

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Sheila Magali Holz

**ATIVIDADES PRÁTICAS DE FÍSICA E MOTIVAÇÃO: UMA
ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA**

Santa Maria, RS, Brasil
2021

Sheila Magali Holz

**ATIVIDADES PRÁTICAS DE FÍSICA E MOTIVAÇÃO: UMA
ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para
obtenção do título de **Doutora em Educação
em Ciências**.

Orientadora: Inés Prieto Schmidt Sauerwein,

Santa Maria, RS
2021

Holz, Sheila Magali
ATIVIDADES PRÁTICAS DE FÍSICA E MOTIVAÇÃO: UMA
ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA / Sheila Magali Holz.-
2021.
234 p.; 30 cm

Orientadora: Inés Prieto Schmidt Sauerwein
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde, RS, 2021

1. Atividades Práticas 2. Ensino de Física 3. Ensino
Médio 4. Motivação I. Sauerwein, Inés Prieto Schmidt II.
Título.

Sheila Magali Holz

**ATIVIDADES PRÁTICAS DE FÍSICA E MOTIVAÇÃO: UMA
ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Educação em Ciências**.

Aprovada em 26 de julho de 2021:

Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Claudia Smaniotto Barin, Dra (UFSM)

Gilberto Orengo De Oliveira, Dr (UFN)

Italo Gabriel Neide, PhD (UNIVATES)

Maria Regina Dubeux Kawamura, Dra (USP)

Santa Maria, RS
2021

NUP: 23081.061186/2021-59

Prioridade: Normal

Homologação de Ata

010 - Organização e Funcionamento

COMPONENTE

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
2	Folha de Aprovação	folha_aprovacao_Sheila_Holz.pdf

Assinaturas

04/08/2021 09:37:16

CLAUDIA SMANIOTTO BARIN (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR)

02.35.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - DQMC

04/08/2021 14:06:17

INES PRIETO SCHMIDT SAUERWEIN (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR)

02.32.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE FÍSICA - DFSC

05/08/2021 16:05:25

Maria Regina Kawamura (Pessoa Física)

Usuário Externo (298.***.***-**)

06/08/2021 10:26:23

Italo Gabriel Neide (Pessoa Física)

Usuário Externo (006.***.***-**)

09/08/2021 00:27:54

GILBERTO ORENGO DE OLIVEIRA (Pessoa Física)

Usuário Externo (342.***.***-**)

Código Verificador: 775125

Código CRC: 4301788b

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>



RESUMO

ATIVIDADES PRÁTICAS DE FÍSICA E MOTIVAÇÃO: UMA ABORDAGEM DIDÁTICO-PEDAGÓGICA

AUTORA: Sheila Magali Holz
ORIENTADORA: Inés Prieto Schmidt Sauerwein

Investigamos a utilização de atividades práticas, que além da sua função didática pedagógica, auxiliem na promoção da motivação dos estudantes na disciplina de Física, no segundo ano do Ensino Médio. A pesquisa foi desenvolvida com sete turmas (três em 2017 e quatro em 2018) de um Colégio Público Federal. O aporte teórico que balizou a pesquisa foi constituído por estudos de diversos autores referentes à utilização das atividades experimentais e a respeito da motivação. Visando conhecer como as atividades experimentais estão sendo abordadas na literatura especializada, realizamos uma revisão bibliográfica que abarcou os artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física no período compreendido entre os anos de 2002 até 2017. Encontramos 138 artigos sobre essa temática, dos quais somente 17 eram destinados ao Ensino Médio. Com o objetivo de desenvolver atividades práticas, que desempenhem além da função pedagógica o papel de fomentar a motivação dos alunos, nos assuntos estudados na disciplina de Física, utilizamos uma abordagem baseada em *Educational Design Research*. Tendo como base essa concepção de pesquisa, que é utilizada para resolver problemas práticos em contextos reais, por meio de um processo cíclico de análise e exploração, *design* e construção, e avaliação e reflexão, desenvolvemos a nossa investigação. Para tornar mais claro, prático e possibilitar uma visão mais holística do nosso trabalho, desenvolvemos uma Matriz Operacional Panorâmica, que permite, após a realização das atividades, com base nas observações e anotações do Diário de Bordo, propor alterações para as atividades seguintes no mesmo ano (com conteúdos diferentes) ou na mesma atividade que a ser implementada no próximo ano. Com esse direcionamento, implementamos as atividades práticas no ano de 2017, cujos resultados são apresentados. Ao final do referido ano letivo, os estudantes responderam um questionário, referente as oito atividades práticas desenvolvidas, o qual foi composto por oito questões abertas. Por meio deste, buscamos conhecer mais a fundo as opiniões dos estudantes referentes a realização das atividades práticas, cuja análise foi realizada utilizando a Análise de Conteúdo concebida por Bardin (2007). Baseado nas análises, nas observações feitas durante a realização das atividades, nas anotações do Diário de Bordo e na análise do questionário, reelaboramos as oito atividades e essas foram novamente implementadas no ano de 2018, seguindo a mesma sistemática do ano anterior. Realizamos uma análise individual de cada uma das oito atividades, tendo como base as opiniões dos estudantes sobre estas, e um comparativo entre as atividades de 2017 e 2018. Investigamos, ainda, a Motivação e a Eficiência das diferentes Estratégias de Ensino, utilizadas pelos professores, a partir da opinião dos estudantes de 2018. Com a análise das categorias finais oriundas dos questionários respondidos pelos estudantes, apresentamos os princípios de *design* que devem ser considerados na elaboração das atividades práticas para que essas, além da sua função pedagógica, também fomentem a motivação dos estudantes para o estudo da disciplina de física.

Palavras-chave: Atividades Práticas; Ensino de Física; Ensino Médio; Motivação.

ABSTRACT

PRACTICAL PHYSICS AND MOTIVATION ACTIVITIES: A DIDACTIC-PEDAGOGICAL APPROACH

AUTHOR: Sheila Magali Holz

SUPERVISOR: Inés Prieto Schmidt Sauerwein

We investigated the use of practical activities that, in addition to their pedagogical didactic function, help to promote the motivation of students in the discipline of Physics, in the second year of high school. The research was carried out at a Federal Public College, in seven classes (three in 2017 and four in 2018). The theoretical contribution that guided the research consisted of studies by several authors regarding the use of experimental activities and about motivation. Aiming to know how experimental activities are being addressed in the specialized literature, we carried out a literature review that included articles published in the Brazilian Journal of Physics Education in the period between 2002 and 2017. We found 138 articles on this topic, of which only 17 were intended for high school. In order to develop practical activities that play, in addition to the pedagogical function, the role of encouraging students' motivation in the subjects studied in the discipline of Physics, we use an approach based on Educational Design Research. Based on this conception of research, which is used to solve practical problems in real contexts, through a cyclical process of analysis and exploration, design and construction, and evaluation and reflection, we developed our investigation. To make it clearer, more practical and enable a more holistic view of our work, we developed a Panoramic Operational Matrix, which allows, after carrying out the activities, based on the observations and notes in the logbook, to propose changes for the following activities in the same year (with different content) or in the same activity that will be implemented next year. With this direction, we implemented practical activities in 2017, the results of which are presented. At the end of that school year, students answered a questionnaire, referring to the eight practical activities developed, which was composed of eight open questions. Through this, we seek to know more deeply the opinions of students regarding the performance of practical activities, whose analysis was carried out using Content Analysis designed by Bardin (2007). Based on the analyses, the observations made during the activities, the logbook notes and the analysis of the questionnaire, we redesigned the eight activities and these were implemented again in 2018, following the same system as the previous year. We carried out an individual analysis of each of the eight activities, based on the students' opinions on these, and a comparison between the 2017 and 2018 activities. We also investigated the Motivation and Efficiency of the different Teaching Strategies used by teachers, based on the students' opinion of 2018. With the analysis of the final categories from the questionnaires answered by the students, we present the design principles that should be considered in the preparation of practical activities so that these, in addition to their pedagogical function, also foster the motivation of students to study the discipline of physics.

Keywords: Practical Activities; Physics Teaching; High school; Motivation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	19
2.1 MOTIVAÇÃO	19
2.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	23
2.3 DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ENSINO UTILIZADAS NAS AULAS DE FÍSICA	29
3 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	35
3.1 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – PANORAMA GERAL E ARTIGOS DE REVISÃO	35
3.2 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – ARTIGOS DE ENSINO MÉDIO	38
3.3 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – ANÁLISE DOS ASPECTOS METODOLÓGICOS.	45
3.3.1 Função Didática	46
3.3.1.1 Atividade de demonstração	46
3.3.1.2 Verificação de modelos teóricos.....	48
3.3.1.3 Experimentação investigativa	49
3.3.2 Promovem o Desenvolvimento de Conteúdos Procedimentais	52
3.3.3 Processo de Construção do Aparato Experimental	55
3.3.3.1 Ênfase no uso de tecnologia.....	55
3.3.3.2 Ênfase na utilização de Materiais de Baixo Custo	57
3.3.3.3 Ênfase na Montagem de equipamentos	58
3.4 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – TEÓRICOS	62
3.5 CONSIDERAÇÕES.....	64
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	67
4.1 METODOLOGIA	67
4.2 UNIVERSO DA PESQUISA	69
4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	70
4.4 SISTEMÁTICA DA PESQUISA.....	71
4.5 A PESQUISA.....	74
4.5.1 Primeiro Ano Letivo: 2017	74
4.5.1.1 Classificação das atividades – quanto ao grau de liberdade	74
4.5.1.2 Implementação das atividades	76
4.5.2 Análise do Questionário referente a implementação das atividades	85
4.5.2.1 Análise da Primeira Pergunta.....	85
4.5.2.2 Análise da Segunda Pergunta	92
4.5.2.3 Análise da Terceira Pergunta	97
4.5.2.4 Análise da Quarta Pergunta.....	99
4.5.2.5 Análise da Quinta Pergunta	103
4.5.2.6 Análise da Sexta Pergunta.....	104
4.5.2.7 Análise da Sétima Pergunta	109
4.5.2.8 Análise da Oitava Pergunta.....	112
4.5.3 Segundo Ano Letivo: 2018	114
4.5.3.1 Classificação das atividades – quanto ao grau de liberdade	114
4.5.3.2 Implementação das atividades	117
4.5.4 Análise individualizada das atividades práticas implementadas em 2017 e 2018	125
5.5.4.1 Considerações	141
4.5.5 A Motivação e a Eficiência das diferentes Estratégias de Ensino, utilizadas pelos professores, na opinião dos estudantes de 2018.	143

4.5.5.1 O Questionário.....	145
4.5.5.2 Resultados e discussões.....	146
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	159
6 REFERÊNCIAS	173
APÊNDICES	189
APÊNDICE A.....	191
APÊNDICE B.....	193
APÊNDICE D.....	197
APÊNDICE E.....	199
APÊNDICE F.....	201
APÊNDICE G.....	205
APÊNDICE H.....	209
APÊNDICE I.....	211
APÊNDICE J.....	213
APÊNDICE K.....	215
APÊNDICE L.....	219
APÊNDICE M.....	221
APÊNDICE N.....	223
APÊNDICE O.....	225
APÊNDICE P.....	229
APÊNDICE Q.....	231
APÊNDICE R.....	233

1 INTRODUÇÃO

Licenciada em Física pela Universidade Federal de Santa Maria (2002) e Mestre em Física, na especialidade de Física Teórica, pela Universidade Paulista Júlio Mesquita, Unesp, (2005). No ano de 2006 iniciei minha carreira como docente de Física no Ensino Médio.

Ao começar minhas atividades como professora deparei-me com uma situação que é familiar à maioria dos docentes: alunos desinteressados, apáticos e desmotivados. Uma situação que a princípio me surpreendeu e, de certa forma, me decepcionou um pouco. Amenizadas as preocupações e inseguranças iniciais, com o conteúdo e com os alunos, dialogando com professores mais experientes, me espelhando em docentes com quem tive a honra de aprender muito, mais segura, busquei alternativas, estratégias de ensino variadas para melhorar minhas aulas. Apesar do esforço, senti a necessidade de investigar e estudar como poderia aperfeiçoar minha prática. Almejando encontrar possíveis respostas para as minhas inquietações, recursos que pudessem colaborar para atenuar o cenário inicial, e conseguir motivar os alunos tornando as aulas mais interessantes para eles. No ano de 2015 comecei a frequentar as aulas da disciplina de Formação de Professores (como ouvinte), do Programa de Pós-Graduação em Ciências, Química da Vida e Saúde, da UFSM e participar dos encontros semanais do grupo de pesquisa Métodos e Processos de Ensino e Aprendizagem de Ciências (MPEAC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). No ano seguinte, ao cursar a disciplina de Estratégias de Desenvolvimento de Atividades Didáticas para o Ensino de Ciências e refletindo sobre as leituras que realizei, surgiu como uma das alternativas me aprofundar e abordar mais detalhadamente o assunto que sempre considerei relevante: as atividades práticas.

Num compasso lento e contínuo busquei associar meu trabalho docente com o trabalho de pesquisadora, procurando uma melhor compreensão de minhas ações como mediadora do conhecimento. Dessa forma, a partir de um olhar atento aos processos de ensino e de aprendizagem e uma reflexão contínua sobre minha prática docente, para reforçar e amplificar aspectos positivos e superar minhas deficiências. Esse processo de busca por respostas é revigorante e inspirador e tem contribuído para meu desenvolvimento profissional, porém, não é um processo linear, ele é constituído de muitas idas e vindas, devido à complexidade envolvida no processo educacional.

Ao assumir o papel de professor pesquisador, assumimos o compromisso de refletir sobre a nossa prática, superar nossas deficiências, reforçar os aspectos positivos e manter-nos aberto a novas ideias e estratégias, visando sempre melhorar este processo. Bortolini-Ricardo

(2008) ressalta que os professores devem ter postura mais proativa na produção de conhecimentos relacionados ao ensino. É saudável e necessário que o professor reflita sobre seu fazer docente e busque alternativas e soluções aos problemas de ensino encontrados no seu dia a dia. Schön (2000) afirma que essa reflexão demanda pesquisa, na qual o professor deve analisar a sua prática.

A preocupação com o ensino de Física não é recente e muito menos uma exclusividade brasileira, na literatura encontramos um número considerável de estudos e pesquisas que propõem alternativas para melhorar os processos de ensino e de aprendizagem, principalmente tentativas de tirar o aluno da passividade e torná-lo sujeito ativo na construção do conhecimento. Infelizmente, a disciplina de Física é considerada por muitos alunos difícil e incompreensível. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) esses rótulos são creditados à maneira como o ensino de Física tem sido realizado, ocorrendo, frequentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazio de significado.

Segundo Libâneo (2013, p.104) “o trabalho docente é uma atividade intencional, planejada conscientemente visando atingir objetivos de aprendizagem.”, acreditamos que cabe a nós, professores, buscar diferentes estratégias para que o ensino possa ser mais atrativo, significativo, efetivo e motivador. Por causa disso, decidimos nos dedicar com maior empenho à utilização de atividades experimentais, também chamadas de atividades práticas, a qual é uma estratégia frequentemente citada na literatura, por possuir características importantes e desejáveis para o desenvolvimento do ensino de Física. Laburú (2006, p.386) enfatiza que: “as atividades experimentais, quando embutidas de traços motivadores, contribuem de forma importante, ainda que parcial e temporária, para o objetivo de prender a atenção dos alunos”.

