirmando que o aprendizado é necessário para o desenvolvimento e que este pode ser comprometido na falta de situações propícias. Os componentes curriculares que compõem a matriz de referência para o ensino médio com suas habilidades e competências são de fundamental importância para a sociedade. Dentre eles pode-se destacar duas das disciplinas que fazem parte da área de ciências da natureza e suas tecnologias: física e química. Além de ambas estarem em constante transformação, não podem ser consideradas disciplinas isoladas, mas sim parte fundamental do conjunto de componentes que contribuem para o desenvolvimento que está diretamente ligado as aplicações e implicações na sociedade.

A física como ciência originou-se a partir de reflexões filosóficas gregas desenvolvendo como objeto de estudo as propriedades da matéria e da energia com caráter essencial na construção de conhecimento. Passou por várias etapas desde a física clássica embasada por Isaac Newton até a física moderna abordada por

Niels Bohr e Albert Einstein (BAPTISTA, 2006). Já a ciência química estuda os materiais que constituem a natureza, sua ocorrência e composição, as energias envolvidas e principalmente as transformações que resultam em novos materiais (FELTRE, 1994).

Durante muito tempo as informações pertinentes ao ensino de física e química eram repassadas de forma a considerar quantidade e não qualidade. Resumia-se apenas à memorização de conceitos e equações que acabavam não oferecendo um entendimento sólido do que havia sido ensinado. Embora exista ainda resistência por parte de docentes em relação à adaptação da contextualização e interdisciplinaridade nos conteúdos, ambas estão difundindo-se de maneira significativa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999, p. 94) salientam que “O contexto que é mais próximo do aluno e mais facilmente explorável para dar significado aos conteúdos da aprendizagem é o da vida pessoal, cotidiano e convivência”. Sendo assim, a contextualização e a interdisciplinaridade são ferramentas auxiliaadoras à avaliação processual que está diretamente ligada ao segmento de ensino-aprendizagem, bem como, metodologias do ensino da física e química estão constantemente em transformação visando nortear o ensino para suprir as necessidades de interação entre docentes e discentes. Essa interação faz parte de um conjunto com ideias essenciais que enfatizam a participação, o desenvolvimento científico e tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcances econômicos, sociais e políticos.

Vygotsky (2005) enfatiza a função do mediador em um percurso constituído de interações, que levará o indivíduo ao desenvolvimento. O papel do professor é de fundamental importância para que o processo educacional tenha sucesso.

Tendo em vista a importância dos fatores que compõem o ambiente escolar, o método contextual e interdisciplinar com a participação ativa do mediador pode atuar como ferramenta para o ensino dialético que visa à efetivação da avaliação processual.

*A alma de qualquer instituição de ensino é o professor. Por mais que se invista na equipagem das escolas, em laboratórios, bibliotecas, anfiteatros, quadras esportivas, piscinas, campos de futebol – sem negar a importância de todo esse instrumental -, tudo isso não se configura mais do que aspectos materiais se comparados ao papel e à importância do professor (Chalita, 2001, p. 163).*

Nesse sentido surge a necessidade da utilização de meios didáticos para facilitar a apropriação de conhecimento. O objetivo desse trabalho é a elaboração de um material pedagógico que consiste em um **Produto Interdisciplinar Didático**, composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV visível com a plataforma *Arduino* cujo esquema estará incluso no Manual de apoio ao professor, que poderá ser utilizado para complementar as aulas de Física (Óptica), e Química (identificação de elementos e concentração das soluções), estimulando a aprendizagem através da relação dos conceitos com aplicações tecnológicas e suas interações.

É importante ressaltar que:

[...] encontrar, na tarefa docente cotidiana, um sentido para a tecnologia, um para quê. Este “para quê” tem conexão com o verbo **tictein**, com a ideia de criação, de dar à luz, de produzir. Como docentes buscamos que os alunos construam os conhecimentos nas diferentes disciplinas, conceitualizem, participem nos processos de negociação e de recriação de significados de nossa cultura, entendam os modos de pensar e de pesquisar das diferentes disciplinas, participem de forma ativa e crítica na reelaboração pessoal e grupal da cultura, opinem com fundamentações que rompam com o senso comum, debatam com seus companheiros argumentando e contra-argumentando, elaborem produções de índole diversa: um conto, uma enquete, um mapa conceitual, um resumo, um quadro estatístico, um programa de rádio, um jornal escolar, um vídeo, um software, uma exposição fotográfica, entre outros, (LITWIN, 1997, p.33).

O tema Tecnologias baseadas na luz: Abordagem contextualizada e interdisciplinar entre Física e Química tem como finalidade associar as disciplinas de Física e Química por meio da aplicação do Experimento Interdisciplinar, elaborado, organizado e planejado no universo educacional.

O ato de planejar é uma preocupação que envolve toda a possível ação ou qualquer empreendimento da pessoa. Sonhar com algo de forma objetiva e clara é uma situação que requer um ato de planejar. O planejar foi uma realidade que acompanhou a trajetória histórica da humanidade (Menegolla, 1991, p. 15).

O manual de apoio ao professor trará um breve resumo sobre os principais conceitos trabalhados em sala de aula que são pré-requisitos para o entendimento do **Produto Interdisciplinar Didático**. Além do resumo oferecerá também quatro procedimentos para a confecção de instrumentos ópticos, confeccionados pelos



alunos e utilizados durante o percurso da pesquisa. Ao final, será apresentado um procedimento experimental simples para a determinação dos princípios fundamentais da espectroscopia por absorção de radiação UV visível, que deu suporte a pesquisa para a obtenção do **Produto Interdisciplinar Didático**, que funciona com os princípios da luz e suas interações com a matéria. Como estratégia de ensino, o manual será usado como ferramenta complementar para subsidiar o trabalho do professor, objetivando a assimilação dos conceitos.

Segundo o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - GREF a concordância tecnologia e o ensino de física representam: “compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos” (Brasil, 1999, p.237).

A participação do discente na elaboração de um aparato tecnológico promove a compreensão dos objetivos, da viabilidade e ainda do que é tangível para que o aluno internalize o que foi socializado a partir das interações.

Para melhor organização das informações, a trajetória da pesquisa é composta por cinco capítulos. O segundo capítulo trará a fundamentação teórica, embasada na teoria Histórico Social de Lev Vygotsky e técnicas de grupos focais. Na sequência o terceiro capítulo abordará a aplicação da proposta na instituição de ensino. Já o quarto capítulo apresentará de forma clara e objetiva os resultados e discussões a partir da análise qualitativa e quantitativa dos dados obtidos durante a pesquisa. A finalização ocorre no último e quinto capítulo que elencará as considerações finais relevantes para a realização da pesquisa científica.

## CAPÍTULO 2

### REFERENCIAL TEÓRICO

#### 2.1 VYGOTSKY

Lev Semenovitch Vygotsky, nasceu no ano de 1896, na cidade de Orsha, em pleno império Russo na região da Bielorrússia. Formou-se em direito em 1918 pela Universidade de Moscou. Durante seu percurso acadêmico construiu conhecimento nas ciências humanas como filosofia e história da língua e linguística, estética e literatura. Casou-se aos 28 anos e faleceu vítima de tuberculose aos 37 anos com mais de 200 trabalhos científicos (ANTUNES, 2015).

Após o percurso acadêmico, Vygotsky dedicou-se ao ensino da psicologia, iniciando seus trabalhos em 1924 na cidade de Moscou, como colaborador do Instituto de Psicologia. No mesmo ano, iniciou a pesquisa que deu origem a teoria sóciointeracionista e sua forte conexão entre socialismo e uma nova psicologia integradora. Sua primeira obra relacionada integralmente aos aspectos sociais foi *Psicologia da arte* (1925). Tornou-se um autor de vanguarda: “Ele está certamente, sob muitos aspectos, adiante de nosso próprio tempo”, segundo um de seus melhores intérpretes (RIVIÈRE, 1984, p. 120). Dentre os inúmeros trabalhos de Vygotsky destaca-se até os dias atuais o livro “Pensamento e linguagem”, publicado em 1934, após sua morte, com o intuito de apresentar um estudo detalhado sobre o desenvolvimento intelectual, orientado para a psicologia evolutiva, educação e psicopatologia (SANTOS 2013).

#### 2.2 A TEORIA HISTÓRICO CULTURAL

Segundo Alves (2005), Vygotsky foi o primeiro psicólogo moderno a destacar que a cultura se unifica ao cérebro do homem pelo estímulo da atividade cerebral através da interação mediada pela linguagem. Para ele, o ser humano caracteriza-se por uma sociabilidade primária.

*É por meio de outros, por intermédio do adulto que a criança se envolve em suas atividades. Absolutamente, tudo no comportamento da criança está fundido, enraizado no social. Assim, as relações da criança com a realidade são, desde o início, relações sociais. Neste sentido, poder-se-ia dizer que o bebê é um ser social no mais elevado grau (Vygotsky, 1932).*

A Teoria Histórico Cultural traz um forte elo entre a linguagem e o pensamento e é embasada em quatro pensamentos-chave: Interação, mediação, internalização e Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Segundo Oliveira (1997), são três os pilares dessa nova abordagem:

- *as funções psicológicas têm um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral;*
- *o funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre os indivíduos e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico;*
- *a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 1997, p. 23).*

Para Alves (2005), Vygotsky acreditava que o fato das crianças apresentarem diferentes idades não significaria assimilação dos conceitos de maneira diferente, bem como as de mesma idade poderiam sim apresentar rendimentos distintos. Esse rendimento só seria possível, a partir da interação, através das relações interpessoais de troca promovida pela linguagem, com símbolos, metáforas dentre outras figuras.

De acordo com a perspectiva de Rego (1994), os processos em desenvolvimento também passam por essa Zona de Desenvolvimento Proximal que é criada a partir dos fatores externos.

*Mesmo havendo uma significativa distância entre o comportamento na vida real e o comportamento no brinquedo, a atuação no mundo imaginário e o estabelecimento de regras a serem seguidas criam uma zona de desenvolvimento proximal, na medida em que impulsionam conceitos e processos em desenvolvimento (REGO, 1994, p. 83).*

A mediação de tudo que norteia o indivíduo é realizada pela linguagem. Nesse estágio entra o papel do orientador, que pode ser alguém mais experiente, considerado o descobridor da Zona de Desenvolvimento Proximal, que nada mais é do que a lacuna entre a zona real que representa o que a criança sabe e a zona potencial que é onde ela poderá chegar se tiver auxílio de pessoas mais experientes. A Figura 1 exhibe de maneira sucinta a representação das zonas de desenvolvimento.



Figura 1: Zonas de desenvolvimento para abordagem Vygotskyana. Fonte: Elaborada pela autora.

Para Vygotsky (1998), a internalização constitui-se de três momentos. O primeiro momento traz a abordagem das atividades interpessoais que vão aos poucos se transformando em atividades intrapessoais, a partir das interações sociais com indivíduos mais experientes. “Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente” (VYGOTSKY, 1998, p.75).

O segundo momento é onde ocorre a sedimentação do conhecimento por meio da distinção entre os significados e os sentidos. “Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal” (VYGOTSKY, 1998, p.75).

O terceiro momento é o desfecho final onde o indivíduo, a partir das trocas através das distintas experiências, universaliza o que conseguiu abstrair. “A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento” (VYGOTSKY, 1998, p.75).

### 2.3 A INTERDISCIPLINARIDADE E A CONTEXTUALIZAÇÃO

A ação pedagógica está cada vez mais voltada para o materialismo dialético contextual e interdisciplinar. A contextualização visa relacionar os conceitos que

estão sendo abordados em sala de aula, com o contexto ou a realidade norteadora do aluno. O aluno passará a ser o protagonista na construção de conhecimento a partir da relação do dia a dia com a ciência e não mais, um simples espectador como era no ensino tradicional.

*O pensamento contextual busca sempre a relação de inseparabilidade e as inter-retroações entre qualquer fenômeno e seu contexto, e deste com o contexto planetário. O complexo requer um pensamento que capte relações, inter-relações, implicações mútuas, fenômenos multidimensionais, realidades que são simultaneamente solidárias e conflitivas (como a própria democracia, que é o sistema que se nutre de antagonismos e que, simultaneamente, os regula), que respeite a diversidade, ao mesmo tempo em que a unidade, um pensamento organizador que conceba a relação recíproca entre todas as partes. (MORIN, 2005, p.23).*

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação 9.394/96, no artigo 28º, indica como isso pode ser feito, por expor que “os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente”.

Segundo Brasil (2006), dentre as orientações curriculares para o ensino médio está a noção de competência que visa mobilizar o conhecimento do aluno em contextos distintos relacionando-os com o mundo em que vive.

A interdisciplinaridade busca superar a visão fragmentada para a apropriação de conhecimento. Segundo Thiesen (2008), a discussão sobre a temática da interdisciplinaridade tem sido tratada por dois grandes enfoques: o epistemológico e o pedagógico, ambos abarcando conceitos diversos e muitas vezes complementares. “A interdisciplinaridade impõe-se pela própria forma de o homem produzir-se enquanto ser social e enquanto sujeito e objeto do conhecimento social”. (FRIGOTTO, 1995, p. 26).

De acordo com a LDB nº 9.394/96 e com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que orientam as escolas e os professores na aplicação do novo modelo, estão estruturados sobre dois eixos principais: a interdisciplinaridade e a contextualização.

## 2.4 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS E ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

### 2.4.1 Grupo focal

Empregar metodologias que permitam a aprendizagem durante o desenvolvimento intelectual faz parte de uma série de ferramentas fundamentais no processo de troca de conhecimento. Dentre estas está uma das técnicas de pesquisa qualitativa conhecida como grupo focal (GOMES, 2005).

Segundo Morgan (1997), o grupo focal constitui uma técnica significativa de coleta de dados de origem anglo-saxônica, utilizada como instrumento de pesquisa desde 1940, com enfoque na interação do moderador com os participantes do grupo.

Durante a segunda guerra mundial, os grupos focais foram utilizados como instrumento de coleta, para verificar os efeitos de convencimento da propaganda política, e os fatores que afetavam o desempenho das tropas armadas. A partir dos anos 80, a técnica foi utilizada na área da saúde, e também como instrumento de análise para detectar os efeitos causados pela mídia, promovendo o processo de construção de interpretações (MORGAN, 1997; VEIGA e GONDIM, 2001).

Gilbert (1990) relaciona a técnica com a contextualização, segundo ele, para transformar o comportamento é necessário o conhecimento do contexto com seus significados e compreensão da relevância dos mesmos.

#### 2.4.1.1 Modalidades dos grupos focais

Segundo Fern (2001) há duas direções possíveis: a confirmação de hipóteses e a validação da teoria configuram a primeira, utilizada geralmente por acadêmicos. A seguinte direção trata das aplicações práticas em contextos particulares.

As duas direções podem estar combinadas em três modelos de grupos focais: clínicos, exploratórios e vivenciais.

O primeiro modelo, composto pelos grupos clínicos estão voltados à necessidade de compreender as crenças, os comportamentos e os sentimentos. A premissa para esses grupos é que as pessoas desconhecem os próprios comportamentos, sendo que necessitam de análise clínica.

Os grupos focais exploratórios fazem parte do segundo modelo que apresenta como enfoque a geração de hipóteses para o desenvolvimento de

modelos e teorias. A teoria de Straus e Corbin (1994) consiste em uma metodologia para a construção de modelos teóricos. Essa teoria foi construída a partir do indutivismo entre coleta de dados e análise dos mesmos (CHARMAZ, 2000).

Enfim os grupos focais vivenciais que configuram o terceiro modelo abordam os processos internos e apresentam dois propósitos: o primeiro visa comparar os dados internos com entrevistas que permitam análise entre os integrantes do grupo e o segundo refere-se à análise intragrupal (FERN, 2001).

Conforme Morgan (1997), dois fatores devem se considerados: o papel do mediador e a análise de resultados. O moderador deve possibilitar um leque de tópicos, bem como algumas limitações nas intervenções para permitir o fluxo da discussão produtiva. O moderador ainda poderá inserir algumas perguntas com o intuito de evitar que os tópicos mais importantes sejam ativados no final da discussão. Para Morgan (1997), um roteiro é de extrema importância no processo desde que permita um aprofundamento progressivo.

Para o fechamento é importante abordar o segundo fator apresentado por Morgan (1997), que consiste na análise dos resultados. Esta depende do tipo de relatório que o projeto de pesquisa requer (BARDIN, 1977; SMITH, 2000).

## CAPÍTULO 3

### PRODUTO INTERDISCIPLINAR DIDÁTICO E METODOLOGIA

O presente capítulo abordará as informações pertinentes ao **Produto Interdisciplinar Didático**, bem como os procedimentos metodológicos utilizados na obtenção do aparato experimental.

#### 3.1 PRODUTO INTERDISCIPLINAR DIDÁTICO

Para dar suporte aos professores de física e química em um contexto interdisciplinar, foi elaborado um aparato experimental baseado em um espectrofotômetro de baixo custo elaborado por LUDKE (2010), apresentado na Figura 2. Segundo Lüdke (2010), a alta repetitividade e a reprodutibilidade desse experimento justificam a sua adoção na prática de ensino, onde as limitações de tempo e orçamento são agravantes na qualidade do ensino de física em ambientes interdisciplinares.

A espectrofotometria UV visível tem como finalidade a determinação de dados de absorbância ou transmitância em função do comprimento de onda. O **Produto Interdisciplinar Didático (PID)** foi elaborado levando-se em consideração os fundamentos básicos da espectroscopia. Seu principal objetivo foi proporcionar aos alunos a apropriação de conhecimento científico acerca dos conceitos trabalhados nas aulas de física e química em uma abordagem contextual e interdisciplinar.

Para que os alunos pudessem visualizar em sala de aula o funcionamento do **Produto Interdisciplinar Didático**, relacionando-o com a tecnologia “espectroscopia”, empregada para o desenvolvimento de habilidades e competências, conforme os PCN’S foram utilizados, LEDs, placa *Arduino*, componente LDR, display LCD, resistores, tubo de ensaio, reagente químico, e materiais de suporte. A plataforma *Arduino* foi empregada, em substituição ao gavanômetro, associado ao aparato experimental. Além da substituição descrita anteriormente, outras modificações foram feitas para a obtenção do novo produto educacional.