Muitos são os fatores e condições que podem gerar motivação nos alunos, alguns estudiosos (GUIMARÃES, 2001; MARTINEZ; HAERTEL, 1991; PINTRICH; SCHUNK, 1996; TAPIA; FITA, 2001) dividem a motivação em duas categorias conceituais: motivação intrínseca e extrínseca. A primeira está relacionada com fatores internos com a curiosidade e a vontade de aprender, a segunda relaciona-se aos resultados ou recompensas recebidas ao realizar a atividade. Para os processos de ensino e aprendizagem, ambas as motivações são importantes e complementares, pois, um trabalho que foi iniciado pela motivação intrínseca pode facilmente ser concluído graças à motivação extrínseca.

Como sugere Zabala (1998) é importante que saibamos avaliar as características dos alunos estabelecendo atividades que constituam desafios alcançáveis e depois lhes ofereçamos

a ajuda necessária para superá-los e ao final sejam feitas avaliações que contribuam para que cada um deles mantenha o interesse em seguir trabalhando. Segundo este autor:

Sem dúvida, é difícil conhecer os diferentes graus de conhecimento de cada menino e menina, identificar o desafio de que necessitam, saber que ajuda requerem e estabelecer a avaliação apropriada para cada um deles a fim de que se sintam estimulados a se esforçar em seu trabalho. Mas o fato de que custe não deve nos impedir de buscar meios ou formas de intervenção que, cada vez mais, nos permitam dar uma resposta adequada às necessidades pessoais de todos e cada um de nossos alunos. (ZABALA, 1998, p.36).

Em seu artigo, Borges (2002) credita às atividades práticas a possibilidade de propiciar ao estudante imagens vividas e memoráveis de fenômenos interessantes e importantes para a compreensão dos conceitos científicos. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais se destacam, também, a importância e a sugestão do uso de atividades experimentais nas aulas de Física.

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição de conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p.84).

A nova Base Nacional Comum Curricular, homologada em dezembro de 2018, também faz menção à importância de atividades experimentais para o Ensino de Ciências:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (Brasil, 2018; p. 552).

De acordo com os documentos oficiais citados, percebe-se a preocupação de que os alunos devem ter uma formação ampla e integral, abrangendo os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais (COLL et al., 1998). De modo geral, no ensino atual, a preocupação dos docentes está direcionada, quase totalmente, ao ensino dos conteúdos conceituais, sejam eles factuais, de conceitos ou de princípios. Ao afirmar a necessidade do ensino mais amplo, que considere além dos conteúdos conceituais os procedimentais e atitudinais, isso não representa uma redução da importância dos conteúdos tradicionais e sim

uma alteração no seu papel onipotente na educação. Ler, observar, calcular e classificar são alguns dos exemplos de conteúdos procedimentais, referem-se a um conjunto de ações ordenadas para atingir um objetivo (ZABALA, 1998). Os conteúdos atitudinais, englobam valores, atitudes e normas, assim a aprendizagem desse conteúdo está relacionada a reflexão da sua própria atuação.

Sendo assim, por buscarmos estratégias metodológicas mais adequadas para que os alunos compreendam os conteúdos, consigam relacioná-los com seu dia a dia e, principalmente sintam-se motivados para o estudo da disciplina de Física, nos parece bastante apropriado recorrer às atividades práticas, confiando que elas colaborem para despertar a curiosidade, o espírito crítico, a discussão e a colaboração entre pares. Para Borges (2002) é importante que o professor estruture as atividades de laboratório como investigações, a partir de problemas práticos mais abertos, para que os alunos possam trabalhar sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por generosas instruções verbais.

Entendemos, porém, que as atividades práticas devem ser pensadas, planejadas e estruturadas para atingirem, em maior grau possível, as finalidades propostas. Foi com esse intuito que voltamos nosso olhar para a utilização das atividades práticas como estratégia de ensino assim, nosso problema de pesquisa: *Quais os princípios de design necessários para proposição de atividades práticas que contribuam para motivação dos alunos proporcionando melhorias no processo de ensino de Física?*

Borges (2002) chama atenção a respeito da não utilização de aulas práticas tanto no nível Fundamental quanto no Ensino Médio, citando como uma das razões, a ausência de atividades já preparadas para o uso do professor. Em nossa revisão bibliográfica, realizada no periódico Revista Brasileira de Ensino de Física, da Sociedade Brasileira de Física, entre 2002 e 2017, dos 1273 artigos publicados, 138 estavam relacionados com atividades experimentais e, destes, apenas 17 diziam respeito exclusivamente ao Ensino Médio. Cabe ressaltar que nenhum artigo apresentou um estudo relacionando as atividades práticas com a motivação dos alunos.

Devido à carência, na nossa interpretação, de material didático que associassem esse recurso e o anseio por alternativas mais adequadas para as aulas que almejávamos desenvolver, aflorou o objetivo de elaborar atividades didáticas práticas que pudessem ser incorporadas à rotina da prática docente, com desígnio de estimular a motivação dos alunos na disciplina de Física.

Detalhando esse propósito, emergiram os seguintes objetivos específicos:

- Planejar o *design* e a construção de um conjunto de atividades didáticas, que além da função pedagógica buscam desenvolver a motivação dos alunos na disciplina de Física.
- Implementar o conjunto de atividades didáticas em um ambiente real de sala de aula.
- Analisar individualmente a implementação das atividades didáticas, possibilitando elencar os princípios de *design* que permitam aprimorá-las.
- Avaliar o conjunto de atividades práticas, a partir das concepções dos discentes em relação aos aspectos motivacionais desenvolvidos.

Diante do exposto e visando atingir os objetivos expressados, a pesquisa foi desenvolvida durante dois anos, em sete turmas diferentes de segundo ano do Ensino Médio, por meio da implementação de oito atividades práticas na disciplina de Física.

É oportuno ressaltar que, no decorrer do texto, algumas vezes entrará a voz do “eu” quando são expressas decisões, pensamentos e opiniões pessoais, que distam do “nós” fruto das reflexões e diálogos coletivos.

Nosso estudo será apresentado em cinco capítulos:

1 Introdução: onde apresentamos as considerações da autora, e as justificativas que deram origem do problema de pesquisa e dos objetivos a serem atingidos com este estudo.

2 Pressupostos Teóricos: buscando o aporte teórico, nesse capítulo elencamos alguns autores, que consideramos referências no que se refere à utilização das atividades experimentais e outras estratégias de ensino utilizadas nas aulas de física e a respeito da motivação, no sentido de construir um referencial que embase nossa pesquisa e abalize caminhos que possibilitem encaminhar possíveis soluções para a resolução do nosso problema.

3 Revisão da Literatura: apresentamos os resultados de uma pesquisa bibliográfica sobre os artigos que envolviam atividades experimentais, publicados entre 2002 e 2017 no periódico Revista Brasileira de Ensino de Física. Os objetivos desta pesquisa foram: conhecer, mapear e proporcionar um panorama dessas publicações. Os artigos destinados ao Ensino Médio foram alvo de um estudo adicional, verificando o grau de direcionamento¹ dado às atividades e ainda analisando se foi verificada alguma relação entre a realização destas e a motivação dos alunos. Por fim, classificamos os artigos quanto aos seus aspectos metodológicos: i) Função Didática: Atividades de Demonstração, Verificação e Investigação; ii) Desenvolvimento de conteúdos procedimentais; iii) Processo de construção do aparato

¹ Para analisar o grau de direcionamento das atividades, utilizaremos a classificação elaborada por Pella e Shermann (1969), Quadro 1, que será apresentada no capítulo 2.

experimental: ênfase no uso de tecnologia, de material de baixo custo ou na montagem de equipamentos. No estudo realizado, verificamos que a maioria das publicações se refere ao processo de construção e aperfeiçoamento de atividades experimentais. Por outro lado, também verificamos um crescimento expressivo do número de publicação na segunda metade do período considerado, evidenciando que os pesquisadores têm acreditado cada vez mais na importância e relevância dessas atividades nos processos de ensino e aprendizagem.

4 Desenvolvimento da Pesquisa: apresentamos a metodologia utilizada para a realização da pesquisa, apresentamos o universo da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e as estratégias para análise deles. Descrevemos a sistemática desenvolvida para realização da pesquisa, em seguida classificamos e discorremos sobre a implementação das atividades práticas no ano de 2017. Analisamos o questionário respondido pelos alunos, referente as oito atividades práticas desenvolvidas no ano de 2017. Esse questionário era composto por oito questões abertas, que buscava conhecer mais a fundo as opiniões dos estudantes referentes a realização das oito atividades práticas, utilizando a Análise de Conteúdo concebida por Bardin (2007).

Baseado nas análises, nas observações feitas durante a realização das atividades e nas anotações do Diário de Bordo, reelaboramos as oito atividades, e essas foram novamente implementadas no ano de 2018. Novamente discorremos sobre a classificação e implementação das atividades e as sugestões para a reelaboração das mesmas ou ainda alterações que podem ser implementadas para as próximas atividades no mesmo ano.

Uma análise individual de cada uma das oito atividades, baseada nas opiniões dos estudantes sobre qual a atividade que mais e menos gostaram, realizou-se um comparativo entre as atividades de 2017 e 2018, balizado pelas respostas dos alunos e por observações do Diário de Bordo.

Também foi investigado a Motivação e a Eficiência das diferentes Estratégias de Ensino, utilizadas pelos professores, na opinião dos estudantes de 2018.

5 Considerações finais: neste capítulo retomamos a trajetória percorrida, e com a análise das categorias finais oriundas dos questionários respondidos pelos estudantes, apresentamos os princípios de *design* que devem ser considerados na elaboração das atividades práticas, para que essas, além da sua função pedagógica, também fomentem a motivação dos estudantes para o estudo da disciplina de física.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo apresentamos uma breve explanação do aporte teórico que embasa nossa pesquisa, elencando alguns autores que consideramos ser os nossos referencias, apresentando suas principais contribuições em relação à motivação na aprendizagem e ao uso de atividades experimentais com finalidade didática. Pretendemos, dessa forma, construir um referencial teórico que embase nossa pesquisa e, ao mesmo tempo, norteie o processo de proposição e implementação de atividades práticas possibilitando a obtenção de alunos cada vez mais motivados para o estudo da disciplina de Física.

2.1 MOTIVAÇÃO

A motivação é o impulso interno que nos move a fazer algo, portanto sem a motivação para estudar dificilmente o aluno mobilizar-se-á para o aprendizado, pois, para aprender é necessário muito empenho, esforço e dedicação. Segundo Pozo e Crespo (2009), devemos conceber a motivação de forma mais complexa, não apenas como uma das causas dos problemas da aprendizagem, mas também como consequência. Assim, a motivação escolar é um assunto complexo, cheio de particularidades e dependente de vários fatores subjetivos.

Kobal (1996) profere que o aluno presente na escola, muitas vezes, se encontra alienado, sem interesse por esforçar-se na busca de resoluções que lhe tragam conhecimento efetivo, e, de forma inconsequente, fazendo apenas aquilo que lhe agrada no momento. A nós, professores cabe a missão de diversificar estratégias e buscar elementos que possam tirar o aluno da zona de conforto, motivando-o, desafiando-o e envolvendo-o nas atividades. Essa é uma árdua e complexa tarefa. Witter e Lomonaco (1984, p.43), nos chamam a atenção para a importância do professor ser e estar preocupado com a motivação dos alunos, reforçando que aquele é: "o principal responsável pelo arranjo de condições que motivem o aluno a aprender e tomem a própria aprendizagem de novas respostas suficientemente reforçadora para motivar a aprendizagem".

A motivação escolar é muito complexa e cheia de particularidades, pois em uma sala de aula temos geralmente 30 alunos, com desejos, anseios, objetivos e motivações completamente diferentes, assim, nem sempre o que é motivacional para um aluno é motivacional aos demais. Motivar para estudar não é apenas despertar a atenção dos alunos, mas, mantê-la o suficiente para que eles possam terminar a atividade. Laburú (2006) ressalta que a motivação para aprender necessita ser estimulada por diversas ações, sendo uma delas o

uso de atividades experimentais, mas, para isso, elas devem ter traços motivadores. Com a liberdade de cátedra o professor tem total autonomia e liberdade para inserir recursos motivacionais como objetivo de melhorar e fomentar os processos de ensino e aprendizagem.

A motivação escolar é um dos fatores mais importantes para a determinação daquilo que vai ser ou não aprendido. Está muito claro que um aluno não estuda e se dedica espontaneamente a um conteúdo que não lhe chame atenção, que não desperte o seu interesse, que não faça perceber a pertinência ou o seu significado. Segundo Moreira (1999) quando o conteúdo tem essas características ele acaba sendo aprendido de forma mecânica e abstrata.

Para Pintrich e Schunk (1996), a motivação deve ser analisada como um processo e não um produto, de modo que deveria ser observada apenas de forma indireta, a partir dos comportamentos dos indivíduos. Estes possuem sempre os seus objetivos específicos os quais orientam suas ações, estabelecendo aquilo que os atrai e o que pretendem evitar. Esta especificidade também está presente na ideia de Murray (1986), que afirma ser a motivação um fator interno que dá início, dirige e integra o comportamento de uma pessoa.

Com respeito a fatores psicológicos, Novak (1996) acredita que, se uma ação didática mobilizar o pensar, o agir e o sentir, ela possivelmente proporcionará uma aprendizagem expressiva. Quando entre o aluno e o professor existir afetividade e empatia, o processo de ensino e aprendizagem dar-se-á de maneira mais propícia. Se desejamos que o aprendente saia da passividade, demonstrando uma postura mais ativa, comprometida e mais envolvido no processo de construção do conhecimento, pensando e agindo durante a atividade, é necessário que esse aluno se sinta motivado a aprender.

Para compreendermos melhor a motivação para a aprendizagem é importante conhecer suas duas dimensões: intrínseca e extrínseca, apresentadas na literatura (GUIMARÃES, 2001; HARTEK, 1980; TAPIA; FITA, 2001; WITTER, G.P., LOMONACO, 1984; DECI; RYAN, 1985). A motivação intrínseca é aquela na qual a execução da tarefa é realizada com prazer, por motivação interna, por considerá-la interessante, atraente, envolvente ou ainda desafiadora. Decy e Ryan (1985) enfatizam que quando não somos motivados pelas consequências materiais de nossas ações, mas principalmente pelo prazer e significado que essas ações nos trazem, essa é a motivação intrínseca. Quando a execução da tarefa atrai o indivíduo de tal maneira que o deixa zelado tanto pela realização da mesma como pelo fato de realizá-la novamente, ou até outra tarefa semelhante, a posteriori, dizemos que esse indivíduo está motivado intrinsecamente. Laburú (2006) enfatiza que um indivíduo com esse tipo de motivação é propenso a realizar tarefas desafiadoras, onde ele pode dominar novas habilidades, mostrar sua autonomia e competência.