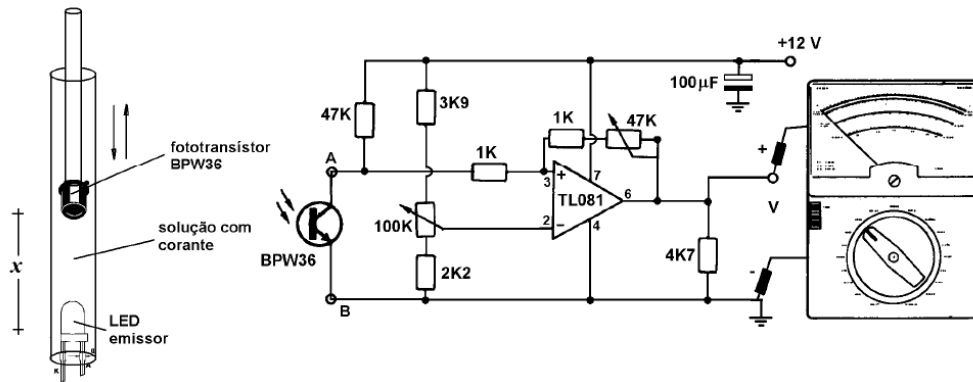


Figura 2: Esquema do espectrofotômetro de baixo custo. Fonte: Site sbfisica, 2010.

A seção seguinte apresentará algumas informações referentes à plataforma *Arduino*, bem como dos componentes utilizados para a confecção do **Produto Interdisciplinar Didático**.

### 3.1.1 Plataforma Arduino

A plataforma *Arduino* é utilizada para a elaboração de protótipos eletrônicos, cujo fundamento está na facilidade de uso relacionado à interação, já que, pode permitir a saída de sinais, bem como a entrada através de uma vasta gama de sensores. A linguagem de programação utilizada é específica para *Arduino*, sendo que os projetos podem ser desenvolvidos na plataforma ou ainda podem ser conectados a computadores e programados através de softwares. Apesar da diversidade de placas de *Arduino* no mercado, optou-se por usar o modelo Mega 2560, que está representado abaixo através da Figura 3.

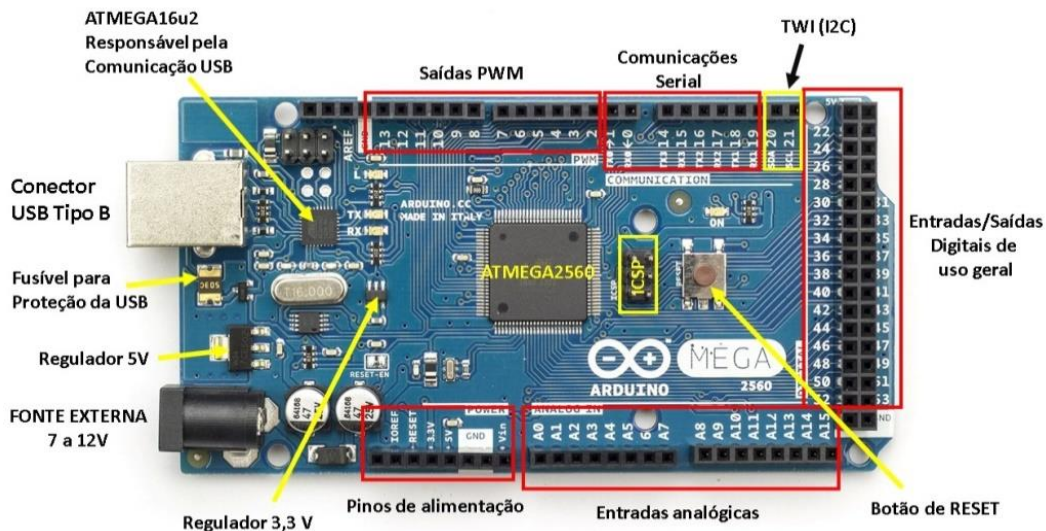


Figura 3: Plataforma arduino Mega 2560. Fonte: Site embarcados, 2017.

Fetzner (2015), concluiu que a obtenção automática de dados, utilizada junto com uma metodologia, auxilia no processo de ensino e aprendizagem a partir do estímulo para fomentar o interesse dos alunos. Na aquisição de um *Arduino* é recomendável acessar o site oficial para maiores informações. São vários modelos e geralmente são vendidos em forma de um kit, que consiste em conjunto de elementos básicos para iniciante, com LEDs, LDR, resistores entre outros. Isso significa que o aparato pode ser utilizado para potencializar o desenvolvimento, mesmo por indivíduos que não tenham formação específica na área de eletrônica e programação.

A presente plataforma foi montada e programada com o auxílio do professor de eletrônica e instalações elétricas do curso técnico em edificações do CEDUP Tiago Quartiero Pereira– Criciúma - SC. A Figura 4 representa o ambiente de programação que será carregada na placa do microcontrolador, no qual executará as instruções através das devidas interações.

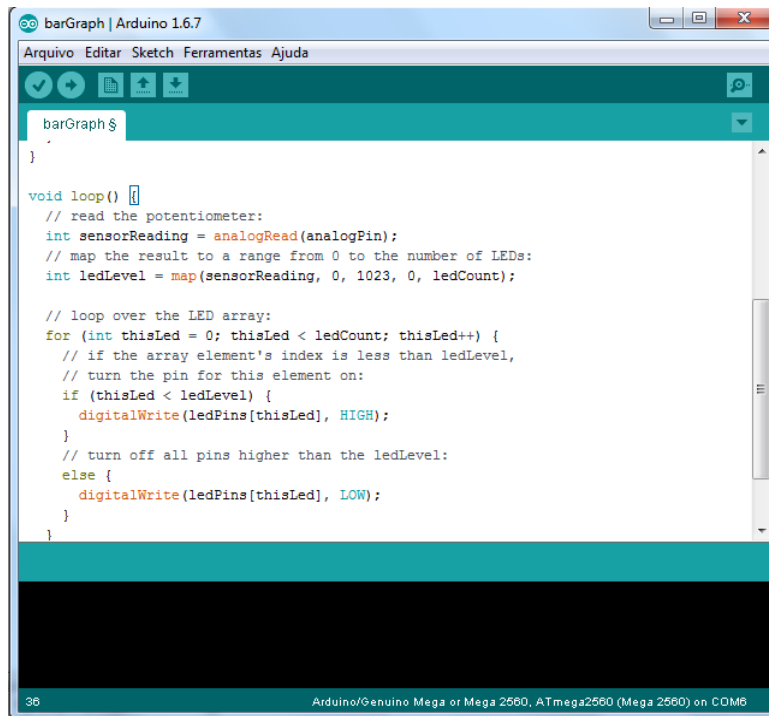


Figura 4: Ambiente virtual para programação. Fonte: Site metaarduino, 2017.

### 3.1.2 Fonte de radiação luminosa (LEDs)

Os LEDs (*Light emitting diode*) são dispositivos eletrônicos semicondutores que quando polarizados diretamente emitem luz. Há uma vasta gama de cores disponíveis no mercado, porém neste projeto optou-se em utilizar as três cores primárias: vermelho, verde e azul conforme a Figura 5. Tal dispositivo será responsável pela emissão da radiação luminosa que será aplicada a amostra (THENSCALER, 2017).



Figura 5: LEDs. Fonte: Site thenscaler, 2017.

### 3.1.3 LDR

O LDR (*Light dependent resistor*) consiste em um componente fotoelétrico que varia sua resistência conforme a intensidade de luz incidente sobre o mesmo, sendo que quanto maior a incidência de luz menor será sua resistência elétrica. O LDR de acordo com a Figura 6, proporciona a interação dentro de uma gama específica do espectro visível, sendo que será responsável em captar a radiação luminosa não absorvida pela amostra (METAARDUINO, 2017).

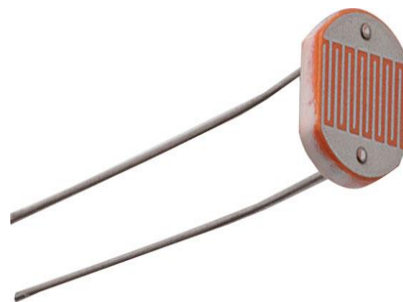


Figura 6: LDR. Fonte: Site metaarduino, 2017.

### 3.1.4 Resistores

São componentes eletrônicos passivos com a finalidade de converter energia elétrica em energia térmica por meio do efeito Joule. Desta forma é possível limitar a corrente elétrica em um dado circuito. Os resistores dispostos na Figura 7 serão utilizados no **Produto Interdisciplinar Didático**, com o intuito de limitar a corrente elétrica nos LEDs (GOOGLE, 2017).



Figura 7: Resistores. Fonte: Site google, 2017.

A Figura 8 apresenta um esquema ilustrativo do microcontrolador Arduino com a placa protoboard, para fim de ilustração e possível reprodução do experimento.

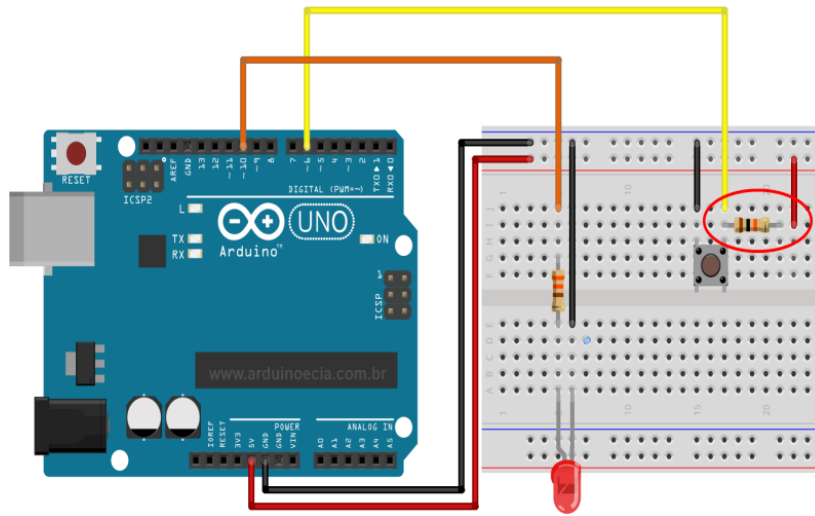


Figura 8: Esquema de entrada e saída de dados. Fonte: Site arduinoecia, 2017.

### 3.1.5 Display LCD

O Display LCD (*liquid crystal display*), disposto na Figura 9, é um painel que sinaliza através de elementos gráficos informações obtidas em circuitos elétricos. O display utilizado no *PID* contém duas linhas por dezesseis colunas de caracteres, o qual possibilitará a leitura dos dados aferidos.

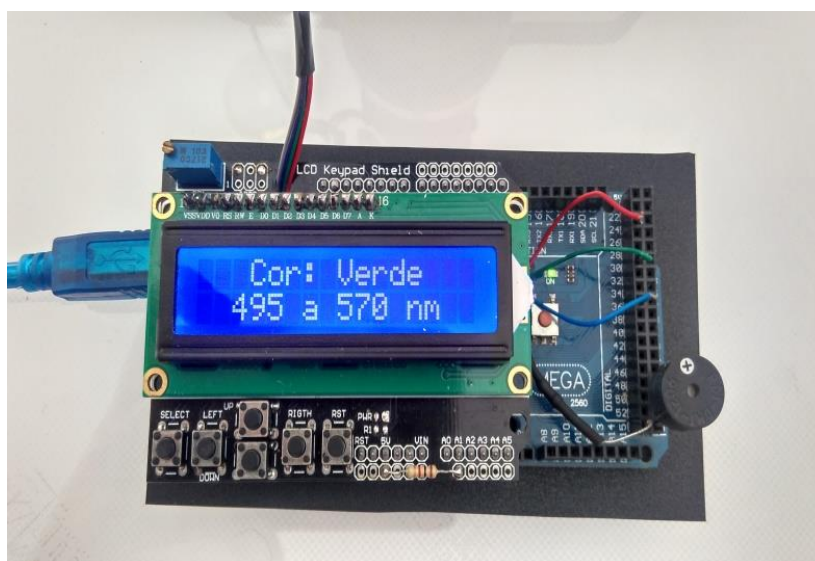


Figura 9: Display LCD. Fonte: Arquivo da autora.

### 3.1.6 Buzzer

Consiste em um dispositivo piezoelétrico utilizado para gerar sons em determinadas frequências. O Buzzer apresentado na Figura 10 foi utilizado no *Produto Interdisciplinar Didático*, a fim de sinalizar as dez contagens de medição.

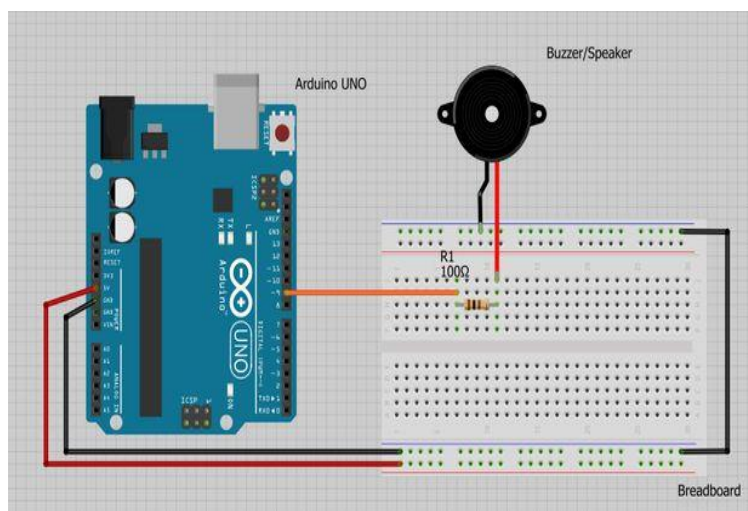


Figura 10: Buzzer. Fonte: Site instructables, 2017.

### 3.1.7 Material padrão para absorção

O material padrão utilizado consiste em um sal inorgânico que age como antioxidante e tem ação antisséptica e antibacteriana. O sal que é chamado de Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), possui coloração púrpura e é comercializado em forma de comprimido. Sua aplicação em espectroscopia é justificada pelo fato de apresentar o grupo funcional com espectro de absorção característico (Site Labsynt, 2017). A Figura 11 apresenta dois materiais utilizados na espectroscopia, na esquerda o dicromato de potássio e na direita o permanganato de potássio, cujas informações foram descritas anteriormente.



Figura 11: Dicromato e permanganato de potássio. Fonte: Site bulasmedicamentos, 2017.

### 3.1.8 Materiais de suporte

Utilizou-se como materiais de suporte para o **Produto Interdisciplinar Didático**, uma base acrílica, duas hastes metálicas e um tubo de PVC revestido com vinil preto conforme apresentado na Figura 12 Além do descrito acima, também foi utilizado anéis de espuma branca para minimizar a perda da luz. A metodologia para a confecção do Produto está melhor explicada no Manual de Apoio ao Professor (Apêndice A).

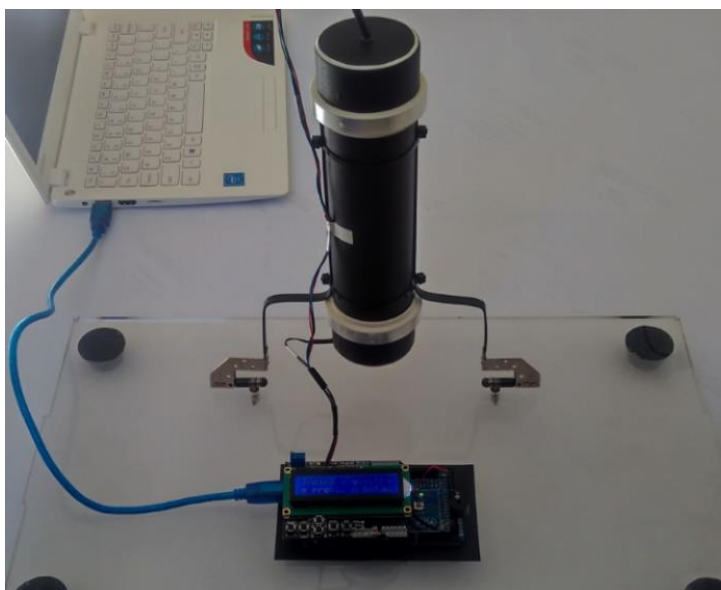


Figura 12: Produto Interdisciplinar Didático. Fonte: Arquivo da autora.

### 3.2 Metodologia

A pesquisa de caráter qualitativo, fundamentada na Teoria Histórico Cultural de Vygotsky, foi aplicada no primeiro semestre de 2017. Para tal, utilizou-se como ferramenta pedagógica para coleta de dados, uma entrevista padronizada aberta por meio de uma atividade avaliativa (Apêndice B), aplicada em dois momentos. Além desta, foi utilizada também a técnica de grupo focal e por fim um diário de aula a fim de registrar todas as observações e discussões.

De acordo com Mello (1993), a organização dos conteúdos trabalhados em sala de aula merece atenção especial no que diz respeito aos métodos, técnicas e teorias, pois deve levar o aluno a aprendizagem significativa, com domínio de conceitos. A utilização de um diário de aula para registro das observações é válida, considerando-se que o mesmo é um instrumento organizacional das ideias referente à pesquisa. É de fundamental importância para o processo de construção do conhecimento e posterior desenvolvimento (ZABALGA, 2004).

Para Zabalga (2004), a proposta traz três tipos de diários que estão alinhados conforme sua experiência. O primeiro assemelha-se a um planejamento de aula, o segundo apresenta descrição de tarefas geralmente acompanhadas com os objetivos específicos esperados pelo professor e em contrapartida o terceiro apresenta direcionamento às pessoas que participam ativamente do processo tendo como enfoque o aspecto pessoal.

Para efeito de organização das informações obtidas a partir da troca de experiências, a presente dissertação utilizará uma junção dos três tipos de diários expostos acima.

O objetivo da pesquisa, como descrito anteriormente, foi desenvolver um instrumento educacional, **Produto Interdisciplinar Didático**, baseado nos PCNs, para dar suporte aos professores de física, bem como, trabalhar a interdisciplinaridade e a contextualização com a disciplina de química. Para isso, informações foram produzidas a partir das distintas perspectivas de leitura dos fatos através de observações e registros (GERHARDT 2009).

A turma foi dividida em quatro grupos de cinco alunos cada. Os grupos foram identificados pelas siglas G1, G2, G3 e G4. As atividades propostas pelo professor mediador foram realizadas em grupo, e cada grupo ficou responsável pela



confeção de um instrumento óptico. O **Produto Interdisciplinar Didático** foi socializado com os alunos após constatar-se que a interdisciplinaridade não havia sido explorada de maneira satisfatória. Todas essas informações foram organizadas para a obtenção da sequência didática que poderá ser utilizada como ferramenta de aprendizagem através do Manual de Apoio ao Professor (Apêndice A). Importante destacar que o **Produto Interdisciplinar Didático**, foi elaborado pelo professor mediador.

O Quadro 1 apresenta a cronologia das atividades pedagógicas em seis etapas para o planejamento adequado ao número de aulas ministradas dentro do período letivo de 2017.

Nº	Etapa	Período (dia e/ou mês)...					
		Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
1	Socialização do formulário de projeto	X					
2	Pesquisa dos alunos com a mediação do professor		X				
3	Análise dos experimentos e relação dos conceitos de óptica com a química e atividade avaliativa (Apêndice B).			X			
4	Confeção dos instrumentos ópticos				X		
5	Micro aula espectroscopia					X	
6	Aplicação do Produto Interdisciplinar Didático e						X

	<b>atividade avaliativa.</b>						
<b>7</b>	<b>Discussão sobre os resultados</b>						<b>X</b>

Quadro 1: Cronograma mensal de atividades em etapas. Fonte: Elaborado pela autora.

Uma cópia do Quadro 1 foi impressa e fixada no mural da sala para melhor orientar os alunos.

Além do planejamento apresentado no Quadro acima através das fases do projeto, o Quadro 2 ressalta a relação de atividades com os objetivos pretendidos e suas respectivas datas com as aulas destinadas a aplicação do aparato metodológico ***Produto Interdisciplinar Didático***.

<b>Datas</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Objetivos</b>
16/03/2017 <b>(1º. momento)</b>	Apresentação do formulário de projetos a coordenação	Justificar o comprometimento perante o processo de ensino aprendizagem.
20/03/2017 Uma aula de 45 minutos. <b>(2º. momento)</b>	Socialização do formulário de projetos, bem como das etapas e das datas específicas.	Apresentar novas formas de construir conhecimento a partir da interdisciplinaridade e contextualização de maneira planejada.
06/04/2017 Duas aulas de 45 minutos cada. <b>(3º. momento)</b>	Pesquisa na sala de multimeios. Leitura de artigos e revistas eletrônicas, visualização de vídeos entre outros recursos metodológicos.	Obter informações referentes às tecnologias baseadas na luz para verificar a relação da teoria com a prática experimental.
10/05/2017 Duas aulas de 45 minutos cada. <b>(4º. momento)</b>	Análise dos experimentos e materiais utilizados de uma perspectiva física e química.	Relacionar a pesquisa com os componentes curriculares envolvidos.

17/05/2017 Uma aula de 45 minutos. <b>(5º. momento)</b>	Atividade avaliativa (Apêndice B).	Investigar a problemática da pesquisa.
12/06/2017 Duas aulas de 45 minutos cada. <b>(6º. momento)</b>	Conteúdo referente à óptica mediado pelo professor de física através de aula expositiva-dialogada.	Troca de informações levando em consideração a mediação do indivíduo mais experiente “professor”.
15/06 e 19/07/2017. Duas aulas de 45 minutos cada. <b>(7º. momento)</b>	Confecção dos instrumentos ópticos e organização das informações para inclusão no Manual de Apoio ao Professor (Anexo A).	Interação dos alunos mediante a participação efetiva do professor na construção de conhecimento.
18/08/2017. Duas aulas de 45 minutos cada. <b>(8º. momento)</b>	Micro aula sobre espectroscopia e aplicação do <b>Produto Interdisciplinar Didático</b> .	Agregar argumentos com fatos na zona proximal através da integração das disciplinas a partir da aplicação do produto educacional.
20/08/2017 Duas aulas de 45 minutos cada. <b>(9º. momento)</b>	Atividade avaliativa (Apêndice B) utilizado no quinto momento.	Verificar o desenvolvimento potencial a partir da mediação feita pelo professor através de uma análise comparativa.
26/08/2017 Duas aulas de 45 minutos. <b>(10º. momento)</b>	Discussão dos resultados.	Discutir os resultados de forma a potencializar o desenvolvimento dentro do contexto da avaliação processual.

Quadro 2: Atividades desenvolvidas. Fonte: Elaborado pela autora.

O embasamento teórico foi estruturado partindo da análise de artigos científicos, livros didáticos, revistas eletrônicas, e-books, com enfoque na contextualização e interdisciplinaridade entre os conteúdos de física e química.

O próximo capítulo apresentará os resultados obtidos a partir da aplicação da sequência didática.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina – SATC, cujo nível de ensino abrange o fundamental I e II, médio, técnico, graduação e especialização foi o cenário das observações, intervenções e aplicação da sequência didática para o desenvolvimento potencial defendido por Vygotsky. A sequência didática que foi dividida em dez momentos será relatada e discutida a partir da próxima seção.

##### **4.1.1 Primeiro momento**

A pesquisa teve início a partir da entrega do formulário de projetos (Anexo A), à coordenação pedagógica. O formulário de projetos faz parte do procedimento padrão da instituição de ensino para a aplicação de pesquisa científica. O objetivo foi apresentar justificativa fundamentada no processo de ensino aprendizagem visando melhorias para o desenvolvimento potencial dos alunos.

##### **4.1.2 Segundo momento**

Após aprovação da coordenação, o formulário foi então socializado aos 20 alunos de uma turma de 2º. Ano do ensino médio, que participaram ativamente durante todo o processo. No momento da socialização do formulário, pontos importantes do projeto foram discutidos, com a mediação do professor, como organização, planejamento, responsabilidade, comprometimento dentre outros. Além desses pontos foi inserida a proposta da construção de instrumentos ópticos pelos alunos e a aplicação do *Produto Interdisciplinar Didático* pelo professor.

Os alunos foram informados que todas as etapas do projeto referente ao cronograma exposto no Quadro 1, faziam parte de uma pesquisa científica em nível de mestrado e que a participação integral nas atividades era de caráter obrigatório, tendo em vista que a sequência didática está diretamente ligada aos conceitos de

óptica, e estes, são pré-requisitos para a conclusão do ensino médio. No entanto, os dados obtidos só poderiam ser utilizados com o consentimento dos alunos. Para tal, um termo de consentimento livre e esclarecido- TCLE (Anexo B) foi entregue aos alunos para que os pais assinassem como responsáveis pelos menores.

Conforme descrito na seção 3.2 do capítulo 3, a classe foi dividida em quatro grupos de cinco alunos cada. Utilizando a o trabalho em grupo, foram apresentadas aos alunos, três perguntas elaboradas pelo professor (mediador) identificadas por *P1*, *P2* e *P3*, descritas abaixo:

- Qual sua concepção em relação às tecnologias baseadas na luz? Utilize exemplos para justificar sua resposta. (P1)
- Você sabe construir conhecimento de uma forma contextual e interdisciplinar? (P2)
- Como utilizar a sensibilização interpessoal para trabalhar em grupo? (P3)”

As perguntas foram feitas com o intuito de verificar a primeira zona de desenvolvimento (zona real) de acordo com a teoria Histórico Cultural de Vygotsky, e a partir daí, diagnosticar o nível de entendimento, para trabalhar de maneira adequada a Zona de Desenvolvimento Proximal e potencializar o desenvolvimento durante a execução do projeto. Neste momento, foi possível investigar os conceitos que fazem parte do aluno (ALEGRO 2008), ou seja, sua bagagem referente ao conhecimento, sendo este um dos fatores primordiais no processo de ensino aprendizagem (AUSUBEL 1980). Segundo Gondim (2009), a técnica do grupo focal está amparada na explanação de atividades grupais.

Os alunos foram orientados da seguinte forma: Cada grupo escolheu um representante responsável pela escrita no caderno e apresentação das contribuições de forma oral para a classe. Como eram cinco integrantes por grupo, ficou acordado que para cada situação problema os integrantes poderiam escolher outro representante e que as respostas só poderiam ser apresentadas após o consentimento de todos os integrantes do grupo. As situações-problema foram elencadas no quadro branco e socializadas de forma oral pelo professor que deixou claro a importância da participação de maneira organizada, ou seja, um representante de cada grupo por vez, de acordo com a ordem referente ao término da atividade. Além disso, ficou explícito também a duração da atividade, ou seja, o tempo estipulado para a elaboração das respostas (quinze minutos).

Dos quatro grupos, apenas o G3 não conseguiu terminar a atividade em quinze minutos e sim em dezessete minutos. A seguir serão apresentadas as respostas dos grupos relativas às três perguntas:

Em relação a **P1** os grupos responderam conforme a sequência abaixo:

**G1:** *“A luz proporciona conforto”;*

**G2:** *“São ótimas, sendo que a lâmpada foi uma das maiores invenções do mundo”;*

**G3:** *“São responsáveis pelo desenvolvimento”;*

**G4:** *“A luz é responsável pela vida”.*

Para a **P1**, ficou evidente a falta de argumentação para a situação-problema, além disso, o exemplo requerido na questão para justificar a resposta, foi dado apenas pelo **G2**. Após a apresentação das respostas, indagou-se o porquê da falta de exemplos. Os estudantes em concordância responderam que realmente nunca pararam para pensar em tecnologias que funcionam com princípios baseados na luz.

Em relação a **P2**, as respostas foram mais simples ainda, ressaltando a falta de leitura e conhecimento científico dos alunos, conforme vemos a seguir:

**G1:** *“Contextual é o contexto e interdisciplinar deve ser entre disciplinas”;*

**G2:** *“Nunca construímos dessa forma”;*

**G3:** *“Não sabemos”;*

**G4:** *“Contextual é no contexto”.*

Após análise das respostas, e algumas interações constatou-se que os alunos realmente não sabiam o significado das palavras e que já haviam sim participado da construção de conhecimento em diversificadas disciplinas. Foram então esclarecidos pelo professor mediador, os conceitos que dariam suporte ao que havia sido questionado. Os grupos demonstraram interesse durante a exposição dos conceitos.

Enfim, para a **P3**, inicialmente foi requisitado esclarecimentos por parte do professor. Os grupos não conseguiram entender o comando, por terem dúvidas em relação ao significado da palavra interpessoal dificultando a finalização da atividade. O **G2** tentou responder da seguinte forma:

*“Inter é entre, e pessoal vem de pessoas, então só pode ser entre as pessoas”.*

O grupo contribuiu de maneira significativa, porém a relação entre sensibilização e interpessoal não foi realizada com sucesso. Após a intervenção do

professor, onde foram prestados esclarecimentos através da utilização de exemplos, como dar e receber feedback, a atividade fluiu consideravelmente.

As respostas estão descritas abaixo:

**G1:** *“Respeitando os colegas”;*

**G2:** *“Sabendo respeitar as opiniões”;*

**G3:** *“Respeitando as pessoas e as diferenças”;*

**G4:** *“Fazendo cada um a sua parte com respeito”.*

Observou-se a partir da análise das respostas que a palavra respeito estava presente em todas as elaborações e que os alunos absorveram as informações trocadas com o mediador. A atividade proposta foi registrada no diário de aula pelo professor, para posterior análise e organização das informações. Pode-se constatar através da reflexão mediante as respostas, que a passagem do indivíduo da zona real para a zona proximal é rápida, pois há necessidade de interagir com o meio substancialmente, o que justifica as ideias que fundamentam a teoria de Vygotsky (1998), onde o indivíduo só constrói conhecimento a partir das interações.



Figura 13: Resolução das perguntas elaboradas pelo mediador. Fonte: Arquivo da autora.

### 4.1.3 Terceiro momento

O objetivo da aula foi obter dados referentes às tecnologias baseadas na luz para verificar a relação da teoria com a prática experimental. Nesse momento os grupos foram encaminhados ao laboratório de informática, para pesquisar artigos,

revistas eletrônicas, vídeos de procedimentos para obtenção dos instrumentos ópticos, dentre outros meios metodológicos. Os integrantes de cada grupo foram orientados a ficarem próximos para que pudessem trocar informações com facilidade. Além dessa orientação inicial, foi resgatada a ideia utilizada no “*Segundo momento*”, referente à descrição no caderno feita por um dos integrantes.

Durante a proposta, percebeu-se interesse por parte dos grupos, sendo que o momento de proporcionar interação com a tecnologia foi válido e incentivador para o processo de ensino aprendizagem. Apesar da intimidade com a informática e seus recursos de pesquisa por parte dos grupos, constatou-se que em se tratando de sites de pesquisa científica, como o Scielo, por exemplo, houve dificuldade inicial para o uso do mesmo. Foi necessária a intervenção do professor durante todo o momento para julgar a validade das informações e auxiliar nas pesquisas. Vygotsky (1998) enfatiza que, a ação do indivíduo mais experiente na Zona Proximal de Desenvolvimento é imprescindível. Partindo dessa premissa, percebe-se a atuação e importância do professor no processo de ensino e aprendizagem. A Figura 14 apresenta o registro.



Figura 14: Execução da pesquisa orientada. Fonte: Arquivo da autora.

#### **4.1.4 Quarto momento**

Nesse momento, em sala de aula, foram analisadas todas as informações registradas pelos grupos. O propósito da aula foi promover a leitura dos



experimentos para determinar a relação entre a pesquisa e os componentes curriculares envolvidos.

Foi solicitado aos grupos, que escolhessem um experimento relacionado às tecnologias baseadas na luz, para dar suporte à construção ou montagem de um aparato experimental. Esclareceu-se que, se por ventura, os grupos optassem pelo mesmo experimento, seria então feito um sorteio para tal definição. Não houve necessidade de sorteio, já que os grupos escolheram experimentos distintos. Além das orientações apresentadas acima, solicitou-se aos grupos que listassem os materiais utilizados de uma perspectiva física e química. A seguir serão elencados os experimentos escolhidos pelos grupos para a montagem do aparato experimental.

**G1:** *Microscópio caseiro;*

**G2:** *Telescópio caseiro;*

**G3:** *Laser no trajeto da água;*

**G4:** *Câmara escura de orifício.*

#### **4.1.5 Quinto momento**

Para fim de comparação, nesse momento foi utilizada uma entrevista padronizada aberta por meio de uma atividade avaliativa (Apêndice B) com cinco questões acerca das informações angariadas a partir das pesquisas. A atividade avaliativa foi utilizada como recurso para a coleta de dados com a intenção de verificar as distintas concepções referentes aos conceitos de óptica e a interação da pesquisa com a química. Além disso, o recurso foi aplicado para posterior análise comparativa que será descrita na seção 4.1.11 deste capítulo.

#### **4.1.6 Sexto momento**

Para a mediação de conhecimento, conceitos de óptica com seus princípios e fenômenos foram apresentados pelo mediador, configurando uma aula expositiva e dialogada. O ponto de partida para esse tipo de aula deve ser o contexto, as experiências, a vida do aluno (FREIRE, 1992). O diálogo converge em uma nova prática educativa, tanto para aluno quanto para professor.

Além dos conceitos de óptica, foram abordadas informações referentes aos tipos de materiais utilizados para a montagem dos experimentos de forma contextual e interdisciplinar associados à perspectiva da ciência química. É fundamental destacar que a abordagem contextual e interdisciplinar foi feita por um único professor, já que o mesmo possui habilitação em ambos os componentes curriculares do qual trata a presente pesquisa.

Freire (1971), afirma que:

O diálogo e a problematização não adormece a ninguém. Conscientizam. Na dialogicidade, na problematização, educador educando e educando educador vão ambos desenvolvendo uma postura crítica da qual resulta a percepção de que este conjunto de saber se encontra na interação. (FREIRE, 1971, p.36).

A partir das diferentes interações, os alunos mostraram-se interessados, comprometidos e participativos. Foi possível visualizar a diferença na compreensão quando a aula é iniciada com indivíduos que já possuem informações referentes ao assunto e quando a troca de informações faz parte do processo.

#### **4.1.7 Sétimo momento**

A presente seção traz o relato do momento em que os grupos montaram os aparatos experimentais, cujos procedimentos estão inclusos no Manual de Apoio ao professor (Apêndice A). Inicialmente os materiais utilizados para a montagem dos experimentos seriam fornecidos pela escola, porém os alunos se propuseram a trazer de casa.

Para melhor compreensão, de acordo com a ordem apresentada na seção 4.1.4, será feita a descrição das análises realizadas pelos grupos. No primeiro

experimento o **G1** construiu um microscópio caseiro baseado nos conceitos teóricos da microscopia óptica de luz.

O microscópio de luz utiliza como fonte luminosa uma luz branca (LED), dois sistemas de lentes (oculares e objetivas) e estrutura mecânica. Levando-se em consideração que o microscópio é um aparelho destinado a observação de detalhes difíceis de serem visualizados a olho nu, o grupo responsável pela montagem, construiu conhecimento referente aos componentes e funções de cada uma delas. Dentre as análises feitas como a função das lentes para a obtenção das imagens reais, invertidas e aumentadas, ficou evidente o interesse do grupo na verificação da trajetória da luz no interior do aparelho, justificando o funcionamento dessa tecnologia baseada na luz. A procura de pequenas amostras para a visualização configurou um ambiente satisfatório de trabalho grupal com interação e diversão. Mediante ao interesse demonstrado pelos integrantes do **G1**, os mesmos foram orientados pelo mediador a continuarem a explorar o aparato para determinar quantas vezes o objeto poderia ser ampliado. A Figura 15 apresenta o aparato experimental (instrumento óptico) confeccionado pelo **G1** (Apêndice A).