A motivação extrínseca é aquela que a tarefa é realizada para atingir a um outro propósito, geralmente envolve a expectativa de obtenção de recompensas, essas recompensas nem sempre são materiais, muitas vezes um elogio ou um *feedback* positivo do professor tem um efeito motivacional muito expressivo. No caso da aprendizagem, Witter e Lomonaco (1984) destacam que, na prática, estes dois tipos de motivação estão presentes, sendo importante lembrar que, muitos alunos que iniciaram a resolução de uma atividade motivados intrinsecamente, podem perder o interesse em etapas intermediárias, assim fatores relacionados a motivação extrínseca podem ter fator crucial no término da execução da tarefa. Estudos realizados por Kuclanski e Heckhausen (apud KOBAL, 1996) concluíram, que de modo geral, a motivação extrínseca não diminui a motivação intrínseca, pelo contrário ela a intensifica. Líbâneo (2013, p.95) enfatiza que na aprendizagem escolar “a motivação intrínseca precisa ser apoiada, muito frequentemente, na motivação extrínseca, a fim de manter de pé o interesse, a atenção e o envolvimento dos alunos no trabalho docente”.

Os autores da denominada Teoria da Autodeterminação (DECI; RYAN, 1985) identificaram três características ou processos cognitivos pelos quais fatores ambientais afetam e são determinantes para a motivação intrínseca. Eles as caracterizaram como necessidades básicas do ser humano: de competência, de autonomia e de vínculo ou relacionamento. De modo semelhante, Martinez e Haertel (1991) agrupam em três dimensões o interesse na aprendizagem de sujeitos intrinsecamente motivados: apelo cognitivo, apelo à maestria e apelo social. No contexto escolar, essas abordagens buscam relacionar os elementos presentes em alunos que se percebem como o centro de suas ações, ao invés daqueles que agem sob influências de agentes externos, quer por meio de pressões, quer por meio de recompensas.

Autores, como Deci (1972), afirmam que a necessidade de competência induz o indivíduo a buscar e conquistar desafios que são excelentes para suas capacidades, sendo que a conquista da competência vem da interação com os estímulos que o estão desafiando. As atividades desafiantes, para essas pessoas, devem ocorrer em um contexto em que se tem liberdade para fazer escolhas. Porém as tarefas não devem ser óbvias nem demasiadamente abstrusas, pois o nível crescente de desafio mantém o indivíduo motivado intrinsecamente.

A partir da análise de vários estudos referentes à motivação intrínseca, Laburú (2006) elenca quatro elementos que favorecem esse tipo de motivação em uma atividade: o desafio, a curiosidade, o controle e a fantasia. Segundo o autor, o ideal é envolver os quatro elementos na elaboração de um recurso didático, seja ele uma atividade experimental ou não.

Em função dessas contribuições, parece óbvio que devemos desafiar nossos alunos, porém esse desafio deve ser algo atingível, não óbvio e nem algo inatingível. Se o aluno não consegue resolver o problema, ou atingir o objetivo proposto, ele será tomado por uma frustração e sensação de fracasso que poderão deixá-lo incrédulo no seu potencial e sentir-se incapaz de começar a resolver o próximo problema. Da mesma maneira se o problema for óbvio demais o aluno pode achar que sua capacidade está sendo subestimada e que não vale a pena resolver algo tão simples. Portanto, as atividades devem começar com um grau pequeno de desafio, e esse deve ser elevado gradativamente. Pozo e Crespo (2009) enfatizam que uma forma de aumentar a motivação dos alunos é aumentar a expectativa de êxito nas tarefas, sendo assim, cabe a nós professores adequarmos as tarefas aos níveis de disposição e capacidade dos alunos.

A curiosidade é uma característica inata, que provoca a investigação, a observação, a exploração promovendo o aprendizado. Devemos formular questões e perguntas que direcionam o aluno na busca por respostas, seja pesquisando ou resolvendo uma atividade. Quando apresentamos uma atividade com resultado intrigante ou não trivial, ela desperta no aluno uma motivação pela busca de respostas ou explicações.

Os alunos sentem-se motivados com a sensação de poder decidir, de criar seus rumos e orientações, de propor resoluções, sugerir possibilidades e levantar hipóteses, portanto, quando proporcionamos atividades com um roteiro pouco direcionado, ou seja, que não indique o passo a passo a ser seguido pelos estudantes, estamos dando-lhes o controle da situação e, principalmente, o recado de que ele é capaz de realizar a tarefa.

A fantasia e o lúdico têm papel crucial para motivar os alunos, são situações que dificilmente ocorrem em situações cotidianas, e, por isso, despertam interesse e certamente serão marcantes na vida do estudante, relacionando a aprendizagem com a situação vivenciada. White (1996) salienta que eventos vividos e raros não são esquecidos.

Quando focalizamos nosso olhar na motivação dos alunos, devemos lembrar que os alunos são muitos, assim como suas motivações. Bacas e Martíns-Días (1992) classificaram os alunos segundo a sua motivação em quatro categorias: a) Aluno curioso, que prefere seguir sua própria iniciativa, investigar, descobrir e trabalhar de forma prática. b) Aluno consciencioso, que prefere instruções claras, ensino tradicional e realizar as avaliações propostas pelo professor. c) Aluno sociável, que prefere a possibilidade de ter a iniciativa, o ensino por descoberta e fazer trabalhos práticos em pequenos grupos. d) Aluno que busca o êxito, que é competitivo e que gosta de aprender por descobertas e seguir sua própria iniciativa.

Em nossas salas de aula encontramos alunos com esses diferentes perfis dividindo o mesmo ambiente, ao mesmo tempo. Esse fato intensifica o desafio e mostra a necessidade de conseguir diversificar nossas estratégias de ensino para motivarmos o maior número possível de alunos. Infelizmente, em função do processo de massificação do ensino que ocorre no Brasil, não estamos criticando o crescente acesso ao ensino e sim as turmas com elevado números de alunos, como em outros países, torna-se bastante difícil a possibilidade de adoção de meios mais individualizados. Além disso, como percebemos, para alunos com menor interesse acadêmico, os métodos de ensino tradicionais não funcionam muito bem. Por isso, a adoção de estratégias motivadoras é cada vez mais necessária para que os professores cumpram um papel mais eficiente no processo de formação integral de todos os alunos.

Muitos trabalhos e diferentes abordagens têm sido apresentados, como frutos de intenso trabalho realizado por pesquisadores preocupados em melhorar a sua prática. Em muitos deles se verifica o caráter de centralidade que deve ser ocupado pelo aluno, situação em que o ser aprendente participa intensamente do processo de ensino, ou, como se refere muitas vezes, participa como protagonista desse processo de construção do conhecimento. Neste nosso estudo estamos preocupados com este viés do processo de ensino: o de promover situações de aprendizagem em estreita conexão com os interesses dos alunos, realizando em etapas sucessivas, um processo de retroalimentação, baseado na percepção dos mesmos frente às atividades desenvolvidas.

2.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A importância das atividades experimentais se tornou evidente a partir da década de 60, com o surgimento de vários projetos internacionais e nacionais visando a reestruturação dos currículos da disciplina de Física. Em meio à guerra fria, os Estados Unidos da América, viram-se ultrapassados tecnologicamente pela União Soviética, o que ficou notório após o lançamento do satélite “Sputnik I” (OLIVEIRA; QUERER; BA, 2016). Tentando modificar esse cenário, o país passou a investir maciçamente em educação e tecnologia, surgindo assim o Physical Science Study Committee (PSSC), buscando despertar o interesse dos jovens para área da Física, através de um ensino mais experimental. O projeto, criado em 1956, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) foi apresentado como uma proposta de abordar os conteúdos físicos de uma maneira menos abstrata que os livros da época, dando ênfase aos conceitos em detrimento às costumeiras resoluções matemáticas e buscando dar suporte ao professor na parte teórica e experimental.

Em 1962 o PSSC chegou ao Brasil por meio do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura em parceria com a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO).

Gerald Holton, professor de Harvard, apresenta um texto que discorre sobre o surgimento do Harvard Project Physics, posteriormente denominado Project Physics Course (HOLTON, 2003), do qual foi um dos mentores e que foi estruturado e reelaborado entre os anos de 1962 a 1972. Nos livros didáticos produzidos no âmbito deste projeto, os autores apresentam experimentos e discutem a Física presente nos experimentos propostos. No final de cada capítulo, foi incluído um guia de estudo. Contém, ainda, uma lista de todos os experimentos, atividades e artigos de leitores que se aplicam ao capítulo. Infelizmente, após o ano de 1973, o projeto sofreu drásticos cortes orçamentários, o que afetou principalmente a capacitação dos professores para adotar o projeto. Utilizado principalmente durante a década de 1970, esse desenvolvimento, por centrar o protagonismo no aluno, com uma grande quantidade de atividades práticas e um foco na alfabetização, atenderia às metas estabelecidas pela maioria dos distritos escolares hoje. O Project Physics Course representou um marco importante, alterando o modo como todos os futuros currículos científicos seriam desenvolvidos a partir de então. Sua aplicabilidade até hoje é um testemunho da dedicação dos autores no campo do ensino da Física.

No Brasil, o Projeto de Ensino de Física (PEF) (IFUSP, 1980, p.12), elaborado no Departamento de Física Experimental do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, foi publicado em 1980, com o objetivo de facilitar o aprendizado de Física no antigo Segundo Grau, de modo a: “levar o aluno a conhecer alguns fenômenos e conceitos de Física, a fim de que possa operar com esses conceitos, resolver problemas e realizar experiências simples”. A coleção era composta de quatro fascículos e três conjuntos experimentais.

A relevância de tais projetos é ressaltada por diversos autores, entre eles, Pinho (2000) destaca:

O período ou, como denominamos, a “era” dos projetos, foi extremamente fértil e, sob certos aspectos, poderia, guardadas as proporções, ser equiparada a uma “revolução industrial”. A dinâmica organizacional e didática que envolveu a elaboração desses projetos foi revolucionária frente ao que já se tinha feito em relação a propostas educacionais na área de ciências. A disseminação desses projetos nos mais diferentes países, com suas abordagens metodológicas quebrando a estrutura monolítica dos antigos textos escolares, encontrou eco junto aos professores. Por conseguinte, promoveu um incentivo enorme às investigações em ensino, estimulando um maior número de profissionais a se dedicarem a ela. (DE PINHO ALVES FILHO, 2000, p.34).

De qualquer forma, o destaque que as atividades experimentais receberam, a partir da implantação de tais projetos, alterou de forma significativa o modo como a disciplina de Física passou a ser ministrada, com o laboratório assumindo um papel de maior relevância e a experimentação passando a integrar diversos currículos em diferentes países.

Pinho (2000) argumenta que dificilmente se encontra um professor de Física que negue a necessidade do Laboratório de Física, porém, isso não significa que ele o utilize em suas aulas, indicando uma falta de ressonância entre o discurso e a prática pedagógica. Rosa (2011) destaca que as atividades experimentais, são consideradas, cruciais para a construção dos conhecimentos científicos e, ainda, embasada nas opiniões de diversos especialistas, que elas colaboram na construção dos conhecimentos. Em contrapartida, ela mesma questiona por que as atividades experimentais pouco têm contribuído para atenuar as dificuldades dos alunos perante o ensino de Física. Borges (2002) alude que professores de ciências de diferentes níveis, em geral, acreditam que introduzir aulas práticas melhorará o ensino, porém, apesar de muitas escolas possuírem laboratórios didáticos, esses raramente são utilizados. A explicação para a dissonância entre o discurso e a prática pode ocorrer devido a vários fatores como a falta de recurso para a aquisição de equipamentos e/ou peças de reposição, a falta de tempo para planejar e realizar as atividades, carência de material de apoio ou roteiros que possam ser utilizados.

Para Hofstein e Lunetta (2003) a riqueza da implementação de atividades experimentais com enfoque fenomenológico, no ensino de Física, consiste em proporcionar a aprendizagem ativa, motivar, possibilitar o trabalho em grupo, desenvolver a comunicação, a argumentação e o raciocínio lógico. Carrascosa e colaboradores (2006) enfatizam que as atividades experimentais suscitam discussões, requerem reflexão, proporcionam a elaboração de hipóteses, despertam a curiosidade e o espírito crítico, oportunizam a análise dos resultados e uma melhor relação entre o conteúdo estudado e o cotidiano.

Muitos estudiosos (DE PINHO ALVES FILHO, 2000; ARAÚJO e ABIB, 2003) entendem que a atividade prática é uma estratégia de ensino com qualidades variadas capaz de favorecer uma aprendizagem significativa, quando explorado de forma a propiciar momentos de reflexão e generalização, desenvolvendo no aluno a capacidade de elaborar novos conhecimentos, conceitos e significados, ou seja, colaboram para uma reestruturação conceitual.

Para Hodson (1998), o trabalho de laboratório pode ser conduzido visando vários objetivos e estilos diversificados. Desse modo, para atingir diferentes finalidades, existem vários tipos de atividades que podem ser desenvolvidas. Dentre esses diferentes enfoques,

com suas diferentes propostas de utilização e objetivos, podemos citar o trabalho de Pella e Shermann (1969). O Quadro 1, proposto por estes autores, apresenta o que eles denominaram os graus de liberdade intelectual do aluno em aulas nas quais o laboratório é utilizado. Esses graus de liberdade referem-se ao problema a ser resolvido, às hipóteses necessárias para a resolução da atividade, o plano de trabalho que os alunos deverão executar, os métodos e sistemas para obtenção de dados e a conclusão da atividade.

Quadro 1: Relação entre o grau de liberdade e as atribuições do professor (P) aluno (A) em aulas de laboratório.

Grau	I	II	III	IV	V
Problemas	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Fonte: (PELLA; SHERMANN, 1969).

Na proposta de Pella e Shermann, o Grau I é conhecido como “receita de bolo”, onde o aluno deve seguir todos os passos estipulados no roteiro e só tem a liberdade para obter os dados. O Grau II é caracterizado por dar aos alunos a liberdade de obter os dados e, a partir desses, tirar suas conclusões. Apesar de parecer óbvio, isso nem sempre é fácil, pois necessita de uma mudança estrutural na proposição dos problemas. No Grau III o aluno é convidado a elaborar o plano de trabalho para a obtenção de seus dados que levarão às conclusões. No Grau IV os alunos recebem apenas o problema e terão que levantar hipóteses, fazer plano de trabalho, obter os dados e chegar a uma conclusão. Já no Grau V, o problema, as hipóteses, o plano de trabalho, o levantamento dos dados e a conclusão da atividade devem ser propostos pelos alunos.

O trabalho de Pella e Shermann foi importante no sentido de proporcionar uma reflexão sobre o objetivo e a metodologia apropriada, para cada atividade a ser realizada com os alunos. Ele inspirou outros estudos e outras classificações posteriores foram propostas com base no seu modelo. Além disso, ele induz uma reflexão prévia por parte do professor, que acaba por tentar encaixar a sua proposta de atividade dentro dos critérios estabelecido por esses autores, propiciando, assim, um planejamento mais cuidadoso do trabalho a ser realizado. Por outro lado, o conceito de grau de liberdade, introduzido por eles, representa um objeto de análise importante na avaliação da eficácia das atividades práticas, sendo passível

de se verificar de que modo ele interfere na motivação dos estudantes ao realizarem determinada atividade prática.

De acordo com Campos e Nigro (1999) as atividades experimentais podem ser classificadas em quatro diferentes classes: i. Demonstração, que são as atividades realizadas pelo professor e ao aluno cabe a função de mero expectador; ii. Experimentos ilustrativos, os quais podem ser realizados pelos estudantes, mas sua finalidade é apenas elucidar algum fenômeno; iii. Experimentos descritivos, que também podem ser realizados pelos alunos e a função é apresentar e delinear coisas ou fenômenos; e iv. Experimentos investigativos, onde o aluno deve construir hipóteses, estratégias de resolução, analisar e concluir o experimento. Nesta abordagem, cabe ao professor a tarefa de elaborar a atividade mais adequada ao propósito, conforme seus objetivos, materiais disponíveis e o protagonismo a ser seguido pelos alunos.

No que se refere à escolha do tipo de atividade prática a ser proposto aos alunos, alguns autores destacam a importância de uma análise prévia de determinadas condições a serem avaliadas pelos professores. Ribeiro e colaboradores (1997) consideram que as deficiências formativas dos alunos implicam na necessidade de uso da experimentação baseada em um modelo estruturado nas etapas iniciais, e, somente em etapa posterior, quando os alunos já estão familiarizados com o laboratório, poderiam ser utilizadas abordagens não estruturadas.

Por outro lado, as atividades práticas podem ser planejadas para contemplar destrezas ou habilidades específicas. Nesse sentido, como nos mostra Zabala (1998), a aprendizagem de conteúdos procedimentais se dá a partir de modelos especializados, tendo a realização das ações que compõe o procedimento ou a estratégia como ponto de partida. Segundo o autor, é necessário que as ações inerentes a esses conteúdos sejam executadas tantas vezes quantas forem necessárias, até que seja suficiente para dominá-los. Não se trata apenas de repetir-se um exercício a exaustão, mas de realizar-se um processo de reflexão sobre a atividade desenvolvida, tendo-se um conhecimento significativo dos conteúdos conceituais associados ao conteúdo procedimental que se deseja exercitar.

Soares e Borges (2010) enfatizam que devemos utilizar as atividades experimentais de maneira mais criativa e eficiente, para que elas possam ajudar a atenuar os problemas no ensino de Física. Para os alunos do Ensino Médio as atividades podem proporcionar as abstrações sobre os conteúdos estudados, também observarem de forma direta os fenômenos físicos, assim resolvendo problemas utilizando sua abstração.

Nascimento e Villani (2003) evidenciam a importância do planejamento das atividades experimentais e dos dados empíricos nos laboratórios didáticos de ciências como mediador de significado, indicando que o laboratório didático deve ser adequadamente utilizado no processo de ensino de Física.

Com base nas premissas e nos argumentos apresentados pelos diferentes autores mencionados acima, torna-se evidente a necessidade e a importância do planejamento das atividades práticas por parte do professor quando da utilização desse tipo de estratégia.

Na literatura a discussão sobre o uso de atividades experimentais e seus benefícios para o ensino é ampla. Em seu espectro encontram-se os que defendem vigorosamente o uso das atividades e os que chamam a atenção para alguns pontos cruciais que devem ser analisados com cuidado para que o mais importante do trabalho não seja perdido. Encontramos, também, em nossa interação com outros profissionais da área, colegas que fazem algumas ressalvas e questionam a sua eficiência. Além disso, percebemos que são diversos também os estilos de atividades experimentais que podem ser utilizados.

Queremos deixar clara a nossa posição favorável à utilização das atividades práticas e que entendemos que elas são essenciais no contexto do ensino da disciplina de Física no Ensino Médio. Apesar das dificuldades inerentes na formulação e desenvolvimento das atividades acreditamos que o saldo é bastante positivo e os resultados são muito animadores. Também aproveitamos o momento para situar o leitor sobre o formato das atividades experimentais que estamos implementando.

As aqui chamadas de atividades práticas são atividades realizadas no Laboratório de Física da escola, o qual encontra-se em um espaço físico próprio e conta com a infraestrutura necessária para o desenvolvimento das atividades. As aulas práticas são realizadas nos períodos regulares da disciplina de Física, sendo constituído, no segundo ano do Ensino Médio, por três horas semanais. As atividades ocorrem sempre após a explanação teórica referente aos assuntos abordados e são precedidas da entrega de um roteiro específico, o qual pode estar relacionado a diferentes níveis de abertura ou de direcionamento, os graus de liberdade intelectuais introduzidos por Pella e Shermann (1969). Desse modo, eles podem ser mais fechados, onde o direcionamento do desenvolvimento é fornecido, ou ter um nível maior de abertura podendo conter apenas o objetivo a ser alcançado.

Convém esclarecer que os roteiros em alguns momentos serão chamados de roteiros/relatórios, essa denominação será utilizada quando estamos nos referindo ao material respondido e entregue pelos estudantes.

2.3 DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ENSINO UTILIZADAS NAS AULAS DE FÍSICA

Não é demais ressaltar que, além das atividades práticas, diversas estratégias de ensino foram utilizadas nas aulas de Física durante o período compreendido pela pesquisa, inclusive com a atuação, nas mesmas turmas, de dois diferentes professores. Para referência futura vamos descrever brevemente as mais utilizadas procurando caracterizar, cada uma, dentro dos nossos referenciais.

Inicialmente queremos justificar a própria adoção do termo “estratégias de ensino” que optamos por utilizar ao longo do trabalho.

Segundo Libâneo (2013, p.167) “métodos de ensino são as ações do professor pelas quais se organizam as atividades de ensino e dos alunos para atingir objetivos do trabalho docente em relação a um conteúdo específico.” Para Bordenave e Pereira (1998), a expressão “atividades de ensino” incluía os termos: métodos, técnicas, meios, procedimentos e instrumentos de ensino.

Para Zabala (1998), o processo de avaliação da intervenção pedagógica deve ser realizado dinamicamente a partir de um modelo de percepção da realidade da aula, vinculando o planejamento, a aplicação e avaliação. Nesta visão processual da prática, as atividades concentram a maioria das variáveis educativas que intervêm na aula, podendo assumir diferentes valores umas em relações às outras, a critério do professor. As sequências de atividades ou sequências didáticas seriam “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Estas sequências permitem explicitar a função de cada uma das atividades na construção do conhecimento e podem se utilizar de diversos materiais curriculares e recursos didáticos, com diferentes papéis e importância nas diferentes formas de intervenção.

De acordo com Anastasiou e Alves (2004, p. 70), as estratégias de ensino são o meio pelo qual se aplicam meios, modos, jeitos e formas de evidenciar o pensamento, respeitando as condições favoráveis para executar ou fazer algo. Elas visam a consecução de objetivos, devendo-se ter clareza sobre onde se pretende chegar, de forma que os objetivos que norteiam o processo de ensino devem estar claros para os professores e para os alunos. Para esses autores, o conhecimento do aluno é essencial para a escolha da estratégia.

A partir dessas citações queremos enfatizar que a adoção da denominação “estratégias de ensino” foi pessoal e baseada no que compreendemos ser a mais apropriada, no nosso contexto, para englobar os diferentes métodos de ensino ou atividades de ensino utilizadas nas

aulas de Física, porém, como entendemos que as diferenças são bastante sutis, poderíamos adotar uma ou outra denominação sem prejuízo para a nossa análise.

No livro de Bordenave e Pereira (1998), escrito no final da década de 70, esses autores caracterizavam um professor “moderno” como aquele que tinha a escolha adequada das atividades de ensino como uma etapa importante de sua profissão. O professor “tradicional”, por sua vez, utilizava-se unicamente da exposição oral ou preleção, sem “perder tempo procurando alternativas”.

Desta forma, é necessário caracterizar um modelo não tradicional de ensino e como deve ser realizado para que não tenha características não desejadas. Inicialmente deve ser enfatizado que entendemos que não se deve confundir modelo educativo tradicional com aula expositiva, ou melhor, não com toda aula expositiva. O que costumamos designar aula expositiva dialogada (ANASTASIOU; ALVES, 2004. p.79) é uma exposição do conhecimento, com a participação ativa dos estudantes, cujo conhecimento prévio deve ser considerado e pode ser tomado como ponto de partida. Neste modelo o professor leva os estudantes a questionarem, interpretarem e discutirem o objeto de estudo, a partir do reconhecimento e do confronto com a realidade.

Com este sentido, a aula expositiva dialogada (ANASTASIOU; ALVES, 2004) é uma estratégia de ensino ou intervenção pedagógica com adequada aplicabilidade, sobretudo em relação ao ensino de conteúdos factuais e conceituais em que estão em jogo atividades que visam, sobretudo, informar. Neste contexto, são úteis os recursos de suporte que podem contribuir para a explicação, como o quadro branco, o livro didático e os meios audiovisuais. Além disso, mais do que tolerada, a participação efetiva do aluno é estimulada e valorizada: suas contribuições são sempre respeitadas, analisadas e contextualizadas. Propicia-se um clima de cordialidade, parceria e intensa troca.

Em outra abordagem inovadora, pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de situar a utilização de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) na educação. Fiolhais e Trindade (2003) destacam o desenvolvimento de novas gerações de computadores e de dispositivos de comunicação que, além das suas magníficas qualidades gráficas, têm a grande vantagem da portabilidade. Esses meios tecnológicos oferecem novas perspectivas educacionais que devem ser desenvolvidas e avaliadas. Em seu estudo, esses autores destacam a inserção das TIC e dos computadores no ensino de ciências e da Física, especialmente, nas seguintes situações: aquisição de dados por computador, modelagem e simulação, multimídia, realidade virtual e internet.

Estudos importantes têm sido realizados no sentido de avaliar as possibilidades de utilização de cenários educacionais informatizados, ou mais conhecidos como ambientes virtuais de aprendizagem, como alternativas estratégicas de uso de produtos da tecnologia informática para o desenvolvimento de processos cognitivos (SANTOS, 2002). Nessa abordagem, indica-se que aos educadores cabe o papel de propiciar estes cenários, onde as informações sejam qualificadas, transformando-as em conhecimento, ao mesmo tempo que possibilitem gerar aprendizagem a partir das interações.

Para Medeiros e Medeiros (2002), as simulações na forma de modelagens de objetos ou fenômenos podem ser bastante úteis quando a experiência original não pode ser reproduzida pelos estudantes seja por razões de custos, por serem perigosas, por envolverem fenômenos muito lentos ou demasiadamente rápidos, entre outros motivos. Elas também permitem a situação seja repetida quantas vezes forem necessárias, podendo envolver muitas variáveis. Por estes motivos têm sido bastante estimuladas em trabalhos desenvolvidos na literatura nas últimas décadas, porém, como apontam os autores, sua utilização deve ser realizada de maneira refletida, equilibrada e nunca exclusiva.

Entre as possibilidades existentes, utilizamos as Simulações Interativas do Projeto PhET (2019) da Universidade de Colorado (EUA), onde são criadas simulações interativas de matemática e ciências. Como indicam os responsáveis pelo projeto, elas foram desenvolvidas para serem divertidas e buscam envolver os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta. Podem ser executadas *on-line* ou copiadas para os computadores dos usuários e têm código aberto, permitindo que estes recursos sejam livres para estudantes e professores. Os estudantes ao utilizarem as ferramentas, recebem *feedback* em tempo real podendo analisar as variações nos parâmetros e investigar os seus efeitos nos fenômenos estudados.

Finalmente, uma outra opção de estratégia de ensino, amplamente utilizada por professores de ciências e matemática é a de Resolução de Problemas. Em um cenário mais amplo esta estratégia é reconhecida como um desafio educacional e, em diversos países, gerou ações direcionadas em nível de currículo.

Como nos relatam Echeverría e Pozo (1998), a aprendizagem da resolução de problemas, enquanto objetivo educacional, tem sido vista como uma forma de motivar o aluno a propor-se problemas constantemente e a procurar as respostas como forma de aprender. Para tanto, os problemas precisam ser abertos, diferentes uns dos outros e imprevisíveis, de modo que o aluno possa recorrer à sua bagagem de conceitos e procedimentos. As atividades

propostas devem implicar um processo de reflexão, de planejamento e tomada de decisão, estabelecendo-se uma verdadeira estratégia de solução de problemas.

Nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática os problemas apresentam-se melhor definidos e estruturados permitindo um melhor direcionamento no sentido de identificar os passos necessários para a sua solução. Neste caso é possível desenvolver estratégias relacionadas à solução de problemas específicos de modo que os alunos consigam aplicar essas técnicas nos momentos oportunos, aumentando a compreensão dos conteúdos estudados. Uma motivação natural no estudo de problemas físicos é que eles derivam de situações que podem representar o cotidiano das pessoas, estando ligados ao “mundo real”. Dessa forma, pode-se lançar mão da grande significação da matemática que é a de fornecer respostas objetivas a problemas e fornecer conhecimentos com relação às situações vividas pelos alunos. De acordo com Hestenes (2008) o ensino da Física deve desenvolver habilidades de modelagem dos estudantes para dar sentido à sua própria experiência física.

A importância do desenvolvimento de técnicas de resolução está na própria definição de problema elaborada por Echeverría e Pozo (1998). Segundo eles um problema é uma situação que um indivíduo ou grupo quer e precisa resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução. Quando a prática levar a uma solução direta e eficaz, ou quando se tenha adquirido habilidade suficiente para, com um reduzido esforço mental, conseguir realizar a tarefa e a solução puder ser aplicada de forma rotineira, então o problema terá se reduzido a um exercício. Mesmo assim, quando se trata de conhecimento escolar, é sempre importante exercitar as habilidades adquiridas, principalmente porque a partir disso é possível avançar para estágios superiores de resolução de problemas por meio de analogia, generalização e indução.

Nesse sentido, as aulas dedicadas à resolução de problemas/exercícios devem ser planejadas, orientadas e executadas a partir de certos princípios que lhes forneçam a adequada eficiência e a aceitação necessária por parte dos alunos. Uma vez que entendemos que a habilidade de resolução é, em geral, efeito de muita prática, e pode ser treinada, é necessário que sejam submetidos à realização de muitos problemas/exercícios nessa área, sem que isso se torne maçante. Como cada um possui um ritmo e uma bagagem com uma disponibilidade de conhecimentos conceituais diferentes, é necessário que o trabalho e as atividades propostas permitam diferentes situações, para que possa servir para todos de forma a contemplar as mais variadas expectativas em relação à aula e às atividades.

As aulas de resolução de problemas/exercícios são uma boa oportunidade para proporcionar o trabalho em pequenos grupos, aproveitando e verificando o bom desempenho de alguns e as

limitações de outros, permitindo e propiciando a interação, fomentando e desenvolvendo o discurso e a capacidade de fornecer explicações adequadas sobre as tarefas em execução. Alguns têm uma capacidade maior para reconhecer e manipular as informações presentes nos problemas, uma vez que dispõem e conseguem ativar rapidamente conhecimentos prévios relativos aos assuntos. Muitas vezes se percebe que a tarefa não é realizada devido a um déficit conceitual. Por isso consideramos importante que durante essas atividades o professor possa realizar um aumento gradativo da quantidade de informações, revendo conceitos e realizando correlações, permitindo que eles possam atuar produzindo reestruturações e a partir desse processamento, resolvendo o problema utilizando seus próprios recursos cognitivos. O que se espera é que, em determinado momento eles tenham suficientes conhecimentos prévios e habilidades para converter os problemas em exercícios. Além disso, devem conseguir reconhecer um problema novo, que precisa de uma técnica ou um caminho diferente para ser.