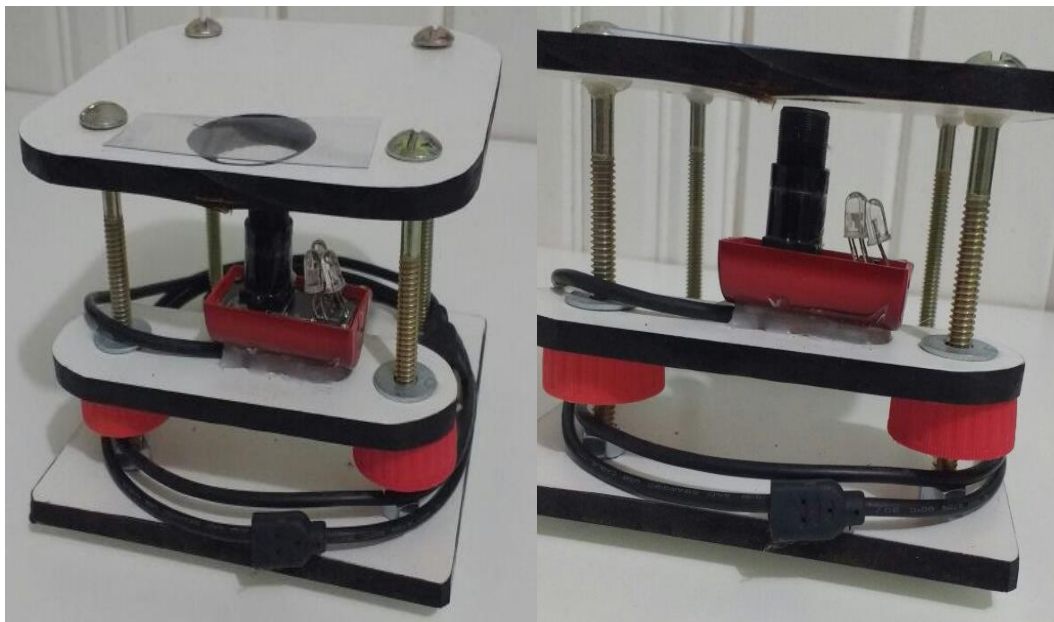


Figura 15: Microscópio caseiro. Fonte: Arquivo da autora.

O **G2** ficou responsável pelo segundo experimento que consiste na construção de um telescópio caseiro. O telescópio é um instrumento óptico destinado à observação de planetas, com sistema semelhante à luneta. Entretanto, o que o distingue da mesma, é o fato de que o telescópio funciona aumentado à capacidade de captação da luz que o olho humano não capta (MANNHEIMER, 2002).

Dentre os tipos de telescópios o grupo optou por construir um telescópio caseiro baseado no funcionamento do telescópio refrator, utilizando as lentes, objetiva e ocular. O caminho óptico foi verificado pelo grupo através de esquemas obtidos durante a pesquisa na sala de multimeios.

O **G2** ficou entusiasmado com a imagem aproximada de um prédio que estava a cerca de 1000 metros da instituição. Apesar da imagem obtida a partir do aumento não apresentar boa qualidade em se tratando de um telescópio, mas parecendo uma luneta, o **G2** utilizando os conceitos teóricos obtidos através da pesquisa, constatou que o aumento não é a característica mais importante em um telescópio, pois cada modelo possui um limite máximo de aumento e o que determina esse limite é o diâmetro da lente objetiva ou espelho.

Os integrantes do grupo ficaram responsáveis em executar uma atividade extraclasse em nível de conhecimento e com isso providenciar o cálculo do aumento de um telescópio utilizando as distâncias focais das lentes para determinar a maior ampliação obtida sem prejudicar a qualidade das imagens. A Figura 16 apresenta o telescópio e a imagem obtida a partir do teste feito no pátio da instituição, a fim de melhorar a visibilidade promovida pela luz.



Figura 16: Telescópio caseiro. Fonte: Arquivo da autora.

O **G3** escolheu um procedimento para a montagem de um aparato experimental utilizando o laser. O experimento, “*laser com trajeto na água*” foi preparado com o intuito de construir conhecimento a partir dos princípios da óptica e fenômenos ópticos como a reflexão.

Constatou-se mediante a relação da teoria com a prática, que a luz do laser ao chegar à superfície de separação entre a água e o ar, reflete totalmente e volta a se propagar efetuando uma trajetória curvilínea. Os integrantes do grupo ficaram satisfeitos com o resultado. Desse modo, conseguiram fazer uma analogia com o funcionamento da fibra óptica levando-se em consideração que no interior da mesma a luz propaga-se seguindo a trajetória dos cabos que efetuam várias curvas. Os princípios da óptica geométrica como propagação retilínea e reversibilidade foram discutidos pelo **G3**, além da utilização de espelhos do tipo plano e côncavo no interior do próprio laser. Para melhor visualização do trajeto da luz emitida pelo laser, o grupo foi orientado a promover um isolamento de luz na sala fechando as janelas e porta, conforme ilustrado na Figura 17.

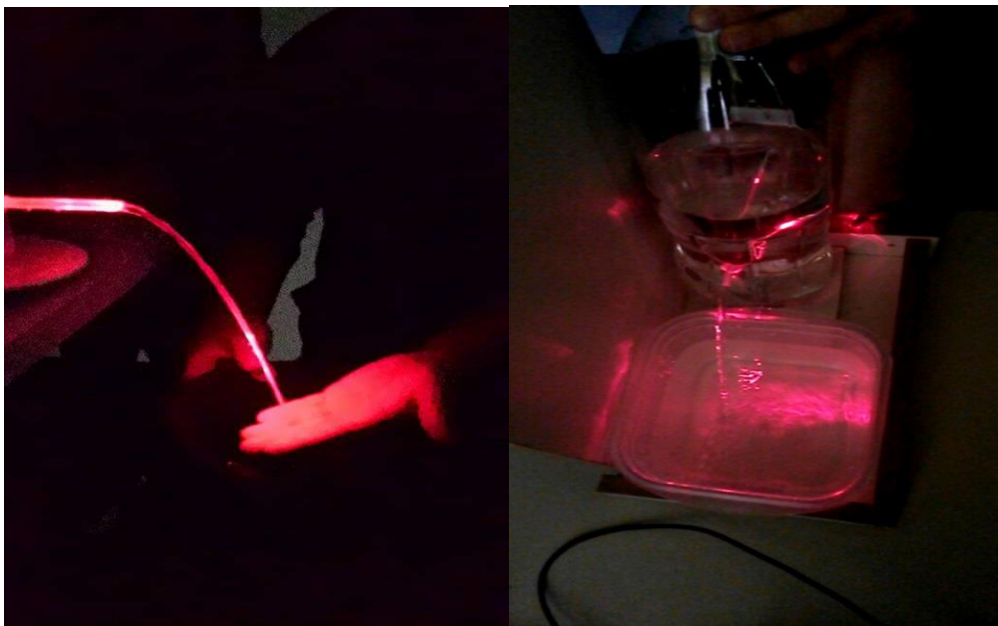


Figura 17: Laser com trajeto na água. Fonte: Arquivo da autora.

O último experimento executado pelos alunos consiste na confecção de uma câmara escura de orifício. O **G4** utilizou os materiais adequados para tal confecção e relacionou os princípios da óptica geométrica, como a independência dos raios

luminosos e a propagação retilínea da luz. A surpresa maior foi no momento em que conseguiram visualizar os outros grupos com a imagem invertida. A fala dos integrantes do **G4** justifica tal surpresa: “professora, está tudo de cabeça para baixo”; “Muito massa professora”; “parece bruxaria”; “que máximo profe”; “tudo virado gente”. Nesse momento a interação do professor mediador foi imprescindível para que os significados pudessem ser de fato compreendidos.

Os alunos fizeram uma analogia do funcionamento da câmara com o olho humano, considerando características da imagem obtida como orientação. A troca de informações entre os alunos e professor foi de fundamental importância para a construção de conhecimento.

Segue abaixo a Figura 18 com a câmara escura obtida pelo G4.



Figura 18: Câmara escura de orifício. Fonte: Arquivo da autora.

#### 4.1.8 Oitavo momento

O oitavo momento iniciou-se com uma breve revisão dos conceitos relacionados às informações obtidas a partir das pesquisas e atividades experimentais. Os alunos sentados individualmente tiveram a oportunidade de interagir de modo a tornar a aula atrativa e dinâmica. No entanto, ainda existia uma problemática evidente, relacionada à interdisciplinaridade entre os componentes

curriculares envolvidos. Os estudantes apesar de terem feito uma leitura química dos materiais utilizados na confecção dos experimentos, apresentavam dificuldades em relacionar os conceitos de ambas às disciplinas, trabalhados em sala de aula até o momento. Com o objetivo principal de abordar a contextualização e interdisciplinaridade foi então apresentada aos alunos uma micro aula de física e química sobre introdução à espectroscopia, com dados obtidos em laboratório para posterior aplicação do *Produto Interdisciplinar Didático*.

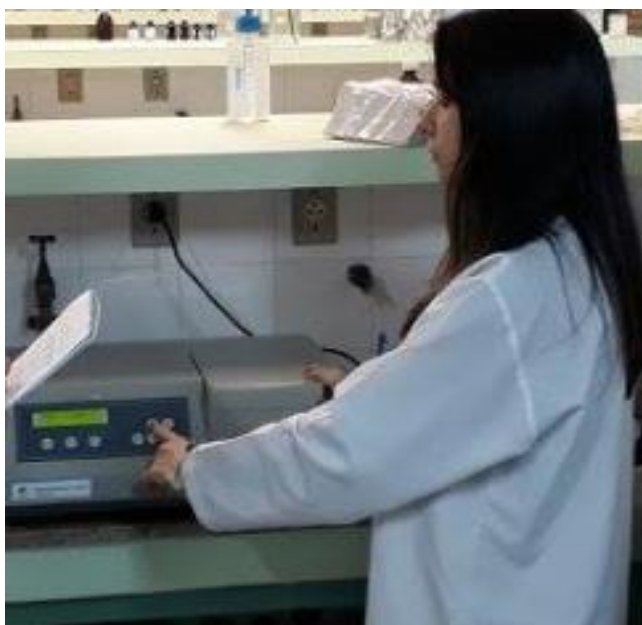


Figura 19: Introdução à espectroscopia. Fonte: Arquivo da autora.

Durante a explanação dos conceitos, foram utilizados dados de pesquisa obtidos a partir do procedimento experimental executado pela professora mediadora no laboratório de química analítica do Cedup de Críciúma. Para a obtenção dos dados, a professora preparou algumas soluções de permanganato de potássio com concentrações distintas, que foram analisadas no espectrofotômetro UV-Visível que está exposto na Figura 19. A apresentação dos dados foi feita através de *slides* com fotos, gráficos e tabelas. O procedimento que deu rumo a obtenção de dados está disposto no Apêndice A.

Em concordância com a literatura, os dados obtidos na análise executada pela professora mediadora estão apresentados na Tabela 1.

$\lambda$ (nm)	Absorbância	$\lambda$ (nm)	Absorbância
350	0,237	480	0,141
355	0,226	490	0,191
360	0,212	500	0,247
365	0,194	510	0,295
370	0,148	520	0,341
375	0,127	530	0,353
390	0,075	540	0,343
400	0,053	550	0,317
415	0,035	560	0,232
430	0,032	570	0,188
440	0,037	580	0,11
450	0,051	590	0,059
460	0,071	600	0,044
470	0,102	650	0,024

Tabela 1: Dados de absorbância e comprimento de onda. Fonte: Elaborada pela autora.

Os dados apresentados na Tabela 1 foram utilizados para a construção de um gráfico de absorbância versus comprimento de onda, disposto na Figura 20.

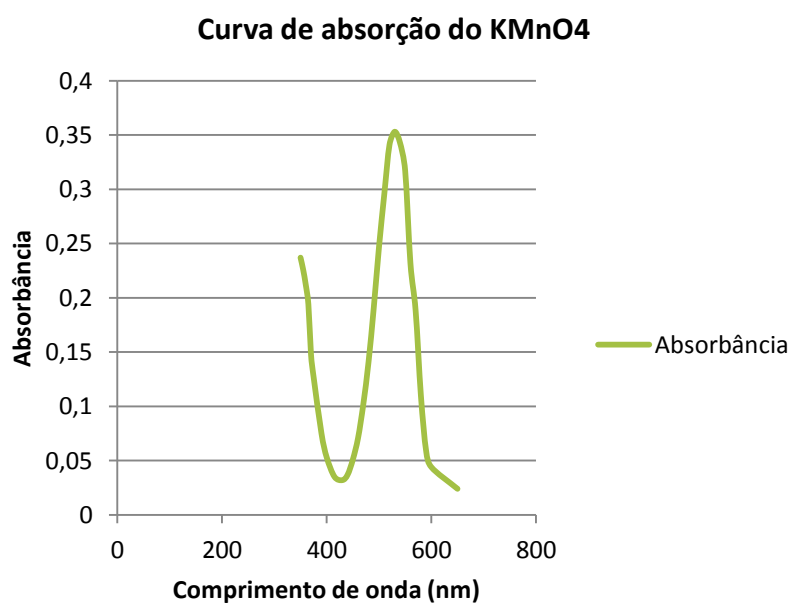


Figura 20: Gráfico de absorbância versus comprimento de onda. Fonte: Elaborada pela autora.



Com o gráfico foi possível demonstrar aos alunos o valor máximo de absorvância para justificar o melhor comprimento de onda onde ocorre maior absorção da luz (530 nm). Considera-se o melhor comprimento de onda para uma determinada solução aquele cujo valor traduz a maior absorção e, portanto, menor transmissão de luz; ou seja: maior absorvância e menor transmitância (ROCHA e TEIXEIRA, 2004).

A partir do valor máximo de absorvância (530 nm), foi apresentada também a Tabela 2 com os dados de concentração e absorvância para determinação da equação da reta e posterior correlação da absorvância com a concentração das soluções. Estas informações estão dispostas na Figura 21. Os alunos observaram com atenção a utilização de tal equação para determinação das concentrações.

(mL) – mol/L	Absorvância
1 – 0,0002	0,157
2 – 0,0004	0,361
8 – 0,0016	1,469
10 – 0,002	1,886

Tabela 2: Dados de absorvância das soluções de concentração conhecida. Fonte: Elaborada pela autora.

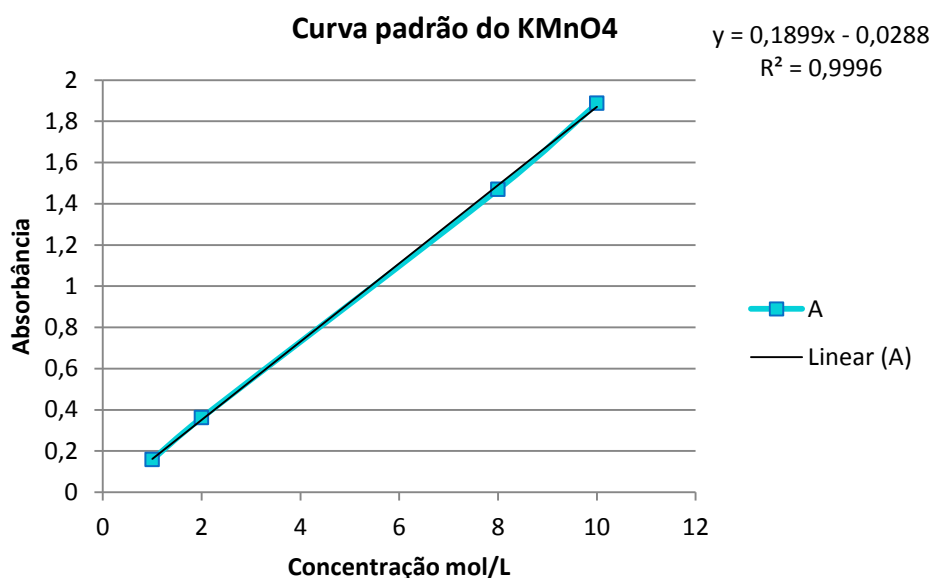


Figura 21: Gráfico com a equação da reta. Fonte: Elaborada pela autora.

Da incorporação das informações obtidas a partir da micro aula sobre a técnica de espectroscopia foi possível o diálogo entre as disciplinas envolvidas promovendo a apropriação de conhecimento. A micro aula foi finalizada ressaltando a importância da técnica para o diagnóstico de distintas patologias justificando a aplicação nas pesquisas químico- biológicas, e na área médica como valiosa ferramenta no setor de exames laboratoriais (determinação de enzimas, glicose entre outros).

Foi nesse âmbito que se aplicou o **Produto Interdisciplinar Didático**, composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV-Visível com a plataforma *Arduino*. O mesmo foi apresentado e utilizado como ferramenta para minimizar a dificuldade que os alunos apresentam em construir conhecimento.

Em termos de conhecimento produzido até o momento, a espectroscopia de absorção UV-Visível promove, além da interação da radiação com a matéria, os resultados que podem ser obtidos a partir dessa interação. Diante disso, enfatizou-se novamente a importância da espectroscopia, como técnica associada às tecnologias baseadas na luz, para as ciências química e física. Sabendo-se que tal técnica apresenta vasta utilização na identificação de princípios ativos da indústria de fármacos e que estes estão diretamente ligados aos compostos orgânicos e inorgânicos. Os grupos conseguiram relacionar a informação ao conteúdo de química trabalhado no ano anterior (funções e reações inorgânicas com seus grupos funcionais). Porém com enfoque na interdisciplinaridade entre física e química, com conteúdo atual, foram repassadas aos alunos informações de como medir a concentração de algumas soluções através de análise feita no **Produto Interdisciplinar Didático**.

Os alunos participaram durante a aula expositiva dialogada com significativo processo de conhecimento por meio de análise crítica. Compreenderam a necessidade da aplicabilidade tecnológica atrelada aos conceitos de colorimetria como parte da fotometria que relaciona a medida das concentrações das soluções com a interação da radiação. Além disso, reconheceram os fenômenos ópticos de reflexão, refração e absorção envolvidos na técnica.

As Figuras 22 - 29 apresentam a sequência de comandos utilizados para o funcionamento do **Produto Interdisciplinar Didático**. O procedimento experimental utilizado para a análise está no Manual de Apoio ao Professor.