3 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Neste capítulo apresentaremos o resultado de uma revisão bibliográfica realizada em relação às publicações atinentes às atividades experimentais de Física com objetivos didáticos. Nosso estudo pretendeu apreciar os trabalhos publicados sobre este tema, possibilitando uma visão ampla de modo a analisar o status dessa temática entre os pesquisadores da área e situar as diferentes abordagens das atividades práticas em um periódico que se constitui em uma vitrine para os trabalhos científicos em Ensino de Física.

Focamos na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), da Sociedade Brasileira de Física, a qual possui reconhecimento nacional e internacional para trabalhos na área de interesse. Além do notório apreço que os pesquisadores, professores, estudantes de graduação e pós-graduação em Física têm por este periódico, dada a sua história e o comprometimento com o ensino e a pesquisa sobre temas relevantes para o desenvolvimento da área, ela constitui-se em um elemento agregador dos profissionais voltados para o ensino de Física, além disso, ela permite fácil acesso (disponibilizado gratuitamente on-line) abrangendo um público relativamente grande, no Brasil e também em outros países.

3.1 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – PANORAMA GERAL E ARTIGOS DE REVISÃO

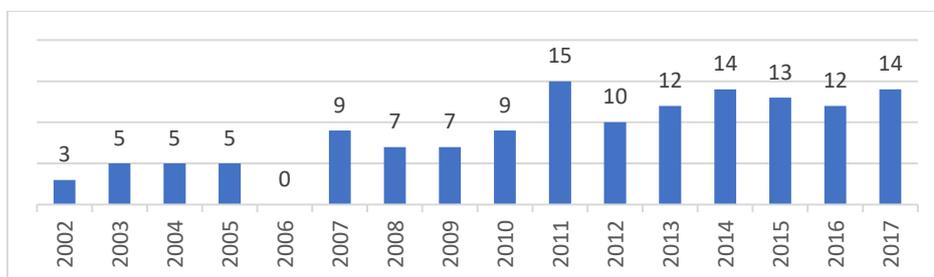
Para a nossa análise, nos detivemos em um período de dezesseis anos, compreendido entre 2002 e 2017, abarcando os volumes publicados trimestralmente pela revista. Inicialmente, realizamos uma busca manual identificando os artigos publicados entre os números 24 e 39 (cada número com 4 volumes), relativamente às atividades experimentais.

Após uma leitura explanatória dos 1273 artigos publicados, a partir de seu título e resumo, verificamos que 138 artigos, aproximadamente 10,8% do total, estavam relacionados com atividades experimentais.

No Gráfico 1 é possível verificar um acréscimo significativo de mais de cem por cento nas publicações dos oito anos finais, comparados com o mesmo período inicial. Uma das possíveis causas desse aumento expressivo é a preocupação dos professores em variar as estratégias de ensino, para motivar os alunos ao ensino de Física, o que corrobora com Shulman e Tamir (1988) que ao justificarem a importância do uso do laboratório no ensino de ciências enumera alguns benefícios, entre eles está despertar e manter interesse, atitude, satisfação, mente aberta e curiosidade na ciência. Segundo (BORGES, 2002), o ensino prático

tem ganhado importância e prestígio devido a popularização das ideias progressistas ou desenvolvimentistas no pensamento educacional.

Gráfico 1 – Número de artigos sobre atividades experimentais publicados na RBEF entre 2002 e 2017.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com base em uma primeira leitura explanatória dessas obras (GIL, 2017) as mesmas foram classificadas quanto à sua temática e nível escolar ao qual se destinam. O Quadro 2 apresenta a distribuição geral dos artigos selecionados em relação a esses quesitos. Chamamos atenção a grande disparidade quanto ao nível de ensino, com evidente concentração no ensino superior.

Apesar de encontrarmos artigos em todas as áreas da Física, verifica-se uma grande incidência em algumas áreas de estudo. As áreas do conhecimento com maior número de publicações são: Mecânica, Eletromagnetismo e Óptica. Essas três áreas juntas correspondem a 53,6% de todas as publicações do período analisado.

Outro resultado evidente é que a ampla maioria dos artigos publicados, 81,2%, são destinados ao Ensino Superior, enquanto apenas 12,3% são destinados ao Ensino Médio. Quando observamos o número de publicações direcionadas ao Ensino Fundamental, vemos que esse número cai ainda mais, identificando-se apenas uma publicação, o que corresponde a 0,7% das publicações.

Cabe ressaltar que dois artigos publicados nesse período não são passíveis de serem classificados de acordo com os critérios que adotaremos para os demais, por este motivo estes serão analisados separadamente. Eles são artigos de revisão, semelhantes ao que realizamos, e que apresentam estudos sobre publicações realizadas com respeito às atividades experimentais. Por este motivo nós os consideramos como bastante relevantes para o nosso trabalho já que ajudam a elucidar o panorama sobre as publicações, além do que, por

ocorrerem em períodos diferentes, fornecem excelentes parâmetros de comparação. Vamos discorrer brevemente sobre eles.

Quadro 2 – Classificação dos artigos sobre atividades experimentais, por nível de escolaridade e temática, publicados na RBEF entre 2002 e 2017.

	Ensino Fundamental	Ensino Médio	Ensino Superior	Formação de Professores	Total
Mecânica		6	22		28
Óptica		7	15		23
Acústica		1	3		4
Eletromagnetismo		1	25		26
Física Moderna			11		11
Calorimetria			9		9
Hidrodinâmica	1		6		7
Gases			2		2
Astronomia				1	1
Ondulatória			11		11
Multitemático		2	7		9
Revisão ou Fundamentação Teórica	7				7
Total por nível	1	17	112	1	138

Fonte: Elaborado pela autora.

Em um trabalho de revisão Abib e Araújo (2003) publicaram os resultados de um estudo realizado com 106 artigos referentes a publicações sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino, analisando os trabalhos publicados entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física e também no Caderno Catarinense de Ensino de Física. No referido trabalho os artigos foram classificados em relação às áreas temáticas, revelando que as áreas mais privilegiadas foram as de Mecânica, Eletromagnetismo e Óptica e as menos abordadas foram as de Calorimetria, Gases, Ondulatória, Hidrodinâmica e Astronomia. O grau de concentração das atividades experimentais nas áreas do conhecimento também foi verificado, de modo que as três primeiras somavam juntas 74,0% do total de artigos. O trabalho mostrou que sobre a temática Acústica, no período compreendido entre 1992 e 2001, não foi abordado em nenhum artigo. Os autores também realizaram uma análise

dos artigos classificando-os quanto aos diferentes aspectos metodológicos relacionados às atividades experimentais, nas seguintes classes: a) Ênfase matemática, diferenciando-os em qualitativo e quantitativo; b) Grau de direcionamento, em que foram relacionados como de demonstração, de verificação ou de investigação, os que propõem atividades com maior afinidade com o ensino tradicional ou com um método investigativo de abordagem construtivista; c) Uso de novas tecnologias; d) Cotidiano; e) Montagem de equipamentos.

Em que pese a semelhança das duas pesquisas em relação à concentração dos trabalhos nas mesmas áreas do conhecimento, alguns resultados mostram algumas diferenças. No trabalho de Araújo e Abib (2003) a temática Acústica não foi contemplada em nenhum artigo, já na pesquisa atual esteve presente em cinco artigos. No que se refere à temática Formação de Professores, aqueles autores registraram a presença de 14 artigos, correspondendo a 13,2% dos artigos publicados, enquanto na nossa análise encontramos apenas um artigo sobre o tema, correspondendo a 0,7% do total. Uma possível explicação para esta discrepância é o fato de que na década de 90, foi divulgada a Declaração Mundial Sobre Educação Para Todos, um plano de ação para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem, elaborada pela UNESCO, além da promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases (9.394/1996), que contribuíram para o surgimento de muitas propostas e cursos de formação de professores e o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa sobre o tema.

De modo análogo, Ribeiro e Verdeaux (2012) realizaram uma revisão de artigos sobre experimentação no ensino de ótica em três periódicos de ampla circulação e disponíveis gratuitamente *on-line*: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física e Física na Escola durante os anos de 1998 e 2010. Os autores analisaram e classificaram os 64 artigos selecionados por tópicos de estudo, dentro do ensino de ótica.

3.2 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – ARTIGOS DE ENSINO MÉDIO

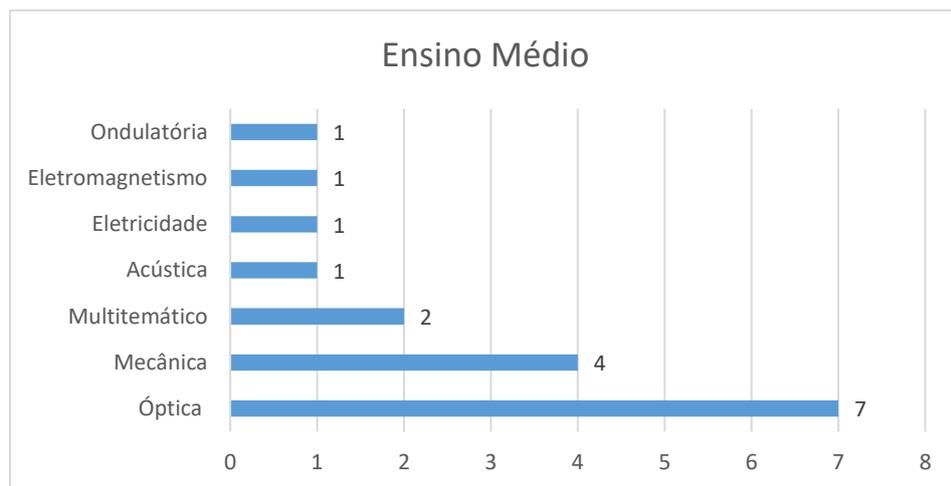
Tendo como objetivo analisar com maior detalhamento as publicações relativas ao Ensino Médio, nesta seção consideraremos em separado o conjunto de artigos publicados pela RBEF, no período considerado, dirigidos a este nível de ensino. Neste recorte, dirigimos o nosso olhar sobre dois aspectos de nosso interesse: o Grau de direcionamento, ou seja, os graus de liberdade introduzidos por Pella e Shermann (1969) das atividades práticas, quando for possível a constatação deste aspecto nos trabalhos apresentados e possíveis vinculações das propostas de atividades com a motivação proporcionada aos alunos. Posteriormente estes

artigos serão analisados conjuntamente com os demais a partir de outros quesitos que serão introduzidos na seção seguinte.

Inicialmente, no Gráfico 2, o quantitativo de artigos é apresentado distribuído nas diferentes áreas temáticas abordadas por eles. Este gráfico indica uma grande disparidade entre as áreas, sendo que mais de 41,3% (sete artigos) são referentes a temática Óptica, 23,5% (quatro artigos) dos artigos estão relacionados com a temática Mecânica, dois artigos formam classificados como Multitemático e relacionado às áreas de Acústica, Eletricidade, Eletromagnetismo e Ondulatória encontramos apenas um artigo de cada uma delas.

Vamos considerar esses trabalhos individualmente, procurando de forma sucinta descrevê-los e classificá-los de acordo com os aspectos relevantes já indicados anteriormente.

Gráfico 2– Distribuição dos artigos sobre atividades experimentais, destinados ao Ensino Médio, por temática, publicados na RBEF entre 2002 e 2017.



Fonte: Elaborado pela autora.

O artigo de Ribeiro (2015) descreve uma atividade desenvolvida e implementada em duas turmas de alunos a qual utiliza-se da imagem de um cartum, que apresenta pai e filha e suas respectivas sombras. Na imagem, apesar da filha ser menor que o pai, a sua sombra é muito maior que a sombra do pai. No trabalho sugerido pelos pesquisadores aos alunos, que haviam tido somente uma aula introdutória de óptica, foi solicitado que eles, usando materiais cotidianos, desenvolvessem um modelo experimental para comprovar ou refutar a imagem do cartum. Trata-se de um trabalho que desperta nos alunos o questionamento, a elaboração e a testagem de hipóteses, além de mostrar que objetos ou imagens do dia a dia podem ser inspirações para a investigação científica. Analisando o artigo, percebe-se que a atividade foi

elaborada para que os alunos tivessem a liberdade para pensar, levantar e testar hipóteses, desenvolver a argumentação e a compreensão sobre o problema. A partir dessas características a atividade foi caracterizada como de grau IV (de acordo com o quadro 1), pois os professores apresentaram o problema aos alunos, que foram responsáveis pelo levantamento de hipóteses, do plano de trabalho, da obtenção de dados e conclusões. Os autores mencionam que a atividade foi considerada motivadora para os estudantes, porém, não apresentam dados relacionando a atividade com a motivação dos alunos.

Cavalcante e Rodrigues (2012) apresentam um trabalho desenvolvido a partir de uma atividade simples, que surpreende os alunos com a utilização de franjas de interferência onde é possível medir o comprimento de onda da luz, proporcionando uma conexão entre a Óptica Geométrica e a Óptica Física. O experimento, que foi realizado por alunos não apresenta detalhes sobre o roteiro ou como a atividade foi desenvolvida, de modo que não foi possível classificá-lo quanto o seu grau de direcionamento. Além disso, não há nenhuma menção sobre a motivação dos alunos frente à atividade desenvolvida.

Uma atividade de demonstração é proposta por Catelli e Libardi (2010), na qual os autores fazem uso de um projetor de *slides* e um CD. A partir da análise da figura de difração formada, eles sugerindo questionamentos e apontamentos que podem ser explorados com os alunos, além de fazer medidas precisas entre as trilhas adjacentes do CD. Percebe-se claramente a preocupação dos autores em propiciar aos estudantes uma aprendizagem ativa, através de reflexões e indagações. Neste trabalho também não são explicitadas as atividades propostas para o trabalho dos alunos ou indicações sobre o roteiro utilizado por eles e não são feitas menções acerca da motivação.

A montagem de um aparato experimental para ensinar a visão cromática com LEDs coloridos é apresentada por Silveira e Barthem (2016) em um trabalho destinado a proporcionar aos estudantes, de forma lúdica, uma compreensão da síntese aditiva de cores. No trabalho não são descritas as atividades realizadas pelos alunos, ou sobre o encaminhamento delas, de modo que também não é possível classificar o grau de liberdade. Em relação à motivação, há no trabalho uma única alusão quando os autores sugerem que a montagem do aparato experimental pode ser realizada com a ajuda de alunos mais motivados, mas não é objetivo avaliar possíveis aspectos motivacionais da atividade.

Para discutir a natureza ondulatória da luz e também fazer medições de objetos cujas dimensões são da ordem do comprimento de onda da luz, Souza e colaboradores (2015) sugerem uma atividade experimental utilizando um laser e obstáculos com espessuras variadas. São propostas duas discussões, uma qualitativa sobre a natureza da luz e o limite da

validade do modelo geométrico e uma quantitativa que possibilita medir a espessura de diferentes objetos. Não há evidências sobre o roteiro a ser seguido, mas, percebe-se a preocupação dos autores em gerar discussões com os alunos através das observações realizadas. Os autores não fazem relação entre a realização da atividade e a motivação proporcionada por ela.

Uma demonstração experimental, simples, para apresentar aos alunos a formação de imagens ciclópicas é proposto por Ribeiro (2014b), que sugere pequenas alterações feitas no tradicional experimento de dois espelhos planos com o intuito de gerar novos questionamentos sobre o tema. Também, não há indícios sobre o roteiro proposto. O autor finaliza o artigo citando que a principal motivação por parte dos alunos para a realização do experimento foi a formação das imagens ciclópicas de seus próprios rostos.

Toledo e colaboradores (2010) sugerem a construção de um aparato para produção de hologramas, que podem ser verificados tanto na escola com em casa. O artigo descreve a montagem experimental e os métodos de processamento utilizados para diferentes tipos de emulsões holográficas, bem como os defeitos que os hologramas podem apresentar. Porém não apresenta a discussão das leis ou conceitos, nem sugestão de questionamentos a serem trabalhados com os alunos. Portanto não há indícios do grau de direcionamento do roteiro nem menção à motivação proporcionada aos alunos.

A construção, descrita em detalhes, de um aparato experimental objetivando realizar medidas de tempo para o estudo gráfico da cinemática, é apresentada por Dworakowski e colaboradores (2016). O artigo ainda apresenta o relato sobre a sua implementação em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio. Pode-se verificar que os alunos foram desafiados a analisar um movimento, através de gráficos recebidos, levantar hipóteses e reproduzir qualitativamente o movimento, gerando novos gráficos e comparando-os com os gráficos recebidos, possibilitando de imediato a verificação do acerto (ou não) da interpretação do movimento. Em experimentos assim, o aluno tem liberdade para construir, testar hipóteses e compreender a situação envolvida, portanto ele se enquadra no grau III da classificação utilizada. Não apresenta relação entre a motivação dos alunos e a atividade.

Em outro trabalho, doze alunos do primeiro ano do Ensino Médio, voluntários, receberam o problema de determinar a distância d de uma bolinha de aço sota de uma altura h em uma rampa inclinada (LABURÚ; SILVA; SALES, 2010). A atividade foi dirigida de modo que os alunos repetissem ao menos cinco vezes o experimento e tinha, também, como objetivo de chamar atenção dos alunos para problemas-chaves que ocorrem numa medição. Em dado momento eles participaram de uma entrevista semiestruturada, a partir da qual os

autores concluíram que os alunos conseguiram vencer o paradigma de que apenas uma medida é suficiente, sendo essa verdadeira e exata. O roteiro foi elaborado em forma de perguntas, levando os alunos a pensar, elaborar e testar hipóteses, direcionando-os para construir sua própria conclusão. Por essas indicações a atividade pode ser classificada como de grau II. Não há referência a alguma análise da motivação proporcionada pela atividade.

Utilizando uma placa Arduina com sensores de pressão e temperatura, Carvalho e Amorim (2014) apresentam uma proposta de atividade investigativa que registra a pressão atmosférica e a temperatura, por um período de 5 dias, de modo automático. Com a análise dos dados obtidos os alunos puderam inferir duas propriedades importantes: as oscilações barométricas possuem um período de 12 horas e as oscilações de temperatura um período de 24 horas. Explorando assim, o fenômeno da maré atmosférica e sua relação com a maré oceânica, além de possibilitar a exploração de temáticas como dinâmica, oscilações e termologia. Classificamos a atividade como grau II. Não apresenta nenhum comentário sobre a motivação.

Neves (2013) apresenta a construção de um aparato experimental de baixo custo, que pode ser utilizado para demonstrar a formação de ondas estacionárias em uma corda, bem como verificar a polarização de uma onda. Apesar do autor não evidenciar no texto o nível de ensino identificamos que ela se destina ao Ensino Médio. Não há indícios do roteiro da atividade, portanto não foi possível classificar o seu grau de direcionamento. No texto não há referência da relação entre a motivação dos alunos e a atividade.

No trabalho de Oliveira e Paixão (2017), os autores apresentam os resultados de uma pesquisa com professores e alunos de Portugal, na qual verificaram, por meio de questionário, que a ampla maioria dos participantes demonstraram valorizar o ensino experimental de Física e acreditar que a utilização de atividades práticas aumenta o interesse dos alunos nas aulas. Os autores produziram alguns kits experimentais com materiais de baixo custo, que continham guias para professores e alunos. O artigo relata a implementação de um desses kits, com o objetivo de estudar as características de um gerador (pilha voltaica), de um receptor (voltâmetro) e os resultados das experiências após algumas aplicações. Para tanto os alunos participantes foram divididos em grupos, submetidos a pré e pós-testes e questionários. Após a realização das atividades, os alunos avaliariam o grau de interesse pela atividade, sendo que a ampla maioria demonstrou grande interesse por ela. Apesar da vinculação da atividade com o interesse despertado por ela, os autores não desenvolveram análises mais aprofundadas a respeito da motivação que o trabalho possa ter despertado, verificando-se que esta análise não é o objetivo central do trabalho. Também não foram encontradas evidências suficientes para

classificar o grau de direcionamento dos guias fornecidos pelos autores aos alunos que realizaram as atividades.

A exploração da indução eletromagnética de forma quantitativa, através de atividades experimentais, é proposta por Ribeiro, Almeida e Carvalho (2012). Os autores sugerem a montagem de um aparo experimental, que possibilita a exploração de vários conceitos como fluxo do campo magnético, variação do campo magnético, corrente induzida, tensão alternada e amplitude de corrente, possibilitando uma compreensão da lei de Faraday. Os autores discutem o melhor momento para a implementação da atividade, como explorá-la e ainda como avaliá-la. Apesar de não haver indicações específicas sobre o modelo de roteiro utilizado é possível inferir que se trata de um experimento de grau I. O artigo não apresenta nenhuma relação entre a motivação dos alunos e a atividade.

No trabalho de Catelli e colaboradores (2016) os autores apresentam uma proposta de atividade experimental investigativa que busca condições para que o aprendizado dos alunos seja potencializado. Eles sugerem uma série de questionamentos buscando a exploração didática da famosa atividade de inércia, por meio de duas garrafas equilibradas por seus gargalos tendo um pedaço de papel entre elas. É enfatizado que, ao invés de fazer uma demonstração, é preferível que os alunos façam a exploração do fenômeno. Dado o caráter investigativo e argumentativo, classificamos essa atividade como grau III. Porém, não encontramos nenhuma citação relacionada com a motivação dos estudantes.

Através de experimentos de queda livre é explorada a incerteza das medidas obtidas em atividades experimentais (COLUCI et al., 2013). O artigo apresenta a sugestão da montagem do experimento e do circuito para aquisição de dados através de uma placa Arduino. Os autores chamam atenção para a facilidade e agilidade na execução, chegando a obter 50 medidas em menos de 15 minutos. Não há indícios suficientes para a realização da classificação do trabalho quanto ao seu grau de direcionamento nem da motivação gerada nos alunos.

Um dispositivo construído com materiais de baixo custo com o objetivo de simular o ouvido humano foi proposto por Errobidart e colaboradores (2014). Além de explicar a construção em detalhes, os pesquisadores também se preocuparam em preparar um material de apoio para professores com a sugestão de um roteiro, para melhor explorar o aparato experimental. O Roteiro é dividido em quatro procedimentos: 1) promove uma revisão dos conceitos estudados na aula teórica e busca relacionar as partes do aparato com as partes que compõem o ouvido externo e médio; 2) explorar os conceitos de fonte sonora, frente de onda e meio, por meio de questionamento; 3) explora as qualidades fisiológicas do som; e 4)

explora, analisando e conscientizando o uso dos fones de ouvido. Consideramos um material muito relevante para os professores, pois, os autores tiveram a preocupação de explorar a atividade de forma investigativa e relacionando-a com o dia a dia dos estudantes. Classificamos essa atividade como grau II. Não apresenta relação entre a atividade e a motivação dos estudantes.

Utilizando conceitos de Óptica, os autores criaram um projetor de gotas, de baixo custo e fácil execução que pode contribuir para uma abordagem interdisciplinar (DORTA; SOUSA; MURAMATSU, 2016). Ele pode ser utilizado para observação de microrganismos em sala de aula, na ausência de microscópios convencionais ou ainda possibilitando que a visualização do fenômeno por vários alunos ao mesmo tempo. Com o projetor de gotas é possível explorar o conceito de calor em uma aula de Óptica, ou até mesmo o movimento browniano. Neste trabalho que classificamos como multitemático, é feita a descrição da montagem do aparato e a sugestão de aplicações em sala de aula. Porém, não há indicativos sobre o roteiro da atividade experimental nem sobre a motivação gerada nos estudantes.

Com base na análise realizada, verificamos que dos 17 artigos destinados ao Ensino Médio em dez artigos não foi possível fazer a classificação, segundo Pella e Schermann (1969) quanto ao grau de direcionamentos, pois esses apresentaram poucas informações a respeito de como a atividade seria desenvolvida pelos alunos. Dos sete restantes, um artigo foi classificado com o grau I, onde o aluno deve seguir todos os passos estipulados no roteiro para obter os dados, três artigos foram classificados no grau II, no qual o aluno deve obter os dados e concluir sobre a atividade, dois artigos puderam ser enquadrados no grau III, no qual os alunos tem liberdade para elaborar os procedimentos a serem seguidos, além de coletar dados e concluir e apenas um apresentou a classificação grau IV, na qual o professor apresenta um problema e cabe aos alunos o levantamento de hipótese, procedimentos e conclusões.

Acreditamos que as atividades mais abertas colaboram para reduzir a passividade do aluno, colocando-o como protagonista da sua aprendizagem. Elas provocam um maior comprometimento deste e o envolve mais profundamente com as tarefas inerentes, proporcionando um maior envolvimento com a atividade. E, a liberdade para realizar a atividade, tendo autonomia para decidir qual o procedimento a ser adotado bem como para levantar hipóteses e concluir sobre a atividade seja percebido pelos alunos como fatores motivacionais relevantes.

Com relação à motivação, não encontramos nenhum artigo no qual se percebesse a preocupação com a busca de indicadores, ou que propusesse uma análise voltada para

relacionar a execução das tarefas previstas na atividade e o desenvolvimento da motivação dos alunos na disciplina, ou em relação aos tópicos em estudo.

3.3 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – ANÁLISE DOS ASPECTOS METODOLÓGICOS.

Visando fornecer uma visão panorâmica dos artigos, criamos o Quadro 3 que apresenta as categorias criadas com o número de artigos considerados.

Quadro 3 – Classificação dos artigos sobre atividades experimentais, publicados na RBEF entre 2002 e 2017, quanto ao seu aspecto metodológico.

ASPECTOS METODOLÓGICOS 3.3	Função Didática 3.3.1	<i>Atividades de demonstração</i> 3.3.1.1	16 artigos
		<i>Verificação de modelos teóricos</i> 3.3.1.2	11 artigos
		<i>Experimentação investigativa</i> 3.3.1.3	15 artigos
	Desenvolvimento de Conteúdos Procedimentais 3.3.2		24 artigos
	Processos de Construção do Aparato Experimental 3.3.3	<i>Ênfase no uso de tecnologias</i> 3.3.3.1	16 artigos
		<i>Ênfase na utilização de materiais de baixo custo</i> 3.3.3.2	10 artigos
		<i>Ênfase na montagem de equipamentos</i> 3.3.3.3	40 artigos

Fonte: Elaborado pela autora.

Prosseguindo na análise dos artigos selecionados, por meio de uma releitura mais atenta, minuciosa e detalhista, foi possível conhecer melhor os mesmos e classificá-los a partir de outros critérios que estabelecemos para uma melhor compreensão das publicações encontradas na RBEF no período considerado. Com esse intuito, no que se refere aos seus aspectos metodológicos agrupamos os artigos em três categorias: Função Didática, Promoção de Conteúdos Procedimentais e Processo de Construção do Aparato Experimental.

Em alguns casos as categorias foram subdivididas visando um estudo mais aprofundado e seletivo. Por possuírem desenvolvimentos mais amplos, determinados artigos

se enquadravam, a princípio em mais de uma categoria, por isso estes foram classificados de acordo com a identificação predominante, de modo que todos estão classificados em apenas uma categoria. Os dezessete artigos referentes ao Ensino Médio foram incluídos nessa análise.

3.3.1 Função Didática

Na categoria função didática agrupamos os artigos que deixavam explícito a sua finalidade. As subcategorias são: Atividades de demonstração, Verificação de modelos teóricos e Experimentação investigativa.

3.3.1.1 Atividade de demonstração

As atividades de demonstração, apesar de fundamentar-se em conceito científicos, formais e abstratos, têm ênfase no real, que é diretamente observável, permitindo ao estudante a possibilidade de significados e explicações a essa experiência (GASPAR; MONTEIRO, 2005). Essas atividades, vinculadas a uma postura didática que valoriza os saberes dos estudantes e os possibilita a oportunidade de questionar, opinar e levantar hipóteses, certamente resultará em um processo de ensino-aprendizagem muito mais eficiente. Os autores ainda salientam alguns fatores que favorecem as atividades de demonstração: um único equipamento para todos os alunos, a possibilidade da sua utilização durante a apresentação teórica despertando o interesse e a motivação dos alunos, facilitando assim o processo de aprendizagem. Os artigos classificados nesta categoria, são aqueles e que sugeriram esse objeto, ou ainda aquele cujo propósito não está focado na manipulação.

No artigo de Ganci e Ganci (2012) são sugeridos 18 experimentos de demonstração sobre eletrostática utilizando material de baixo custo. Um experimento de demonstração simples feito com material de baixo custo para estudar os meios granulares é encontrado no artigo de López, Vercik e Costa (2008) que ainda inclui propostas experimentais. Uma atividade de demonstração (STEWART, 2007), com material de baixo custo, para descrição de motores homopolares que usam ímãs de neodímio.

Através da demonstração realizada em um aparato experimental simples, composto com dois espelhos planos, Ribeiro (2014b) instiga novos questionamentos sobre a formação de imagens ciclópicas. A refração da luz é explorada no artigo de Turchiello e colaboradores (2016) com um experimento de baixo custo para a constatação experimental de que a luz pode

modificar as propriedades ópticas de um meio. Para estudar a difração da luz, Catelli e Libardi (2010) sugerem uma atividade de demonstração usando CDs como redes de difração.

O artigo de Neves (2013) apresenta aparato muito simples de ser construído e de custo quase zero que permite ao professor fazer demonstração sobre a produção de ondas estacionárias em uma corda.

Após a construção de um telescópio de múons, utilizando cintiladores plásticos, os autores sugerem uma demonstração experimental, de Física Moderna, da dilatação do tempo e da contração do espaço dos múons da radiação cósmica (FAUTH et al., 2007). Laganá (2011), sugere o estudo de raios cósmicos através das imagens obtidas com uma câmara de nuvens de baixo custo. Preocupados com o estudo da Física moderna Paranhos, Lopes-Richard e Pizani (2008) desenvolveram uma lâmpada de vapor de mercúrio para atividade demonstração prática, que poderá ser usada na introdução do efeito fotoelétrico e outros assuntos da Física moderna.

Santos e colaboradores (2015) apresentam a montagem de um experimento de levitação supercondutora, sugerindo que a demonstração esteja focada no entendimento das propriedades básicas relacionadas ao fenômeno. Rocha e Fraquelli (2004) propõem a demonstração da levitação de um ímã repellido por um super condutor.