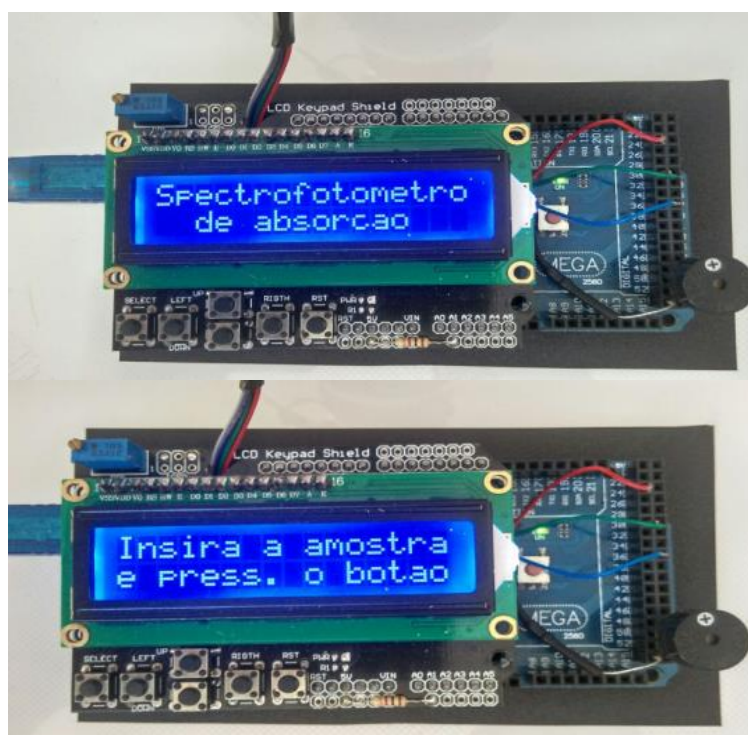


Figura 22: Display LCD. Fonte: Arquivo da autora.



Figura 23: Amostra sendo inserida. Fonte: Arquivo da autora.

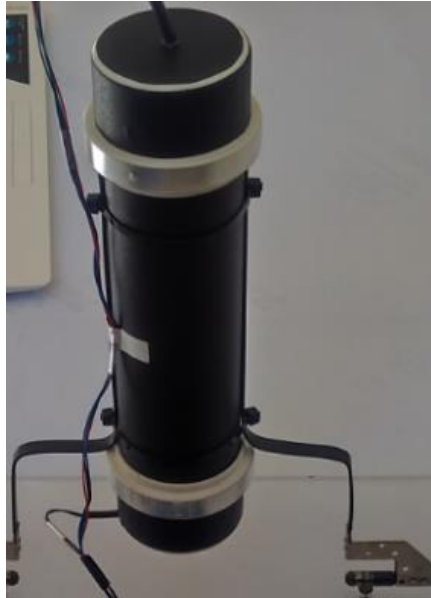


Figura 24: Amostra pronta para análise. Fonte: Arquivo da autora.



Figura 25: Seleção das cores- verde. Fonte: Arquivo da autora.



Figura 26: Seleção das cores- azul. Fonte: Arquivo da autora.



Figura 27: Seleção das cores- vermelho. Fonte: Arquivo da autora.



Figura 28: Fim da análise. Fonte: Arquivo da autora.



Figura 29: Apresentação do Produto Interdisciplinar Didático. Fonte: Arquivo da autora.

Durante o primeiro semestre de 2017, enquanto o professor pesquisador de física abordava os temas voltados à óptica e tecnologias baseadas na luz, o professor de química trabalhava o conteúdo de concentração das soluções. Sabendo que os alunos já conheciam os conceitos de química necessários, foi possível analisar o espectro eletromagnético identificando as faixas de comprimento de onda que caracterizam o espectro visível. A absorção é específica para determinado comprimento de onda e através da mesma é possível, determinar a concentração de soluções. (SASSAKI, 2009).

A seguir, utilizando parte cabível da técnica de grupo focal, os alunos foram convidados a sentarem em grupo para possíveis discussões a cerca das informações expostas. Em seguida, uma situação problema foi apresentada no quadro branco:

*“O que acontecerá se um raio de luz monocromática atravessar a solução de uma substância e esta tenha a propriedade de absorver energia em um específico comprimento de onda?”*

A situação proposta acima foi esclarecida pelo mediador utilizando os conceitos de absorção da luz que justifica parte da luz absorvida e parte transmitida, tendo em vista o cálculo da transmitância e absorbância para posterior determinação da concentração.

#### **4.1.9 Nono momento**

A presente seção trata do momento em que a atividade avaliativa, Anexo B, foi novamente aplicada. Os alunos foram orientados a responderem conforme a concepção da maioria dos integrantes do grupo, já que se tratava de uma pesquisa utilizando como coleta de dados com entrevista padronizada aberta e a técnica de grupo focal. A atividade composta por cinco questões foi reaplicada, a fim de analisar o desenvolvimento potencial a partir da aprendizagem com suas respectivas interações. A análise comparativa do questionário estará na seção 4.1.11 do presente capítulo.

#### **4.1.10 Décimo momento**

Na última aula destinada ao projeto foram discutidos os resultados obtidos em relação aos procedimentos utilizados para potencializar o desenvolvimento dos alunos.

Os alunos foram orientados como nos momentos anteriores a se organizarem de acordo com os grupos de trabalho, para que a mediação pudesse ser feita utilizando como ferramenta de coleta de dados, a técnica de grupo focal. O grupo focal pode ser utilizado para a compreensão e interpretação das diferentes perspectivas acerca de acontecimentos. Pode ser justificado através de uma entrevista de grupo proposta pelo mediador, a partir da interação entre os participantes do grupo (LERVOLINO e PELICIONI, 2001).

Inicialmente definiu-se que cada grupo teria um representante que esperaria o momento direcionado para falar. Além disso, ficou explícito que as discussões paralelas deveriam ser evitadas assim como a monopolização das discussões referente a determinado grupo. A sequência para as participações seria a mesma utilizada na caracterização dos grupos.

Para melhor organização das informações, as três situações problema (**SP1**, **SP2** e **SP3**) apresentadas na seção 4.1.2 deste capítulo foram retomadas, com o

intuito de promover a discussão das informações obtidas durante a pesquisa. Para fechamento foi solicitado também uma autoavaliação dos grupos referente à aprendizagem. Os grupos relataram suas percepções que foram anotadas no diário de aula para análise comparativa que estará inclusa na próxima seção.

## 4.2 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NA PESQUISA.

A presente seção traz a análise da entrevista padronizada aberta obtida por meio de uma mesma atividade avaliativa, aplicada em dois momentos distintos, bem como as respostas referentes às três situações problemas proposta na seção 4.1.2.

A entrevista padronizada aberta consiste no emprego de uma lista de perguntas ordenadas e redigidas por igual para todos os entrevistados, porém de respostas abertas (GASKELL, 2002).

Segundo Kuniavsky (2012), o ideal para a análise de entrevista é que sejam usados métodos simples, como contagem e comparação, já que, existe a possibilidade de erros provenientes de ambiguidades, exageros nas respostas ou perguntas mal formuladas. Tendo em vista o que foi descrito acima, a análise será realizada com abordagem comparativa.

Para isso categorizou-se as respostas em níveis (1, 2, 3) de acordo com o esperado frente ao processo de ensino aprendizagem. Além das respostas caracterizadas retomou-se a identificação dos grupos por *G1*, *G2*, *G3* e *G4*. O Quadro 3 apresenta os níveis com seus respectivos significados.

Níveis	Justificativa quanto às respostas dadas pelos grupos
1	Aceita pela comunidade científica sem restrições.
2	Aceita pela comunidade científica com restrições.
3	Negada pela comunidade científica.

Quadro 3: Níveis definidos para análise das respostas. Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a seção 4.1.5 e 4.1.9 a atividade avaliativa foi aplicada com o objetivo de verificar o progresso dos grupos frente as diferentes interações ocorridas durante a trajetória da pesquisa. A atividade com cinco perguntas referente aos conteúdos pesquisados, abordados em aula expositiva e dialogada e explorados



através das atividades experimentais foi aplicada e analisada numa perspectiva comparativa. A comparação será feita mediante a análise das respostas em duas etapas. A primeira etapa corresponde ao quinto momento da seção 4.1.5 e a segunda etapa corresponde ao nono momento da seção 4.1.9 do capítulo presente. A seguir será apresentado o relato considerando a mesma ordem sequencial das perguntas.

**Questão 1** – *De que forma o olho humano nos permite conectar o cérebro com o mundo?*

O Quadro 4 resume os níveis alcançados pelos grupos referentes à questão 1.

Níveis	Número de grupos na primeira etapa	Número de grupos na segunda etapa
1	0	2
2	1	2
3	3	0

Quadro 4: Análise comparativa para a questão 1. Fonte: Elaborado pela autora.

Verificou-se a partir das respostas obtidas na primeira etapa que os grupos conseguiram relacionar a pergunta com o sentido da visão, porém ficou implícita a justificativa. Já na segunda etapa, a relação da visão com tal conexão foi feita de maneira satisfatória. Vale destacar a resposta elaborada pelo G2: *“O órgão da visão olho humano, recolhe informações de tudo que está ao nosso redor enviando para o cérebro”*.

De acordo com a resposta descrita acima, o grupo conseguiu justificar a função do olho humano na conexão entre o cérebro e o mundo, além de demonstrar conhecimento na diferenciação entre o órgão e o sentido. De acordo com as respostas percebeu-se que a contextualização foi utilizada para a elaboração das mesmas.

A questão 2 diferentemente da questão 1 traz uma situação problema que induz além da abordagem contextual também interdisciplinar.

**Questão 2** – O que são corantes e pigmentos e qual a principal diferença entre eles?

O Quadro 5 apresenta os resultados referentes à questão 2.

Níveis	Número de grupos na primeira etapa	Número de grupos na segunda etapa
1	0	2
2	4	2
3	0	0

Quadro 5: Análise comparativa para a questão 2. Fonte: Elaborado pela autora.

Na primeira etapa, os grupos responderam de maneira semelhante, utilizando o conhecimento do senso comum. As respostas foram dadas de acordo com a sequência: (G1) *“Material utilizado para dar cor”*; (G2) *“substâncias que dão cor”*; (G3) *“meios que dão cor aos objetos”*; (G4) *“substâncias utilizadas para tingir”*.

Para a segunda etapa as respostas dadas foram semelhantes, porém mais complexas. O G2 e o G4 conseguiram descrever a principal diferença solicitada na questão. (G2) *“substâncias utilizadas para dar cor que depende da concentração e a principal diferença é que os corantes são solúveis e os pigmentos insolúveis”*; (G4) *“substâncias utilizadas para tingir, sendo que os pigmentos são insolúveis e os corantes são solúveis, além do que os corantes apresentam mais sensibilidade à luz, portanto desbotam mais”*.

Os dois grupos apresentaram detalhes expressivos em suas respostas. O G3 citou a concentração relacionando-a com a cor. Sabendo que exemplos foram utilizados nas aulas de química como a utilização de pigmentos em tintas, ficou claro o objetivo da resposta. O G4 além de responder corretamente conseguiu expor de maneira satisfatória o fato dos corantes serem mais fotossensíveis quando comparados aos pigmentos.

**Questão 3** – Considere uma sala com três objetos de cores distintas: azul, vermelho e branco. De que cor, respectivamente iremos ver esses objetos, se a sala for iluminada por uma luz de cor vermelha?

Níveis	Número de grupos na primeira etapa	Número de grupos na segunda etapa
1	0	4
2	3	0
3	1	0

Quadro 6: Análise comparativa para a questão 3. Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os dados obtidos observou-se que na primeira etapa nenhum grupo conseguiu responder corretamente sem restrições. As respostas dadas foram: (G1) “azul”; (G2) “azul, vermelho e vermelho”; (G3) “azul, vermelho e vermelho”; (G4) “vermelho, vermelho e vermelho”. De acordo com as respostas o G1 foi o único que deu uma resposta totalmente rejeitada configurando o nível 3. Já na segunda etapa, todos os grupos acertaram a questão o que justifica os conceitos trabalhados em sala de aula referente às cores.

**Questão 4** – Sabendo que o arco-íris é um fenômeno óptico, justifique por meio de palavras a diferença entre os fenômenos físicos e químicos.

Níveis	Número de grupos na primeira etapa	Número de grupos na segunda etapa
1	0	1
2	0	3
3	4	0

Quadro 7: Análise comparativa para a questão 4. Fonte: Elaborado pela autora.

Na análise comparativa da questão 4, observou-se que na primeira etapa os grupos não conseguiram determinar a diferença entre os fenômenos. As respostas dadas são: (G1) “algo que ocorreu”; (G2) “um acontecimento”; (G3) “está relacionado com a transformação da matéria”; (G4) “acontecimento que foi observado por cientistas”. Ficou evidente que os grupos não entenderam o comando, já que todos tentaram conceituar. Em contrapartida, na segunda etapa as respostas foram mais bem elaboradas justificando o entendimento do comando. O (G3) com a resposta: “Fenômeno químico modifica a composição da matéria e o físico a preserva”, conseguiu satisfatoriamente responder a questão alcançando o nível 1. A última questão está representada abaixo:

**Questão 5** - O que você entende sobre a interação da radiação com a matéria?

Níveis	Número de grupos na primeira etapa	Número de grupos na segunda etapa
1	0	3
2	0	1
3	4	0

Quadro 8: Análise comparativa para a questão 5. Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira etapa referente à questão 5 demonstra claramente a falta de informações prévias para a construção de conhecimento. As respostas dadas foram: (G1): “direta”; (G2) “a radiação está ligada a matéria”; (G3) “a radiação é a luz e passa pela matéria”; (G4) “a radiação tem interação com a matéria”. Para a segunda etapa as respostas foram satisfatórias. De acordo com o Quadro 8 acima, três dos quatro grupos participantes conseguiram alcançar o nível 1, o que representa a evolução dos grupos perante o processo de ensino aprendizagem. A resposta dada pelo G4 justifica tal evolução: “a interação se dá quando a radiação (luz) atinge tudo que ocupa lugar no espaço, sendo que a radiação pode sim modificar a matéria conforme respondemos na questão dois (corantes desbotam mais)”.

A Figura 30, apresenta os dados obtidos a partir da soma dos grupos de acordo com os acertos com ou sem restrições categorizando os níveis 1 e 2. Dessa forma, foi possível visualizar graficamente o progresso dos grupos perante a aplicação da mesma atividade avaliativa em momentos distintos, antes e depois da utilização do **Produto Interdisciplinar Didático**.

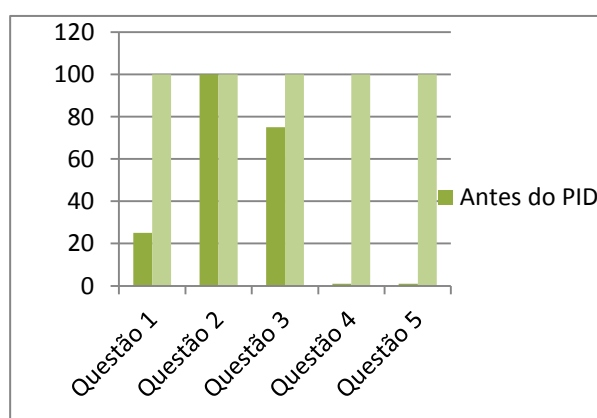


Figura 30: Análise comparativa de aprendizagem. Fonte: Elaborada pela autora.

Para o fechamento da análise dos dados obtidos durante a pesquisa, resgataram-se as três situações problema abordadas na seção 4.1.2 do presente capítulo. Além disso, solicitou-se aos grupos a definição de suas percepções em relação à própria aprendizagem tendo em vista a comparação antes e após a aplicação do **Produto Interdisciplinar Didático**. Cada grupo definiu o percentual de conhecimento antes e depois. A fim de verificar o progresso constatou-se que os grupos conseguiram construir conhecimento. Foi possível verificar que os grupos conheciam as concepções teóricas e os exemplos de tecnologias baseadas na luz. Além disso, entenderam realmente o significado de contextual, interdisciplinar e sensibilização interpessoal. O gráfico disposto na Figura 31 representa a autoavaliação dos quatro grupos referente à aprendizagem antes e após a aplicação do **Produto Interdisciplinar Didático**.

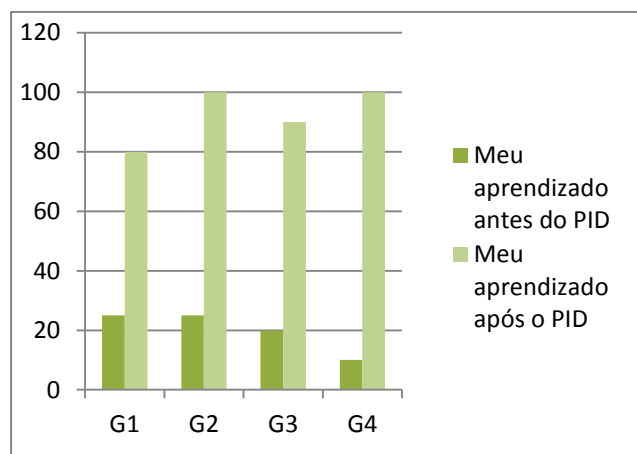


Figura 31: Percepção da própria aprendizagem. Fonte: Elaborada pela autora.

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fundamentada na teoria Histórico Cultural de Vygotsky, a presente dissertação buscou potencializar o aprendizado através da aplicação do **Produto Interdisciplinar Didático** associado à sequência de procedimentos educacionais (Apêndice A) com enfoque na contextualização e interdisciplinaridade entre os componentes curriculares, física e química.

O **Produto Interdisciplinar Didático** foi apresentado aos grupos após uma sequência metodológica de momentos didáticos planejados com objetivos bem definidos em relação ao processo de ensino. Aulas direcionadas, pesquisas orientadas, procedimentos experimentais, análises de gráficos, resolução de situações problema dentre outros fizeram parte da trajetória percorrida em busca do conhecimento, haja vista a dificuldade dos alunos em relacionar os conceitos científicos com o contexto que vivenciam.

O **Produto Interdisciplinar Didático** como ferramenta de aprendizagem foi fundamental nesse processo, já que deu suporte para a interação entre as disciplinas de química e física de maneira contextual, promovendo a correlação entre os fenômenos químicos e físicos norteadores. Sendo assim, a interdisciplinaridade que atualmente aparece de maneira ostensiva na Lei de Diretrizes e Bases da Educação 9.394/96 e também nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), foi utilizada não apenas como discurso, mas também como instrumento prático em uma abordagem dialética promovendo a comunicação entre os componentes curriculares envolvidos na pesquisa.

*A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade, mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados (BRASIL, 1999, p. 89).*

A pesquisa de caráter qualitativo foi aplicada até o terceiro bimestre de 2017, utilizando como ferramenta pedagógica para coleta de dados uma entrevista padronizada aberta por meio de uma mesma atividade avaliativa (Apêndice B), aplicada em dois momentos distintos para posterior comparação. Além disso, foram

utilizados outros artifícios para coleta de dados como a técnica de grupo focal e um diário de aula para registro.

Nesse sentido, a entrevista padronizada aberta promoveu uma eficiente trajetória entre as zonas de desenvolvimento de Vygotsky. A zona de desenvolvimento proximal foi trabalhada minuciosamente com a atuação do professor mediador experiente, através das influências dos fatores externos. Sendo assim, a comparação das respostas obtidas a partir da Atividade Avaliativa (Apêndice B) aplicada em dois momentos demonstrou claramente o progresso relacionado à aprendizagem.

Segundo Guimarães (2004), as práticas formativas estão diretamente ligadas à qualidade utilizada pelo aluno e professor em sua relação, à postura profissional, ao intelecto do mediador, dentre outros fatores de extrema importância para os alunos, sendo que o professor como mediador e transformador poderá conduzir o aluno de maneira a construírem o conhecimento juntos.

Por meio do compartilhamento entre os distintos saberes fomentou-se o desenvolvimento cognitivo dos alunos a partir da compreensão das abstrações para posterior análise dos fenômenos químicos e físicos envolvidos. Os artifícios de coleta de dados citados anteriormente permitiram que os grupos orientados pudessem vivenciar a aprendizagem processual. Além do descrito acima, a sequência de procedimentos metodológicos utilizados durante todo o processo, promoveu a complementação da aprendizagem a partir das interações interpessoais e intrapessoais abordadas em uma perspectiva Vygotskiana.

## REFERÊNCIAS

ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**, 2008, 239 f. Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação da UNESP), Marília, 2008.

ALVES, J.M. **As formulações de Vygotsky sobre a Zona de desenvolvimento Proximal**. Disponível em:  
<<http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1466>>. Acesso em 20 de jul. 2017.

ANTUNES, C. **Vygotsky, quem diria? Em minha sala de aula**. 1ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

ARDUINO E CIA. Disponível em: < <https://www.arduinoecia.com.br/> >. Acesso em 20 de jul. 2017.

ARDUINO MEGA 2560. Disponível em:  
<<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>>. Acesso em 15 de jun. 2017.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**: Interamericana, 1980.

BAPTISTA, José Plínio. **Os princípios fundamentais ao longo da história da física**. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo , v. 28, n. 4, p. 541-553, 2006. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172006000400017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000400017&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 20 Jul. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-47442006000400017>.

BARDANET. Comunidade Virtual. Disponível em:  
<<http://bardanet.com.br/2016/03/14/era-uma-vez-leonardo-o-camaleao-daltonico/>>. Acesso em: 18 jun. 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70. 1977.

BAUER, M, W; GASKELL, G. **Entrevistas individuais e de grupos: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002.

BOCHNIAK, Regina. **Questionar o conhecimento-Interdisciplinaridade na escola**. São Paulo: Loyola, 1992.

BONJORNIO, J. R; CLINTON, M. **Física para o ensino médio**. Rio de Janeiro: Editora FTD. 2011.

BRASIL, M. D. E. PCN+ Ensino Médio: **orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC, Brasília, 2002.



BRASIL. Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

BRASIL, LDB. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

CHAIKLIN, Seth. **A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino**. 2011, vol.16, n.4, pp.659-675. ISSN 1413-7372. Disponível em: <>. Acesso em 18 de jul. 2017.

CHALITA, G. **Educação: a solução está no afeto**. 6. ed. São Paulo: Gente, 2001.

CHARMAZ, K. (2000). Groundedtheory: **Objectivist and constructivist methods**. Em: N.K. Denzin & Y.

FELTRE, Ricardo. **Físico-Química**. São Paulo: Moderna, volume 2, 1994.

FERN, E.F. **Advanced focus group reseach**. Califórnia: Thousand Oaks. 2001.

FERNANDES, Silvana. **O ensino da física térmica a partir de um modelo didático de coletor solar**. 2016. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Profissional de Ensino em Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

FETZNER FILHO, G. **Experimentos de baixo custo para o ensino de física em nível médio usando a placa Arduino-UNO**, Porto Alegre, p.207.2015.

FREIRE, PAULO. **Conscientização: teoria e prática da libertação, uma introdução ao pensamento de Freire**. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** 3ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

FREIRE, PAULO. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p. 28-51, 1997.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FRIGOTTO, Gaudêncio. **A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais**. In: JANTSCH, Ari Paulo e BIANCHETTI, Lucídio (Orgs). 9.ed. atualizada e ampliada. Interdisciplinaridade para Além da Filosofia do Sujeito. Petrópolis, RJ: Vozes. 2011.

GASKELL, G. **Entrevistas individuais e grupais: Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** Petrópolis: Vozes, 2002.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. [S.l.]: PLAGEDER, 2009.

GILBERT, MJ. **The anthropologist as alcoholologist: qualitative perspectives and methods in alcohol research.** INT/Addict, v.25, n.2<sup>a</sup>, p.127-48, 1991.

GOMES, A. A. **Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal.** EccoS – Revista Científica, São Paulo, v. 7, n.2, p. 275-290, jul./dez. 2005.

GONDIM, S.M. **Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos.** Paidéia. 12(24), 149-161, 2003.

GOWIN, D. B. **Educating.** NY: Cornell University Press, 1981.

GUIMARÃES, Valter S. **Formação de professores: saberes, identidade e profissão.** Campinas, SP: Papirus, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física.** 8<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Moderna, v. 4, 2009.

LERVOLINO, A.S; PELICIONI, M.C.F. **A utilização do grupo focal como metodologia qualitativa na promoção da saúde.** Ver Esc Enf USP, v.35, n.2, p.115-21, jun, 2001.

LITWIN, E. **Tecnologia educacional: Política, História e Proposta.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

LÜDKE, E. **Um espectrofotômetro de baixo custo para laboratórios de ensino: aplicações no ensino da absorção eletrônica e emissão de fluorescência.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 1506, 2010.

MANNHEIMER, W.A. **Microscopia dos materiais.** Rio de Janeiro: E-papers, 2002.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física.** 1. ed. São Paulo: Scipione, 2012. 360 p.

MAXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física - Volume 2.** São Paulo: Scipione, 2008.

MCROBERTS, M. **Arduino básico.** São Paulo: Novatec, 2011. 456 p.2017.

MEETARDUINO. Disponível em: <>. Acesso em 25 de jul. 2017.

MELLO, G.N. **Cidadania e competitividade: Desafios educacionais do terceiro milênio**. São Paulo: Cortez, 194p, 1993.

MENEGOLLA, Maximiliano; SANT'ANNA, Ilza Martins. **Por que planejar? Como planejar?** Currículo - Área – Aula. 15 ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

MOED, A; GOODMAN, E; KUNIAVSKY, M. **Observando a experiência do usuário: Guia de um praticante para usuário Reseach** (Tecnologias Interativas). Elsevir Science, 2012.

MOREIRA, A. M. **Diagramas V e Aprendizagem Significativa**, 2006. Publicado na Revista Chilena de Educación Científica, 2007, vol. 6, N. 2, pp. 3-12. Revisado em 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/DIAGRAMASpor.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

MORGAN, D. **Focus group as qualitative research. Qualitative Research Methods Series**. 16. London: Sage Publications, 1997.

MORIN, Edgar. **Educação e complexidade, os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2005.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio histórico**. 3.ed. São Paulo: Scipione, 1997.

PHEF. **PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder**. Disponível em: < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations) >. Acesso: em 29 jun. 2017.

REGO, Cristina Tereza. **Vygotsky**. Petrópolis: Vozes, 1994.

RIVIÈRE, A. **La psicología de Vygotsky. Infancia y Aprendizaje**, Madrid, n. 27/28, 1984.

ROCHA, Fábio R. P.; TEIXEIRA, Leonardo S. G.. **Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS**. Quím. Nova, São Paulo , v. 27, n. 5, p. 807-812, Oct. 2004 .Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422004000500021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000500021&lng=en&nrm=iso)>. Access on 27 July 2017. .

SANTA CATARINA. **Proposta curricular de Santa Catarina: formação integral na educação básica**. Florianópolis: SED, 2014, p. 23-90. Disponível em:< <http://www.propostacurricular.sed.sc.gov.br/site/> >. Acesso: em 12 jun. 2017.

SANTOS, Humberto. **Resenha sobre Vygotsky**. Revista Estação Científica. Juíz de Fora, 2013.

SASSAKI, K. T. **Espectrofotometria de absorção: princípios gerais**. São Paulo: FOA-UNESP, 2009.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física: Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 4, 2004.

SKOOG, D. A. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 1026 p, 2006.

STRAUSS, A. & CORBIN, J. **Grounded Theory methodology: na overview**. Em: N.K. Denzin & Y.Lincoln (Orgs), Handbook of qualitative research. (PP.273-85) EUA: Sage Publications, 1994.

TIPLER, P. A – **Física: Óptica e Física Moderna**, Vol. 4 - 3ª Edição, LTC Livros Técnicos Científicos. Rio de Janeiro: Editora LTC, - RJ 1995.

THIESEN, J. S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. In: Revista Brasileira de Educação. v.13. n.39. set/dez. 2008.

VALADARES, E. D; MOREIRA, A. M. **Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6896/7584>>. Acesso em 20 de jul. 2017.

VEIGA, L; GONDIM, S.M.G.(2001). **A utilização de métodos qualitativos na ciência política e no marketing político**. Opinião Pública. 2(1), 1-15  
Disponível em:  
<>. Acesso em 10 de jul. 2017.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **O desenvolvimento psicológico na infância**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Artmed, 2001.

VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 194 p, 2005.

ZABALGA, M.A. **Diário de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artemed, 2004.

**APÊNDICE A**  
**MANUAL DE APOIO AO PROFESSOR**

TECNOLOGIAS BASEADAS NA LUZ: Abordagem Contextualizada e Interdisciplinar  
entre Física e Química.

ALINE CIPRIANO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
2017.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	57
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	58
1.1 NATUREZA DA LUZ.....	58
1.2 ÓPTICA GEOMÉTRICA (PRINCÍPIOS E FENÔMENOS).....	59
1.3 PRINCÍPIOS DA ÓPTICA.....	59
1.4 FENÔMENOS ÓPTICOS.....	60
1.5 ESTUDO DAS CORES DOS OBJETOS.....	62
1.6 REFLEXÃO, REFRAÇÃO E ABSORÇÃO.....	62
1.7 FOTOMETRIA.....	63
1.8 LEI DE LAMBERT BEER.....	63
1.9 ESPECTROFOTOMETRIA.....	65
2 SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTO.....	67
2.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 1.....	67
2.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 2.....	70
2.2.1 Metodologia para a confecção do Produto Interdisciplinar Didático.....	70
2.2.2 Metodologia para a utilização do Produto Interdisciplinar Didático.....	78

## APRESENTAÇÃO

A evolução dos sistemas educacionais, em se tratando de avanço tecnológico, vem crescendo gradativamente. A complexidade da vida atual em sociedade está resgatando para os trabalhadores da educação uma série de questões relacionadas ao papel da escola. A escola é diretamente responsável pela contribuição do desenvolvimento tecnológico com o dever de ampliar a formação de cidadãos críticos. Tendo em vista a dificuldade na determinação de metodologias de ensino que sejam viáveis aos educadores de uma forma geral, surge a necessidade do desenvolvimento de novas ferramentas didáticas. Nas próximas páginas será apresentada uma sequência de informações que poderão ser utilizadas na construção de conhecimento em uma perspectiva Vygotskiana. Para tal, será abordada uma revisão bibliográfica referente aos conceitos científicos em função das tecnologias baseadas na luz. Além disso, será apresentado também o procedimento para a elaboração de um **Produto Interdisciplinar Didático**. Composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV-Visível com a plataforma *Arduino*, o **Produto Interdisciplinar Didático** foi implementado com o objetivo de possibilitar a abordagem interdisciplinar entre conceitos de física e química. O Manual poderá ser utilizado como ferramenta didática no processo de ensino aprendizagem para professores de física e química, objetivando minimizar a dificuldade dos alunos em relacionar os conceitos teóricos e seus respectivos fenômenos com a realidade norteadora.

## 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 A NATUREZA DA LUZ

No início do século XIX os cientistas acreditavam que a luz era constituída de um fluxo de partículas que ao incidir nos olhos estimulava o sentido da visão. Esse modelo corpuscular foi idealizado inicialmente por Isaac Newton e fornecia explicações simples para fenômenos como a reflexão e refração. Em 1678, um físico holandês chamado Christian Huygens, explicou os fenômenos da reflexão e refração através de outro modelo idealizado como modelo ondulatório. (SERWAY & JEWETT, 2004).

O modelo ondulatório não foi imediatamente aceito, já que as ondas conhecidas na época precisavam de um meio material para se propagar, e não havia explicação para a luz se propagar no espaço vazio preenchido pelo éter. Um dos argumentos em relação à natureza ondulatória dizia que a luz poderia contornar obstáculos justificando a visibilidade das arestas dos corpos. Em decorrência da importante reputação de Newton perante a comunidade científica, o modelo ondulatório foi rejeitado por mais de um século (SERWAY & JEWETT, 2004).

Conhecemos atualmente o fenômeno de difração que justifica a capacidade de contornar obstáculos, porém não conseguimos ver as arestas, pois os comprimentos de ondas da luz são extremamente curtos (SISTEMA ÉTICO DE ENSINO, 2015).

O comportamento de interferência caracterizando a natureza ondulatória foi demonstrado com propriedade por Thomas Young em 1801, através do experimento da dupla fenda. Após muitos anos, um físico chamado August Fresnel executou uma série de procedimentos experimentais fortalecendo então o modelo ondulatório. Além dele, em 1850 Jean Foucault forneceu evidência de que o modelo corpuscular era inadequado, posto que a velocidade da luz nos líquidos era menor que no ar (SERWAY & JEWETT, 2004).

James Clerk Maxwell, em 1865 fez uma previsão matemática de que a luz é uma forma de onda eletromagnética de alta frequência. A partir desse acontecimento, Hertz em 1887 confirmou experimentalmente a teoria de Maxwell.



Embora a teoria ondulatória estivesse estabelecida, existiam alguns fenômenos que ela ainda não conseguia explicar como o efeito fotoelétrico descoberto pelo próprio Hertz (SERWAY; JEWETT, 2004).

Só em 1905, através da contribuição de Max Planck com sua constante de proporcionalidade, o efeito fotoelétrico foi explicado por Albert Einstein. Tendo em vista, as contribuições científicas até então, a luz passou a ser considerada ora onda ora partícula, ou seja, caracterizando a natureza dupla. Essa justifica o fato de que em alguns experimentos propriedades ondulatórias podem ser medidas enquanto que em outros a medição é possível apenas das propriedades corpusculares (SERWAY & JEWETT, 2004).

## 1.2 ÓPTICA GEOMÉTRICA (PRINCÍPIOS E FENÔMENOS)

A óptica tem como objetivo principal o estudo da luz e dos fenômenos luminosos em geral, bem como suas propriedades. Considerada também parte fundamental da física que estuda as lentes, os espelhos, instrumentos ópticos, como microscópios, óculos, projetores, telescópios, máquinas fotográficas dentre outros. (HALLIDAY; RESNICK, 2009).

## 1.3 PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

O primeiro princípio conhecido como Propagação Retilínea da luz, diz que a luz em meios homogêneos e transparentes propaga-se em linha reta. A descrição dos fenômenos pode ser feita com a compreensão de raio de luz e dados da análise geométrica. Raios de luz são linhas orientadas que representam a direção e o sentido de propagação da luz (HALLIDAY; RESNICK, 2009).

O Princípio da Independência dos Raios Luminosos ocorre quando os raios de luz se cruzam ou se interceptam e continuam se propagando na trajetória. (BONJORNO, 2000).

Ambos os princípios podem ser compreendidos melhor através do experimento “câmara escura de orifício”. A câmara escura de orifício consiste numa caixa de paredes opacas, que possui um pequeno orifício por onde a luz do objeto iluminado passa formando uma imagem invertida na parede oposta ao orifício. A

relação entre a altura do objeto ( $o$ ), a altura da imagem ( $i$ ), a distância do objeto à câmara ( $p$ ) e o comprimento da câmara ( $p'$ ) pode ser definida a partir da semelhança entre os triângulos (BONJORNO, 2000).

Na idade média a câmara escura teve muitas aplicações para a compreensão dos fenômenos ópticos.

A figura 1 apresenta o esquema da câmara com as propriedades ópticas pertinentes.

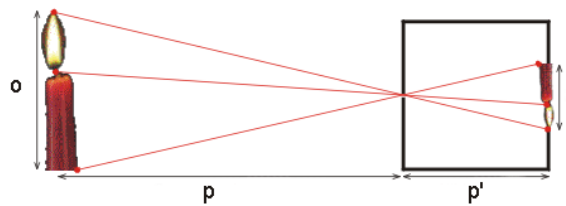


Figura 1: Câmara escura de orifício. Fonte: Site Sofisica, 2017.

O Princípio da Reversibilidade dos Raios de Luz diz que a trajetória seguida pela luz independe do sentido de percurso, ou seja, o trajeto é o mesmo para a ida e a volta (MÁXIMO; ALVARENGA, 2008).

#### 1.4 FENÔMENOS ÓPTICOS

- *Reflexão da luz:* A luz, ao incidir sobre um objeto, pode ser refletida de duas maneiras: Reflexão regular e Reflexão difusa conforme a sequência apresentada na figura 2.