Para verificar a segunda lei de Newton é descrito um procedimento experimental, que permite acelerar um carrinho sobre um trilho de ar por meio de forças constantes e conhecidas (HESSEL; CANOLA; VOLLET, 2013). Mostram ainda como determinar a aceleração a partir de velocidades médias calculadas para intervalos de tempo sucessivos do movimento usando vários contadores eletrônicos conectados a um único circuito oscilador a cristal. Ribeiro (2014a) elaborou um experimento simples onde é possível visualizar a reflexão total e ainda identificar qual é a superfície refletora.

Refração luminosa em recipientes preenchidos parcialmente com água: análise de problemas e proposta experimental (JUNIOR; JESUS, 2017) foi de difícil classificação. Inicialmente, no artigo, foi feita uma análise sobre as abordagens de alguns livros didáticos de nível médio sobre o fenômeno da refração luminosa, usando a lei de Snell-Descartes, os autores mostram medidas relacionadas às posições das imagens formadas a partir de um canudo parcialmente imerso em diferentes níveis de água para dois tipos de recipientes: um de base circular e outro retangular.

3.3.1.2 Verificação de modelos teóricos

Hodson (1998) já chamava atenção que não existem experimentos independente de teorias. O mesmo autor ressalta que a experimentação pode ter dois significados: i. Testar a adequação empírica da teoria em desenvolvimento e prover evidências retrospectivas para as proposições teóricas; ii. Guiar o desenvolvimento contínuo da teoria na direção da coerência e completude. Borges (2002) ressalta que devemos encontrar formas para que o ensino experimental e o ensino teórico ocorram em concordância, evitando a fragmentação do conhecimento. Nessa categoria enquadrados os artigos que trazem como objetivo explicitado a verificação dos modelos teóricos.

A validade da aproximação de lente fina em atividades experimentais que envolvem a determinação de distâncias focais (CARLIN et al., 2007) é verificada utilizando o formalismo matricial para o estudo de trajetórias dos raios luminosos, concluindo que nas lentes espessas, típicas utilizadas nos laboratórios didáticos, a aproximação de lente fina não é adequada. Soga, Paiva Jr e Muramatsu (2017) verificaram que uma lente esférica não se comporta como uma lente fina pois sua espessura não é desprezível.

No artigo de Carlin e colaboradores (2009) é apresentado o desenvolvimento de procedimento experimental para estudar o movimento de elétrons, inicialmente somente ao efeito do campo elétrico, posteriormente ao campo magnético e por fim na presença de dois campos cruzados. Trata-se de um experimento que requer longos períodos, e foi realizado pelos alunos durante 6 aulas de 4 horas cada.

Andrade e colaboradores (2013) apresentam um estudo teórico e experimental do efeito termiônico. Utilizando um dispositivo de baixo custo, usando uma lâmpada de automóvel, com dois filamentos independentes, que funcionou como uma válvula.

Kovacevic e Simic (2010) usando um dispositivo de gravação de uma placa de som de um computador os autores conseguiram obter medidas de tempo mais precisas para o estudo do Pêndulo simples, com esta técnica de medição é possível visualizar expectativa teórica e extrair alguns dos valores dos parâmetros a partir dos dados registados como posição, velocidade e aceleração do pêndulo.

No artigo de Lüdke e colaboradores (2013) é apresentado um experimento simples e de baixo custo para possibilitar a comprovação de conceitos fundamentais em fenômenos de transporte de energia na forma de calor e a solução da lei de Fourier em coordenadas cilíndricas.

A determinação experimental do coeficiente de atrito de rolamento em um plano inclinado e a proposta de analisar o rolamento de um corpo sobre um plano inclinado é apresentado no artigo (ANDRADE-NETO; LEYVA-CRUZ, 2015).

A Verificação da lei de Boyle através de um arranjo experimental constituído por uma seringa ligada a um manômetro (VERTCHENKO; DICKMAN, 2012), que se baseia apenas nas grandezas que as escalas do arranjo permitem medir, que são a pressão manométrica e a variação do volume de gás dentro do equipamento. A verificação das lei de Boyle-Mariotte, Gay-Lussac e a equação dos gases ideais é possível com experimento proposto em (BRUNETTO; CRISTINA; RIBEIRO, 2005).

Ribeiro e colaboradores (2012) sugerem uma atividade experimental que estuda a indução de uma força eletromotriz provocada pelo campo magnético de um solenoide em várias bobinas de prova colocadas no interior deste. Que determina a dependência da força eletromotriz induzida com os mais variados fatores experimentais como: número de espiras da bobina de prova, área da secção transversal da bobina de prova, ângulo do eixo da bobina de prova em relação ao eixo do solenoide, frequência angular do sinal gerador e amplitude do sinal de corrente. Podendo determinar ainda o valor da permeabilidade magnética do vazio e comparou-se com o valor tabelado. Descrever o fenômeno da indução eletromagnética é o objetivo do artigo de Villalba e colaboradores (2015), vale ressaltar que os resultados obtidos concordam, levando em conta os intervalos de erro, com as previsões teóricas da Lei de Faraday-Henry.

3.3.1.3 Experimentação investigativa

Alguns experimentos têm como objetivo desenvolver habilidades básicas de observação ou investigação. E, através da observação propiciada pelo experimento os alunos são encorajados a levantar hipótese e perguntas, e é nesse diálogo, muitas vezes em grupo, que os estudantes aprimoram sua capacidade argumentativa e explicativa, acrescenta-se ainda segundo Vygotsky (2001), no trabalho colaborativo, a criança se revela mais forte e mais inteligente que trabalhando sozinha. Os alunos devem ter liberdade para testar, experimentar e argumentar. Pinho (2000) nos lembra que as atividades experimentais têm o papel de retirar o aluno da passividade e o colocando como sujeito ativo na construção do conhecimento. Nessa categoria agrupamos os artigos que tinham como objetivo a investigação, a observação ou favoreciam a discussão dos modelos teóricos.

No trabalho de Lima, Venceslau e Brasil (2014) é apresentado um experimento simples e de baixo custo que permite ao aluno a investigação, observação e questionamento, e obtendo como resultado contra intuitivo que o princípio de Arquimedes é inadequado para casos em que há contato do corpo com o recipiente. Um artigo que relata a possibilidade de investigar a hidrodinâmica de fluídos incompressíveis utilizando materiais de baixo custo como garrafa PET (JESUS; JUNIOR, 2011). A proposta didática de baixo custo foi aplicada na parte experimental da disciplina Fluidos e Termodinâmica do curso de Licenciatura em Física do IFRJ - Campus Nilópolis. A aprendizagem da lei de pressão hidrodinâmica de Bernoulli, através da Metodologia: da dissonância à consistência (BARBOSA et al., 2011), o estudo ocorreu durante 5 semanas, durante o tempo livre dos estudantes, e testado após dez semanas. Indicando a alta eficiência da metodologia de aprendizagem.

Objetivando a reconceitualização de atividades experimentais, Ribeiro (2015) utiliza um cartum de Gervasio Troche, representando um pai e uma filha caminhando, com a sombra da menina sendo maior que a projetada pelo pai. A imagem foi apresentada a estudantes de óptica no Ensino Médio, que deveriam discutir sua possibilidade Física, além de construir e testar um modelo experimental baseado na figura.

O artigo intitulado “Dinámica del movimiento rotacional: propuesta de experiencias sencillas para facilitar su comprensión” (BERAHA; CARUSELA; EL HASI, 2009) apresenta uma proposta de fácil realização que permite articulação entre a abordagem experimental e a discussão dos modelos teóricos analisados no ensino da conservação do estado de movimento rotacional.

Uma metodologia de cunho qualitativo-interpretativo envolvendo doze alunos do primeiro ano do Ensino Médio de um escola pública (LABURÚ; SILVA; SALES, 2010). A pesquisa procura compreender até que ponto os alunos conseguem construir uma aproximação com o conceito científico de medição quando estão envolvidas apenas questões provocativas e experimentos preparados para induzir essa construção.

O artigo de Errobidart e colaboradores (2014) foi de difícil classificação, apesar dos autores classificá-lo como de demonstração, eles utilizando material de baixo custo, elaboraram e construíram um dispositivo experimental para estudar qualitativamente os conceitos relacionados a ondas. É feito ainda, a orientação metodológica aos professores quanto ao uso do dispositivo. A atividade é dividida em 4 procedimentos buscando revisar os conceitos apresentados na aula expositiva, porém todo o roteiro é elaborado em forma de perguntas e questionamentos, direcionando os alunos a uma observação investigativa.

Um experimento para descobrir a partir do espectro de impedância de uma “caixa preta” (montada com resistores e capacitores numa configuração desconhecida) que tipo de associação existe em seu interior (CHINAGLIA et al., 2008). O arranjo experimental utiliza um gerador de áudio como fonte AC para alimentar a caixa e um osciloscópio de duplo canal para medir tanto a parte real como a imaginária da impedância complexa do circuito desconhecido em função da frequência do gerador. Com uma bobina automotiva é possível a construção e medição de um gerador de ruído eletromagnético (PEROTONI; NUNES; SILVA, 2017).

Catelli e colaboradores (2016) analisam algumas atividades que se propõem a estudar a lei da inércia. Um dos casos analisados é aquele da folha de papel entre duas garrafas, essas demonstrações põem de fato a inércia em destaque? a garrafa não cair ao tirar o papel dependerá da existência de uma força resultante, não dependerá (ou dependerá muito pouco) das massas envolvidas, e dependerá de forma decisiva da magnitude do intervalo de tempo de aplicação da força; ou seja, a inércia não aparecerá em primeiro plano. Então, um procedimento alternativo é sugerido no qual objetos com massas diferentes apresentam estados finais de movimento também diferentes, quando submetidas a forças (aproximadamente) idênticas em intensidade e duração; nesse caso, é a segunda lei de Newton que é posta em evidência.

Um estudo interessante de campos elétricos de linhas trifásicas pelo método da cuba eletrolítica foi proposto por Lüdke e Graça (2011). Trata-se de um experimento simples para laboratórios didáticos de eletromagnetismo como material de apoio para a investigação de campos elétricos provenientes de linhas trifásicas, empregando o clássico método da cuba eletrolítica.

Uma análise da experiência de fenda dupla com luz, utilizando conceitos do método de “Soma de vários caminhos” da formulação de Feynman da mecânica quântica (FANARI; ARLEGO; OTERO, 2014).

A proposta de Heidemann, Araujo e Veit (2016) são quatro atividades experimentais (oscilações mecânicas, fluido e termodinâmica) que colocam o aluno como protagonista na investigação do fazer experimental. Os estudantes são postos frente a situações que: i) evidenciam aspectos importantes do processo de modelagem científica, e ii) demandam uma postura ativa.

Visando o estudo das propriedades dos corpos deformáveis, os autores apresentam um conjunto de atividades experimentais, para o curso de engenharia, organizadas na forma de uma sequência, em que os alunos exploram, testam e discutem o comportamento de uma

borracha tracionada (RAMOS; VERTCHENKO, 2011). O experimento ainda explora a força elástica, acrescentando à lei de Hooke um termo quadrático que permite uma discussão didática dos parâmetros “módulo de Young” e “coeficiente de Poisson”.

O artigo sobre Flutuação dos corpos (LONGHINI; NUNES; GRILLO, 2011) é o único destinado ao ensino fundamental. As atividades foram desenvolvidas numa escola privada de Uberlândia/MG com o objetivo de estudar a flutuação dos corpos através de uma metodologia de ensino que privilegiou a problematização, a manipulação de materiais e a interação entre alunos com níveis de conhecimento distintos.

3.3.2 Promovem o Desenvolvimento de Conteúdos Procedimentais

Zabala (1998) denomina como Conteúdo Procedimental o conjunto de ações ordenadas para a realização de um objetivo. Observar, calcular, classificar e inferir são alguns exemplos de conteúdos procedimentais. Muitas vezes o objetivo da atividade experimental é desenvolver no aluno conteúdos procedimentais. Outra nomenclatura usada na literatura é sugerida por Millar e Driver (1987) denominando como Habilidades que podem ser: aprender a usar equipamentos e instrumentos específicos, medir grandezas Físicas, repetir procedimentos para aumentar a confiabilidade dos resultados, analisar e categorizar os dados obtidos, seja na forma de tabelas, gráficos, esquemas ou diagramas. Coll, Pozo, Saraiba e Valls (1998) enfatizam quais são os verbos “procedimentais”: manejar, usar, construir, aplicar, coletar, observar, experimentar, elaborar, simular, demonstrar, planejar, compor, avaliar, representar, entre outros, sendo assim, os conteúdos procedimentais são ações que levam o aluno a resolver uma tarefa. Nessa categoria abarcamos os artigos que em sua essência, objetivavam a coleta e análise de dados.

Borges, Toniazco e Silva (2009) defendem que a modelagem matemática de problemas Físicos é uma alternativa de ensino que associa a prática e a teoria, que à interpretação dos resultados, construção e aplicação de conceitos e uso de recursos da informática, constituem uma opção metodológica desafiadora no ensino de Física dos dias atuais.

O comportamento oscilatório de um sistema massa mola é analisado (TRIANA; FAJARDO, 2013), em um estudo quantitativo que mostra as diferenças encontradas no valor da frequência angular quando as molas são consideradas ideais (sem massa), levando em conta a massa efetiva da mola, e levando em conta o amortecimento das oscilações. O estudo

do amortecimento do pêndulo simples (ARNOLD et al., 2011), com a finalidade de detectar a diminuição da amplitude das oscilações e ajustar estes dados a um modelo matemático.

Uma metodologia computacional para o estudo dos movimentos é proposta por Cavalcante, Silva e Prado (2002), nela é possível encontrar o estudo do coeficiente de restituição em colisões através do espectro sonoro emitido por sucessivos impactos da esfera na superfície plana.

A conexão entre a Óptica Física e a Óptica Geométrica fica evidenciada no artigo de Cavalcante e Rodrigues (2012), o trabalho propõe um método de ensino de óptica, especialmente de interferência, em aulas de Física no Ensino Médio. É proposta a observação da interferência entre um feixe advindo diretamente da Fonte e um advindo após uma reflexão especular. Subsequentes medições do comprimento de onda da luz resultaram em valores próximos a 700 nm, uma concordância razoável com a realidade. LEDs são utilizados para o estudo da composição das cores (SANTOS; PEREIRA, 2013), inicialmente os autores fazem um estudo teórico sobre os conceitos básicos de calibração radiométrica, fotométrica e colorimétrica de fontes de luz e em seguida apresentam um aparato experimental composto por um circuito de controle de corrente para os LEDs e uma esfera integradora artesanal. Os estados de polarização da luz são determinados por meio de medidas de Intensidade luminosa (COSTA, 2002). Para ensinar alguns conceitos de Óptica Física (MÜLLER; FABRIS; CAÇÃO JR., 2003), os autores descrevem um arranjo experimental que pode ser usado na medição da velocidade de um Pêndulo físico, possibilitando a compreensão dos fenômenos de interferência, difração e espalhamento da luz.