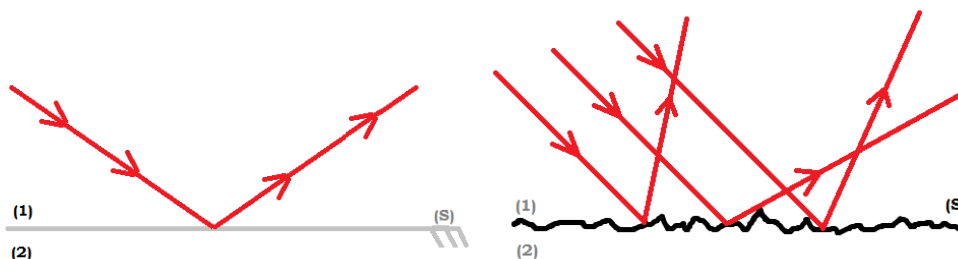


Figura 2: Reflexão regular e difusa. Fonte: Site fisicoturista, 2017.

Na reflexão regular, o feixe de raios paralelos retorna mantendo o paralelismo. É o que acontece sobre a superfície plana de um metal.

Já na reflexão difusa o feixe de raios paralelos retorna perdendo o paralelismo, espalhando-se em todas as direções. A reflexão difusa é responsável pela visão dos objetos que nos cercam. São duas as leis que regem a reflexão: a primeira diz que o raio refletido, a reta normal e o raio incidente estão situados no mesmo plano, ou seja, são coplanares; a segunda lei afirma que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência:  $r = i$  (BONJORNO, 2000).

- *Refração da luz:* A refração é a variação da velocidade de propagação da luz, quando a mesma muda de meio. A velocidade de propagação da luz na água é menor quando comparada a velocidade de propagação no ar.

O Índice de refração absoluto ( $n$ ) de um meio, para determinada luz monocromática, é a relação entre a velocidade da luz no vácuo  $c$  e a velocidade  $v$  da luz no meio em questão.

A equação 1 representa tal relação:

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Para o ar e o vácuo o índice de refração vale  $n=1$ , assim,  $n$  indica quantas vezes a velocidade da luz no vácuo é maior que a velocidade no meio considerado. O meio que possui maior índice de refração é o que apresenta maior refringência (mais refringente). Diante disso, a refração apresenta duas leis: a primeira descreve que o raio incidente  $I$ , o raio refratado  $R$  e a normal  $N$  à superfície de separação pertencem ao mesmo plano; a segunda descreve que para cada par de meios e para cada luz monocromática que se refrata é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra, conforme a equação 2 (BONJORNO, 2000).

$$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } r \quad (\text{Lei de Snell-Descartes}) \quad (2)$$

- *Absorção da luz:* É o fenômeno pelo qual a luz é absorvida pela superfície e transformada em energia térmica.

Os fenômenos ópticos de refração e absorção estão representados abaixo na figura 3.

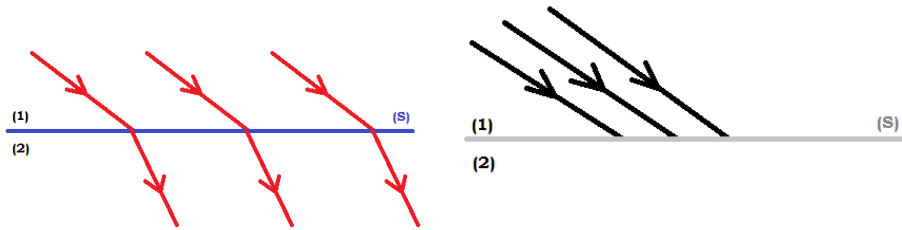


Figura 3: Fenômenos ópticos. Fonte: ofisicoturista, 2017.

## 1.5 ESTUDO DAS CORES DOS OBJETOS

*Alguns conceitos importantes:*

- **Fonte policromática:** é aquela que emite luzes de cores distintas, resultando na junção das cores.
- **Fonte monocromática:** é aquela que emite luz de apenas uma cor.

## 1.6 REFLEXÃO, ABSORÇÃO E REFRAÇÃO

Ao iluminarmos uma blusa azul com luz branca, enxergamos esta blusa azul. Isso acontece porque ela absorve todas as cores contidas no branco e reflete o azul. Entretanto, se iluminarmos esta mesma blusa com uma luz monocromática vermelha, agora enxergaremos ela preta, pois ela vai absorver o vermelho e não refletirá nenhuma cor. Dessa forma, o preto não é cor e sim **ausência de cores**.

## 1.7 FOTOMETRIA

A fotometria estuda a propriedade que inúmeros compostos químicos possuem de absorver radiações eletromagnéticas. Como esta absorção é específica para um determinado composto, podem-se obter rapidamente dados que poderão

auxiliar nas análises qualitativas. Com base em leis simples que regem este fenômeno da absorção, poderemos também obter o valor da concentração de soluções (SASSAKI, 2009).

Define-se colorimetria, como parte da fotometria que possibilita a obtenção das concentrações de soluções através da medida de suas relativas absorções da luz em um dado comprimento de onda. Este comprimento de onda pode estar no intervalo que corresponde à faixa de luz visível e do ultravioleta (SASSAKI, 2009). A figura 4 apresenta o espectro eletromagnético com destaque no gradiente visível.

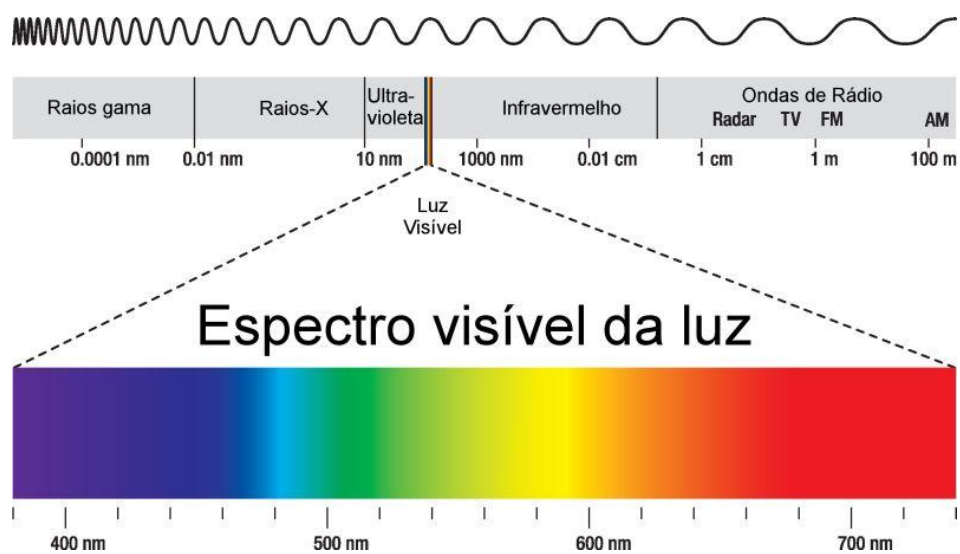


Figura 4: Espectro. Fonte: Site infoescola, 2017.

## 1.8 LEI DE LAMBERT-BEER (DA ABSORÇÃO DE SOLUÇÕES)

Considerando que se um raio de luz monocromática incidir em uma substância que apresenta propriedade de absorver radiação em um comprimento de onda específico, parte da radiação será absorvida. A transmitância (T) mede o quociente entre a intensidade da luz emergente (I), e a intensidade da luz incidente ( $I_0$ ), representado na equação 3 (SASSAKI, 2009).

$$T = \frac{I}{I_0} \quad (3)$$

A Lei de Lambert-Beer diz que se uma solução for atravessada por luz de comprimento de onda absorvido pelo soluto, mas não pelo solvente, a transmitância dependerá da concentração do soluto ( $c$ ) e da espessura da solução atravessada pela luz ( $l$ ). Para um dado comprimento de onda, a dependência é descrita abaixo através da equação 4 (SASSAKI, 2009).

$$T = 10e^{-\varepsilon.c.l} \quad (4)$$

Onde  $\varepsilon$  é uma constante característica do soluto em questão chamada coeficiente de absorção ou de extinção. A equação 4, sendo exponencial, pode ser expressa na forma linear convertendo a equação para a forma logarítmica conforme a equação 5:

$$-\ln T = \varepsilon.c.l = A = \varepsilon.c.l \quad (5)$$

A absorvância ( $A$ ) ou densidade ótica da solução é o valor obtido através da expressão  $(-\log T)$ , justificando que para uma determinada espessura ( $l$ ), a absorvância depende da concentração.

Ao selecionar a luz com seu comprimento de onda específico, esta atravessará o recipiente de dimensão determinada, que contém a amostra problema, incidindo sobre uma célula fotoelétrica, a qual traduz a intensidade luminosa em um sinal elétrico que é amplificado e visualizado em um display LCD. A célula fotoelétrica que consiste no LDR faz a medida da redução da intensidade luminosa.

O sinal elétrico amplificado é lido como absorvância ou transmitância e pode ser correlacionado com a concentração das substâncias. (SASSAKI, 2009).

## 1.9 ESPECTROFOTÔMETROS

Como dito anteriormente, a espectroscopia consiste em qualquer processo analítico, físico-químico, que utiliza a luz para medir as concentrações químicas. Baseia-se na análise da radiação eletromagnética emitida ou absorvida pelas substâncias. Os métodos espectroscópicos podem ser classificados de acordo com a região envolvida do espectro eletromagnético. A mais importante

característica dos espectrofotômetros é a seleção de radiações monocromáticas, o que possibilita inúmeras determinações quantitativas regidas pela Lei de Beer (SKOOG et al., 2006, p.678).

Os espectrofotômetros são instrumentos apropriados com o objetivo de registrar dados de absorvância ou transmitância em função do comprimento de onda. Este registro é chamado de espectro que pode ser de absorção ou transmissão. Sempre que a região do espectro eletromagnético usado for ultravioleta/visível, serão necessários artifícios ópticos de quartzo e detectores extremamente sensíveis para detectar radiações nessa faixa. Os artifícios dos espectrofotômetros estão relacionados com a faixa do comprimento de onda, precisão e a exatidão solicitada para os testes que na maioria das vezes estão relacionados à pesquisa científica. A investigação científica consiste em uma maneira de gerar estruturas de significados, ou seja, de conectar conceitos, eventos e fatos (GOWIN, 1981 apud MOREIRA, 2006, p. 62).

Dentre os inúmeros equipamentos oferecidos no mercado é importante destacar duas categorias essenciais para a escolha adequada. Tais categorias estão relacionadas ao tipo de feixe utilizado para varredura.

O espectrofotômetro mono-feixe que utiliza apenas um feixe monocromático, funciona com o ajuste da transmitância em 0%, fechando o obturador entre a fonte de radiação e o detector. Após ocorre a adequação de transmitância em 100%. Coloca-se o solvente (branco) no caminho ótico, abre-se o obturador e varia-se a intensidade da radiação até que o sinal seja de 100% de transmitância. Então o recipiente com solvente é substituído pelo recipiente com a amostra e o percentual de transmitância da mesma é lido no indicador de sinal que pode ser um galvanômetro.

O segundo tipo de espectrofotômetro utiliza duplo-feixe, funciona de tal forma que um feixe passa pela solução de referência (branco) até o transdutor e o outro feixe, ao mesmo tempo, passa através da amostra até o segundo transdutor. O ajuste do 0% é feito com a interrupção de radiação nos dois feixes e o 100% de transmitância é ajustado com o solvente (branco) colocado no caminho ótico dos dois feixes.

Os espectrofotômetros, em geral, contêm cinco elementos principais: fontes de luz, monocromador, cubas para as soluções problema (amostra), detectores e

interface com o computador para a obtenção do registro (espectro). A figura 5 apresenta o esquema básico dos elementos que compõem um espectrofotômetro.

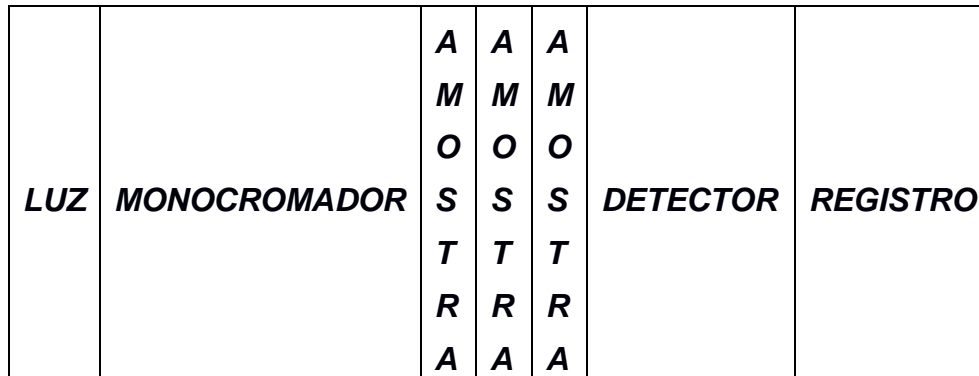


Figura 5: Diagrama esquemático dos elementos de um espectrofotômetro. Fonte: Elaborado pela autora.



## 2 SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS

### 2.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 1

O procedimento abaixo tem como objetivo principal avaliar a interação da radiação com o reagente químico Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). Nesse sentido, é imprescindível à determinação da curva de absorção do Permanganato de Potássio para a obtenção do melhor comprimento de onda, utilizando a comparação com a literatura. O melhor comprimento de onda para uma dada solução é aquele no qual há maior absorbância e menor transmitância. Por fim com a informação do melhor comprimento de onda será realizada uma varredura de distintas soluções, possibilitando a utilização da equação da reta para correlacionar dados de absorbância com a concentração das soluções.

Materiais	Reagentes
Espectrofotômetro	$\text{KMnO}_4$
Cubetas de Quartzo ou de vidro	
Balão Volumétrico	
Béquer 100 mL	
Pipetas	
Peras	

Tabela 1: Materiais e reagentes. Fonte: Elaborada pela autora.

#### **Primeira etapa**

- Prepare uma solução de  $\text{KMnO}_4$  (0,02 mol/L) em um volume de 100 mL.
- Utilize 2 mL da solução preparada de  $\text{KMnO}_4$  e transfira para um balão de 100 mL, complete com água destilada até o menisco.
- Utilize duas cubetas, uma para o branco/referência e outro para a solução preparada no item descrito anteriormente.

- Ligue o espectrofotômetro e aguarde pelo menos 20 minutos antes de realizar as leituras (importante para estabilizar o equipamento).
- Abra a tampa do compartimento e insira as amostras (água destilada no primeiro compartimento e a solução no segundo) e em seguida feche-a.
  - a) Para o ajuste do comprimento de onda utilize as setas (▲ e ▼).
  - b) Acione o mode para selecionar o modo desejado (Absorbância).
  - c) Fixe o branco pressionando a tecla (100%T/ 0Abs) até que o display mostre 0Abs ou 100%T.
  - d) Mova a alavanca do compartimento para que o feixe de luz incida diretamente na cubeta que contem a solução de  $\text{KMnO}_4$  e faça a leitura.
- Realizar as leituras nos comprimentos de onda de acordo com o **quadro 1** que está disposto abaixo, para isso repetir as etapas a, c e d.

### Segunda etapa

- Preparar cinco soluções de  $\text{KMnO}_4$  da seguinte forma: A partir da solução 0,02 M, pipetar 1 mL, 2 mL, 4 mL, 8 mL e 10 mL e colocar em balões de 100 mL completando com água destilada e homogeneizando. Com base no espectro obtido na **primeira etapa**, fazer a leitura de absorbância no comprimento de onda onde ocorreu o máximo de absorbância do composto para as cinco soluções preparadas preenchendo o **quadro 2**.

#### **ATIVIDADES:**

- 1)** Construa um gráfico, absorbância em função do comprimento de onda, com os resultados obtidos na **primeira etapa**.
- 2)** Construa um gráfico, absorbância versus concentração, com os dados do **quadro 2**. Ajuste uma reta aos pontos e determine a equação da reta.

$\lambda$ (nm)	Absorbância (KMnO <sub>4</sub> )	$\lambda$ (nm)	Absorbância (KMnO <sub>4</sub> )
350		480	
355		490	
360		500	
365		510	
370		520	
375		530	
380		540	
390		550	
400		560	
415		570	
430		580	
440		590	
450		600	
460		650	
470		700	

Quadro 1: Dados de absorbância em função do comprimento de onda. Fonte: Elaborado pela autora.

Volume pipetado (mL)	Concentração molar	Absorbância
1		
2		
4		
8		
10		

Quadro 2: Dados de absorbância versus concentração. Fonte: Elaborado pela autora.

## 2.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL 2 - PRODUTO INTERDISCIPLINAR DIDÁTICO

**O Produto Interdisciplinar Didático**, composto por um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV-Visível com a plataforma *Arduino*, tem como principal objetivo desenvolver o conhecimento potencial a partir da compreensão e análise da interação da radiação com a matéria em uma perspectiva contextual e interdisciplinar. Diante disso, o presente procedimento visa correlacionar as disciplinas de física e química, com enfoque na importância da espectroscopia, como técnica associada às tecnologias baseadas na luz.

A presente seção irá apresentar a metodologia para a construção do **Produto Interdisciplinar Didático**.

### 2.2.1 Metodologia para confecção do Produto Interdisciplinar Didático

Materiais	Reagentes	Quantidades
Prancha acrílica	KMnO <sub>4</sub>	1
2 Hastes metálicas		2
1 Tubo de PVC 50 mm		1
Vinil preto		1
Fita autocolante de alumínio		1
Abraçadeira plástica preta		2
Cap PVC 50 mm		2
LDR		1
LED RGB		1
Placa Arduino MEGA 2560		1
Buzzer		1
Resistores		2

Tubo de ensaio	1
Esponja branca	1

Tabela 2- Materiais e reagentes. Fonte: Elaborada pela autora.

- ✓ Para a montagem da estrutura de sustentação:
  - Utilizar uma prancha acrílica como base para a montagem do aparato.
  - Efetuar dois furos no centro da mesma para a fixação de duas hastes metálicas. As hastes metálicas utilizadas no projeto foram retiradas da tela de um notebook (sistema de dobradiças).
  - Construir a cápsula utilizando um tubo de PVC de 50 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento e também dois cap de PVC.
  - Aplicar o vinil de cor preta a fim de evitar a influência da luz externa.
  - Utilizar nas bordas, fitas autocolantes de alumínio para acabamentos estéticos.
  - Preencher a cápsula com esponjas brancas cortadas em círculo de modo a acomodar o tubo de ensaio para posterior introdução da amostra, de acordo com a figura 6.



Figura 6: Esponjas brancas em círculo. Fonte: Elaborada pela autora.

- Efetuar um furo em cada cap PVC para inserir o LED e o LDR conforme a figura 7.



Figura 7: Cap PVC. Fonte: Elaborada pela autora.

-Fixar às hastes com abraçadeiras plásticas de cor preta conforme o esquema apresentado na figura 8.

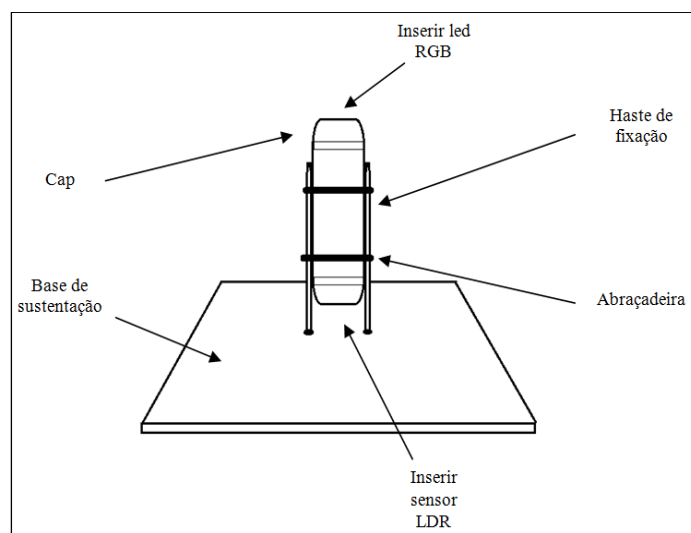


Figura 8: Esquema de montagem. Fonte: Elaborada pela autora.

- ✓ Para a montagem do circuito eletrônico de medição:
  - Utilizar a plataforma arduino conectada ao LDR, juntamente com um divisor de tensão, em uma das portas analógicas do arduino, conforme a figura 9.

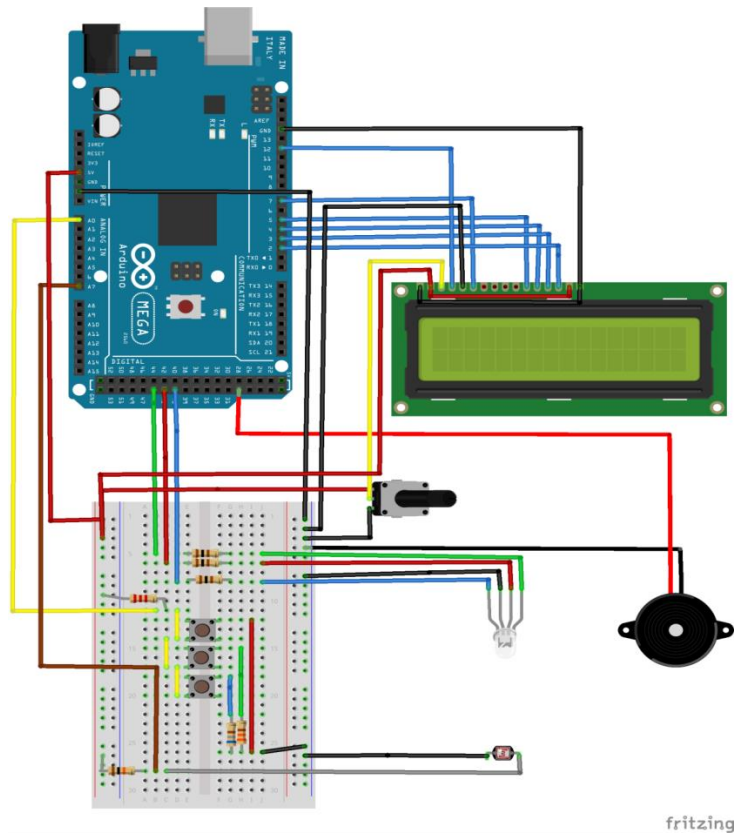


Figura 9: Esquema de ligação do circuito de leitura. Fonte: Elaborada pela autora.

- ✓ Para a programação da plataforma Arduino:
  - Programar utilizando o ambiente de desenvolvimento Integrado da plataforma Arduino, *IDE (Integrated Development Environment)*. O código está demonstrado na figura 10.

```

/*****
**Código para Produto Interdisciplinar didático
**Autor do código: Tiago Pereira.
*****/

#include <LiquidCrystal.h>

#define ledR 43
#define ledG 45
#define ledB 41
#define buzzer 29

LiquidCrystal lcd (12, 7, 5, 4, 3, 2);

int selecao, botao, flag = 0;
float soma, ldr = 0;

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  digitalWrite(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(ledR, OUTPUT);
  pinMode(ledG, OUTPUT);
  pinMode(ledB, OUTPUT);
}

void loop()
{
  botao = analogRead (0); //Chaves de seleção conectadas à A0
  if (flag ==0)
  {

```



```

lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Produto didatico");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Interdisciplinar");
  tone(buzzer,500);
  delay(500);
  tone(buzzer,800);
  delay(500);
  noTone(buzzer);
  delay(4000);
  flag = 1;
}

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Insira a amostra");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("e press. o botao");

if (botao < 100) //VERMELHO
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Cor: Vermelha ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(1000);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" 620 a 750 nm ");
  digitalWrite(ledR, HIGH);
  digitalWrite(ledG, LOW);
  digitalWrite(ledB, LOW);
  delay(3000);
  calcula ();
}

```

```

else

if (botao < 200) //VERDE
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Cor: Verde ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(1000);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" 495 a 570 nm ");
  digitalWrite(ledR, LOW);
  digitalWrite(ledG, HIGH);
  digitalWrite(ledB, LOW);
  delay(3000);
  calcula ();
}
else
if (botao <400) //AZUL
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Cor: Azul ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(1000);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" 450 a 495 nm ");
  digitalWrite(ledR, LOW);
  digitalWrite(ledG, LOW);
  digitalWrite(ledB, HIGH);
  delay(3000);
  calcula ();
}
}

```

```

//calcula média dos valores lidos
void calcula ()
{
  soma = 0;
  for (int i=1;i<=10;i++)
  {
    ldr = analogRead(1) * 0.0048875;
    soma = soma + ldr;
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Leitura ");
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(i);
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print("de 10");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Valor (V):");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print (ldr,2);
    tone(buzzer,1000);
    delay(500);
    noTone(buzzer);
    delay(1000);
  }
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(" Fim da analise ");
  tone(buzzer,1500);
  delay(500);
  noTone(buzzer);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Media (V): ");
  lcd.setCursor(12,1);
  lcd.print(soma/10);
  delay(5000);
}

```

Figura 10- Código utilizado na programação. Fonte: Elaborado pelo professor de eletrônica Cedup Abílio Paulo.

- A seguir conectar a placa ao computador através do cabo USB.
- Compilar e enviar o código para a placa arduino.

*Vale lembrar que: O objetivo do circuito eletrônico é ler a intensidade de luz incidida sobre o sensor LDR.*

## 2.2.2 Metodologia para a utilização do Produto Interdisciplinar Didático

### Primeira Etapa- Preparação das Soluções.

Materiais	Reagentes
Produto Interdisciplinar Didático	KMnO <sub>4</sub> / K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> / K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>
5 Tubos de ensaio com suporte	
Béquer	
Pisseta com água	
Papel toalha	
Luvas	
Vidro âmbar	
Balão Volumétrico de 100 mL	
Etiquetas para identificação	

Tabela 3: Materiais e Reagentes. Fonte: Elaborada pela autora.

**Obs: Os materiais podem ser substituídos de acordo com a necessidade do professor mediador.**

- Preparar 100 mL de solução 0,02 mol/L de um dos reagentes: KMnO<sub>4</sub>/ K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/ K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> .

- A partir da solução 0,02 mol/L, preparar cinco soluções, pipetando 1mL, 2mL, 4mL, 8mL e 10mL completando com 100mL de água. *Identifique-as e reserve-as.*

### **Segunda Etapa- Aplicando o *Produto Interdisciplinar Didático*.**

- 1) Energizar o equipamento (conectar a fonte de energia elétrica).
- 2) Aparecerá a mensagem no display " ***Produto Interdisciplinar Didático***", juntamente com um beep.
- 3) Aguardar até aparecer a mensagem "insira a amostra e pressione o botão"
- 4) Remover a tampa superior do espectrofotômetro e inserir um tubo de ensaio com a substância a ser analisada até a marcação que corresponde a 0,5 cm da extremidade superior.
- 5) Inserir o tubo, até o fundo, recolocar a tampa superior.

***O Produto foi dimensionado para aplicar três tipos de luz diferente (vermelha, verde e azul), que devem ser selecionadas através das chaves próximas ao display LCD.***

- 6) Selecionar a primeira cor, pressionando uma das chaves. Aparecerá no display a cor selecionada e a faixa de comprimento de onda da cor.

***A seguir o equipamento incidirá a luz selecionada na amostra, sendo que a parte não absorvida (transmitida) pelo fluido irá excitar o sensor de luz inferior, LDR.***

***Para obter uma maior precisão do resultado, o sistema realizará 10 leituras do LDR. A cada 1 segundo o sistema emite um beep e armazena o valor na memória. Ao final das medições o sistema efetuará uma média dos 10 valores de medição de tensão e mostrará no display LCD.***

- 7) Anotar o valor obtido no quadro 1.
- 8) Acionar o botão reset para retornar ao menu inicial e efetuar nova leitura.
- 9) Após realizar todas as leituras e preencher o quadro com os valores obtidos, Analisar aos fenômenos ópticos envolvidos e correlacioná-los com os dados de tensão obtidos.
- 10) Comparar a mesma espécie de amostra com outras cores diferentes incididas para verificar em qual das cores/concentração houve maior absorção da radiação luminosa.

## REFERÊNCIAS

BONJORNO, Cliton. **Temas de física**. São Paulo: FTD, v.1, 2000.

FERNANDES, Silvana. **O ensino da física térmica a partir de um modelo didático de coletor solar**. 2016. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Profissional de Ensino em Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Moderna, v. 4, 2009.

MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <>. Acesso em 27 de jul.2017.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2012. 360 p.

SASSAKI, K. T. Espectrofotometria de absorção: princípios gerais. São Paulo: FOA-UNESP, 2009.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física: Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 4, 2004.

SKOOG, D. A. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2006. 1026 p.

SÓ FÍSICA. Disponível em: <>. Acesso em 27 de jul.2017.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005. 194 p.

## APÊNDICE B

### Atividade avaliativa

#### Orientações para os grupos:

- As respostas deverão ser apresentadas mediante o consenso de todos os integrantes do grupo;
- As questões deverão ser justificadas.

**Bom trabalho!**

**Questão 1** - De que forma o olho humano nos permite conectar o cérebro com o mundo?

---

---

---

**Questão 2** - O que são corantes e pigmentos e qual a principal diferença entre eles?

---

---

---

**Questão 3** - Considere uma sala com três objetos de cores distintas: azul, vermelho e branco. De que cor, respectivamente, veremos esses objetos se a sala for iluminada por uma luz de cor vermelha?

---

---

---

**Questão 4** - Sabendo que o arco-íris é um fenômeno óptico, justifique por meio de palavras a diferença entre os fenômenos físicos e químicos.

---

---

---

**Questão 5** - O que você entende sobre a interação da radiação com a matéria?

---

---

---

## ANEXO A

### PROJETO PARA 2017

**1. ÁREA DE CONHECIMENTO:** Ciências Naturais

**2. COMPONENTES CURRICULARES ENVOLVIDOS:** Física e Química (Aline Cipriano).

**3. TEMÁTICA:** Tecnologias baseadas na luz: Abordagem Contextualizada e Interdisciplinar.

**4. SINOPSE DO PROJETO:** O projeto interdisciplinar sobre as tecnologias baseadas na luz será aplicado em uma turma do 2º. Ano do ensino médio com 20 alunos. A partir da análise de procedimentos dos instrumentos ópticos e artigos científicos, os alunos juntamente com seus grupos deverão confeccionar um instrumento óptico relacionando-o com os conceitos trabalhados em sala de aula.

Ao final de todo o processo, será apresentado aos alunos um **Produto Interdisciplinar Didático** desenvolvido pelo professor. O produto referente à tecnologia atual da luz consiste em um esquema de funcionamento do espectrofotômetro UV visível com o microcontrolador *Arduino*. A socialização dos instrumentos ópticos será feita em momento de discussão estipulado no cronograma, levando-se em consideração os fenômenos físicos e artifícios químicos e matemáticos que norteiam o funcionamento.

**5. OBJETIVO:** Construir conhecimento a partir da teoria sociointeracionista de Vygotsky, através da confecção de instrumentos ópticos, bem como da análise do **Produto Interdisciplinar Didático** relacionando-o com os conceitos vistos em sala de aula na disciplina de física e química com abordagem interdisciplinar e contextual.



**6. JUSTIFICATIVA:** Durante muito tempo as informações pertinentes à física eram repassadas de maneira tradicional, de forma a considerar a memorização e a reprodutibilidade de conceitos.

A física como componente curricular é de fundamental importância para a sociedade e está em constante transformação, bem como, a investigação científica, que possibilita a construção de conhecimento, relacionando os conceitos trabalhados em sala de aula com tecnologias baseadas na luz.

Para Valadares e Moreira (1998), é imprescindível que o estudante do ensino médio conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional.

A ideia inicial do projeto tem por objetivo geral construir conhecimento fundamentado na teoria sociointeracionista de Vygotsky, a partir da leitura de artigos, socialização de informações, aplicação de questionários, confecção de instrumentos ópticos e utilização do **Produto Interdisciplinar Didático** para complementar as aulas de Física, estimulando a aprendizagem através da relação dos conceitos com aplicações tecnológicas.

O tema Tecnologias baseadas na luz: Abordagem contextualizada e interdisciplinar (Física e Química) tem como finalidade associar as disciplinas de física e química durante as aulas de física. Tendo em vista, a dificuldade que os alunos apresentam em relacionar os conceitos teóricos com a realidade, surge a necessidade de estabelecer relações entre os fenômenos que os norteiam a partir de ferramentas didáticas transformando o ensino tradicional repetitivo em dialético. Nesse sentido, surge à necessidade da utilização de recursos pedagógicos que possibilitam a abordagem de maneira contextual e interdisciplinar.

**7. PRODUTO FINAL:** Desenvolvimento potencial com a confecção de instrumentos ópticos e compreensão do funcionamento do **Produto Interdisciplinar Didático**.

**8. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO:** A turma será dividida em grupos, sendo que é obrigatória a participação integral das atividades propostas pelo professor. Além da pesquisa científica através da leitura e análise de artigos, cada grupo deverá confeccionar um instrumento óptico e participar de atividades referentes à aquisição de dados como questionários e discussões orientadas. Ao

final do segundo bimestre os grupos deverão explorar o **Produto Interdisciplinar Didático** (elaborado pelo professor).

Todas as etapas serão avaliadas qualitativamente, contribuindo ao final do ano letivo para a efetivação da avaliação processual.

**9. RECURSOS NECESSÁRIOS:** Materiais para confecção dos instrumentos como lupas, caixas, cartolinas entre outros; **Produto Interdisciplinar Didático**, Quadro branco e sala de multimeios com os recursos de informática.

**10. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:** A avaliação será de caráter qualitativo, já que o projeto aqui apresentado está integralmente baseado na construção de uma dissertação de mestrado.

Porém, os registros referentes à pesquisa, serão utilizados ao final do ano letivo configurando a avaliação processual que tem como enfoque o progresso do aluno.

#### 11. CRONOGRAMA:

Nº	Etapa	Período (dia e/ou mês)...				
		xx	xx	Xx	xx	xx

#### 12. REFERÊNCIAS:

MEC- Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

VALADARES, E.C.; MOREIRA, A.M; “Ensinando física moderna no ensino médio.” Belo Horizonte. Publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 15, n. 2, ago. 1998.

BARBOSA, J.O.; PAULO, S.R; “Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em física. (1999)”.

## **ANEXO B Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Eu,.....,abaixo assinado, nacionalidade ....., .....anos, RG....., CPF ....., aluno(a) da ....., Criciúma/SC, estou sendo convidado(a) a participar voluntariamente de um Projeto denominado Tecnologias Baseadas na luz: Abordagem Contextualizada e Interdisciplinar (Física e Química), cujo objetivo nesta fase é a de implementar uma sequência didática para o ensino de física no ensino médio.

A minha participação no referido projeto será no sentido de participar das aulas e desenvolver as atividades requeridas, além de responder a testes/questionários sobre os assuntos abordados durante a aplicação da sequência didática, se necessário, posteriormente serei entrevistado (a) pela pesquisadora a respeito destas atividades. Estou ciente de que o que eu falar na entrevista será gravado para posterior estudo.

Além disso, fui informado (a) que minha participação poderá ser registrada através de fotografias as quais poderão ser inseridas na dissertação de mestrado. Igualmente essas mesmas fotografias poderão ser utilizadas em artigos científico a ser publicado e/ou em pôsteres e palestras que poderei ministrar onde explicarei a aplicação da estratégia didática desenvolvida. Desta forma o teor deste instrumento tem por objetivo ceder o direito de imagem única e exclusivamente para ser utilizada no âmbito da implementação e divulgação da estratégia didática.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado (a) de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo. Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Aline Cipriano, mestranda do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFSC, Polo Araranguá – MNPEF/UFSC/ARA e Márcia Martins Szortyka, orientadora, professora do Centro de Araranguá e do

MNPEF/UFSC/ARARANGUÁ e com eles poderei manter contato pelos telefones (48) 3478-4816 e (48) 3721-6250.

É assegurada a assistência durante todo projeto, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação. Enfim, tendo sido orientado (a) quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido projeto, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

No entanto, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Criciúma, março de  
2017.

---

(assinatura do aluno (a))

**PARA MENORES DE 18 ANOS ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:**

Nome: \_\_\_\_\_

RG; \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

(assinatura do representante legal do aluno (a))

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do aluno (a) ou representante legal para a participação neste projeto.

---

Aline Cipriano (estudante do MNPEF).