Cavalcante (2005) propõem um experimento para determinar a constante de Planck utilizando diodos de emissão de luz, LED's (Light Emitting Diode) como sensores espectrais seletivos da radiação emitida por um filamento aquecido. Apresentando, ainda, uma proposta para a verificação da lei de Stefan-Boltzmann. A descrição da montagem de um detector Geiger Muller (GM) a partir de um tubo comercial, SBM19 (KAKUNO, 2014). Também são apresentados resultados de medidas em camisas de lâmpião, 241Am de um detector de fumaça e de um cinzeiro enriquecido com urânio. A verificação do princípio da incerteza de Heisenberg (ABREGO et al., 2013), o artigo apresenta a montagem do experimento e ainda uma sugestão para o estudo quantitativo. A elaboração de um sistema de instrumentação virtual (PESSANHA; COZENDEY; SOUZA, 2010), para o uso em atividades de ensino de Física experimental de Física moderna, à distância.

Um experimento simples para medir a impedância de um cabo coaxial e a velocidade de propagação de um pulso (FONSECA; SANTOS; MONTENEGRO, 2007). Lüdke (2017)

discute a implementação de um experimento simples destinado a laboratórios didáticos de eletromagnetismo como material de apoio para a investigação de campos magnéticos e histerese pelo aluno, empregando o clássico método do anel de Rowland. Um procedimento experimental para investigar a validade da lei de Faraday (HESSEL; FRESCHI; SANTOS, 2015). A partir da análise dos pulsos induzidos em função da velocidade do ímã ao passar pelo centro da bobina.

Dartora e colaboradores (2014), inicialmente apresentam os aspectos teóricos da permissividade dielétrica. Em seguida são apresentadas duas técnicas experimentais: método do circuito RC e a técnica de refletometria do domínio do tempo.

A utilização do oscilador salino (LAMA; MULATO, 2011) auxilia na compreensão de muitos sistemas biológicos. Neste trabalho, o oscilador salino foi investigado usando soluções de sulfato de cobre, CuSO_4 , e cloreto de sódio, NaCl , alterando parâmetros como o diâmetro e comprimento do capilar, diâmetro do compartimento interno e quantidade de íons indesejados no reservatório principal.

O estudo do Momento de Inércia de uma Placa, através de quatro placas de massa diferentes é apresentado no artigo de Pintão e Souza Filho (2002), os resultados obtidos reforçam a ideia de que o sistema e o procedimento de medida utilizado podem ser uma alternativa em realizar esta prática nos laboratórios de ensino. Encontramos outro estudo referente ao Momento de Inércia, porém este faz a análise com um cone (PINTÃO; SOUZA FILHO; USIDA, 2005).

Uma técnica para determinação do calor específico em sólidos e líquidos é proposta por Pereira e colaboradores (2003). Um experimento quantitativo para o estudo da transferência de calor (GARCIA et al., 2017) que ocorre durante o resfriamento de um cilindro de aço.

Um experimento que explora os conceito da Óptica Física (MULLER; SILVA; FABRIS, 2005) proporcionando ao estudante a compreensão do fenômeno de interferência e da teoria de Fresnel para a propagação de ondas.

Um estudo comparativo entre as velocidades de rolamento de uma esfera de aço num plano inclinado com lançamento oblíquo (GOYA; LABURÚ; PAULO, 2014) que ainda possibilita calcular o valor do coeficiente de atrito entre a esfera e o plano inclinado.

Uma sequência de experimentos qualitativos é proposta por Costa, Pietronero e Catunda (2013), onde a complexidade dos circuitos é aumentada gradualmente, que demonstram os conceitos fundamentais dos capacitores e circuitos RC.

3.3.3 Processo de Construção do Aparato Experimental

Na categoria Processo de Construção do Aparato Experimental agrupamos os artigos que enfatizavam o processo de construção do aparato experimental. As subcategorias são: Ênfase no uso de tecnologia, Ênfase na utilização de materiais de baixo custo e Ênfase na montagem de equipamentos.

3.3.3.1 Ênfase no uso de tecnologia

Percebe-se que, muitos autores estão associando o uso de tecnologias as atividades experimentais, muitos visando tornar a obtenção de dados mais eficientes, e incorporar objetos do cotidiano dos alunos na sala de aula. Encontramos um número de artigos, significativo, 10% que faz o uso de nova tecnologia, seja adaptando experimentos já conhecidos, com materiais como smartphones e filmadoras digitais, em ampla maioria buscando uma coleta de dados mais precisa ou ainda a utilização de placas Arduinas, placas de jogos de computadores, sensores e softwares para criação de novos experimentos ou análise dos dados obtidos. Araújo e Abib (2003) já salientavam que o emprego de tecnologias modernas está se tornando cada vez mais acessível nos meios educacionais.

Mostrando que a tecnologia, cada vez mais presente em nossas vidas, pode e deve ser inserida no contexto escolar (CORVELONI et al., 2009), os autores propõem a utilização da uma máquina fotográfica digital para analisar o movimento de queda livre. Vertchenko e Vertchenko (2016) também utilizam a máquina fotográfica digital, porém para o estudo de óptica, o aparato experimental ainda conta com um polarizador removido de um aparelho celular e um monitor LCD de um computador. Dois experimentos de mecânica são analisados empiricamente (SISMANOGLU et al., 2009), utilizando uma filmadora digital associada ao software de domínio público *VirtualDub* para análise de diversas variáveis dinâmicas.

As placas Arduinos estão ganhando espaço nas atividades experimentais por terem um custo relativamente baixo. Souza e colaboradores (2011) sugerem um estudo sobre o oscilador amortecido e transferência radiativa de calor, com placa Arduino assistida pelo computador. Um experimento de condução térmica usando sensores de temperatura digitais com tecnologia *one-wire* (AMORIM; DIAS; SOARES, 2015), utiliza uma placa Arduino para controle e aquisição de dados, obtendo resultados suficientemente sensíveis para revelar uma distribuição não linear de temperaturas. Para o ensino de gráficos da cinemática

(DWORAKOWSKI et al., 2016) é descrita a construção de um aparato experimental que utiliza o software PLX-DAQ e um sensor sonar de ultrassom acoplado a uma plataforma micro controlada Arduino para realizar leituras de posição e distância de objetos. Além da descrição detalhada da construção do aparato experimental é feito um breve relato sobre alguns resultados do seu uso.

Os smartphones, tão utilizados pelos estudantes, podem ser utilizados para as atividades experimentais. O sensor de aceleração de um smartphone pode ser utilizado para estudar o movimento circular (CASTRO-PALACIO et al., 2014). Jesus e Sasaki (2014) propõem um experimento de baixo custo, incorporando, uma câmera de smartphone e o software livre Tracker para vídeo-análise para o estudo do atrito. Aliando tecnologia aos experimentos Bonventi e Aranha (2015) utilizam a filmagem do experimento com um smartphone e os dados analisados pelo software livre “Tracker”, obtendo a função que descreve a oscilação amortecida.

A placa de jogos do computador também pode ser utilizada em atividades experimentais. Um dispositivo de baixo custo para medidas de intervalos de tempo, velocidades e acelerações, variáveis importantes no estudo da mecânica (DIONISIO; MAGNO, 2007). O uso da porta joystick com meio de aquisição digital de dados foi a solução para a obtenção de dados de uma experiência sobre a Segunda Lei de Newton (RAMIREZ; CINELLI; IRIGOITE, 2005), permitindo que o aluno focalize sua atenção nos conceitos de Física. A entrada digital da porta de jogos da placa de som, também é utilizada (FIGUEIRA; VEIT, 2004) através da proposta de uso da planilha Excel como instrumento na aquisição e análise de medidas de intervalo de tempo do Pêndulo amortecido. Outro experimento usando a porta de jogos de um computador é utilizado para medida e coleta de dados (LAUDARES; LOPES; CRUZ, 2004) mostrando excelentes resultados para o estudo do movimento uniforme e movimento uniformemente variado.

A visualização da radiação infravermelha é demonstrada através de dois experimentos utilizando uma *Webcam*, devidamente alterada para ser sensível a tal radiação (MICHA et al., 2011).

O uso de um software “*Creative Wave Studio*” (LUCA; GANCI, 2011) para obter medidas precisas dos períodos de oscilação em torno dos dois diferentes eixos fornecem não apenas uma comprovação convincente das características principais deste exemplo de problema solúvel como também propiciam uma medida da aceleração da gravidade.

Um experimento que estuda o lançamento horizontal de uma esfera, através de vídeo-análise (JESUS; SASAKI, 2015), que possibilita ilustrar a transição do rolamento com deslizamento para o rolamento puro para diferentes ângulos de inclinação inicial analisados.

3.3.3.2 Ênfase na utilização de Materiais de Baixo Custo

Quando a experimentação é realizada com material de baixo custo ou custo zero o aluno sente-se livre para manipulá-lo e explorá-lo sem a preocupação de danificar um instrumento caro e complexo, permitindo assim uma maior liberdade para manipular despertando assim o interesse do aluno. Autores como Ferreira (1978) defendem a importância da utilização de material de baixo custo para atividades experimentais, propondo que os professores busquem alternativas à ausência de laboratórios bem equipados. Santos, Piassi e Ferreira (2004) argumentam que a familiaridade do aluno com os materiais utilizados (materiais de baixo custo) aproxima o aluno a do conhecimento científico, pois mostra que a Física se aplica ao mundo real, além de oportunizar estudante a manipulação e o controle, despertando o interesse e uma atitude mais questionadora.

Damásio e Steffanie (2007) descrevem uma atividade multidisciplinar realizada em uma escola pública da cidade de Criciúma, SC, envolvendo toda comunidade escolar do Ensino Médio na construção de aquecedores solares caseiros com materiais descartáveis.

Peralta e Rego (2016) exploram a utilização de fotodiodos de baixo custo como fotodetectores, apresentando uma discussão dos resultados obtidos com base na distribuição espectral de Planck.

Atividades experimentais sobre óptica são as com maior ocorrência no nível médio, entre elas está um experimento simples e de baixo custo para discutir a natureza ondulatória da luz e o limite em que a óptica geométrica é válida (SOUZA et al., 2015). A compreensão do mecanismo da visão em cores é discutida com base na teoria tri cromática de Young Helmholtz (SILVEIRA; BARTHEM, 2016a), fazendo uso de um LED tricolor RGB, em uma montagem de custo relativamente baixo. Um projetor de gotas é um experimento didático e de baixo custo (DORTA; SOUSA; MURAMATSU, 2016), que pode ser utilizado em aulas de diferentes disciplinas tanto de exatas como biológicas, em nível de ensino fundamental, médio e superior. Lunazzi e Magalhães (2009) propõem uma demonstração na qual a luz difratada por um simples disco digital funciona como um axicon. Tornando sua simplicidade uma possível observação e verificação de um fenômeno pouco explorado em sala de aula.

Um experimento muito difícil de classificar no qual os autores desenvolveram um programa de computador para a geração de áudio visando a determinação da velocidade do som no ar foi (PEREIRA; SILVA; FERREIRA, 2003). Apresentam roteiros experimentais podem ser realizados pelos alunos em casa.

Um aparato experimental construído com material de baixo custo, para realizar diversos experimentos em regime de corrente alternada (AZEVEDO et al., 2017), pode ser usado como uma ferramenta demonstrativa explorando a lei de indução e Faraday. Viana e Arnold (2017) propõem a construção de um circuito eletrônico para medir a impedância elétrica.

Para simular o movimento de rotação de um satélite artificial no espaço Reis e colaboradores (2008) utilizam latinhas de refrigerante vazias e outros matérias de baixo custo. Os conteúdos que podem ser explorados com esses experimentos são: terceira lei de Newton, pressão e movimento rotacional de um corpo no espaço.

3.3.3.3 Ênfase na Montagem de equipamentos

Nessa categoria agrupamos 40 artigos, o que está de acordo com Pinho (2000) que argumenta em sua pesquisa sobre publicações referentes a atividades experimentais que na ampla maioria das vezes as publicações oferecem sugestões para construção de novos equipamentos e novas montagens experimentais.

Silva e Leal (2017) apresentam uma proposta de construção de um laboratório de Física utilizando materiais recicláveis. Com os aparatos construídos é possível explorar atividades experimentais nas áreas da mecânica, óptica, eletricidade, magnetismo, hidrostática, termologia e física moderna.

Após um estudo, com alunos portugueses, sobre o ensino experimental da Física os autores desenvolveram um conjunto de kit experimentais com vários graus de complexidade, mas, nesse artigo é apresentada uma das experiências o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um receptor (voltmetro) e os resultados das experiências após algumas aplicações (OLIVEIRA; PAIXÃO, 2017).

Um indutímetro é construído para medida de pequenas indutâncias (LÜDKE, 2010a), possibilitando um estudo quantitativo nos laboratórios didáticos de eletromagnetismo. A construção de um gaussímetro de baixo custo (MAGNO; ANDRADE; ARAÚJO, 2011), no qual é apresentada uma proposta de construção de um sensor de campo magnético utilizando uma sonda de efeito Hall e componentes eletrônicos simples, é mostrado a aplicação no

mapeamento do campo magnético de um par de bobinas de Helmholtz. Porém, outros diferentes experimentos podem ser realizados com o gaussímetro proposto, permitindo comprovar experimentalmente as leis de Ampère, de Faraday e de Gauss para o magnetismo, bem como medir e estudar propriedades magnéticas de materiais. Robert (2003) mostra uma técnica para o cálculo do campo magnético gerado por uma bobina de Helmholtz em torno de seu centro de simetria. São descritos detalhes experimentais e citados experimentos que podem ser realizados com esta bobina. Utilizando materiais de baixo custo para reproduzir a Experiência de Oersted em sala de aula (CHAIB; ASSIS, 2007), além da descrição da montagem experimental os autores sugerem os procedimentos que podem ser utilizados para enriquecer as aulas de eletromagnetismo. A construção de um instrumento virtual usando um sistema de aquisição de dados que integra um conhecido software e um método físico particular sobre o estudo de curvas de histerese de fitas magnéticas macias (ROSA et al., 2016). Lüdke (2012) apresenta detalhes da construção de um capacímetro destinado a medidas de capacitância elétrica de pequenos objetos metálicos próximos entre si.

O estudo sobre a dinâmica de escoamento geofísico é possível com o projeto de construção de uma mesa giratória (MILL; SANTOS; PAIVA, 2015), os autores apresentam ainda, um experimento clássico que pode ser desenvolvido com o equipamento.

Um experimento, com montagem complexa é proposto por Lüdke e Cauduro (2013) destinado ao ensino de conceitos fundamentais da biofísica da ultrassonografia para fins de diagnóstico hemodinâmico e investigação da circulação arterial.

A utilização de placas Arduinas para a aquisição e automação de dados, mostra-se muito eficiente e versátil em atividades experimentais. Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011) apresentam como exemplo de aplicação o estudo de carga e descarga de um capacitor, fornecendo ainda todos os códigos fontes necessários para a interação com o Arduino, além de links para acesso a tutoriais que possibilitam a reprodução deste e outros experimentos. Voluci e colaboradores (2013) propõem o estudo do fenômeno de queda de um objeto automatizado com a placa Arduino, permitindo a análise e o conhecimento da incerteza de uma medida. Também utilizando uma placa de Arduino, Carvalho e Amorim (2014) apresentam uma montagem experimental simples para o estudo da maré atmosférica, e as oscilações barométricas, um efeito fundamentalmente de origem térmica devido ao aquecimento da atmosfera produzido pela radiação solar. Apresenta também uma comparação entre a maré atmosférica e o efeito gravitacional da maré oceânica, destacando as diferenças entre os dois fenômenos. O desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio (SILVEIRA; GIRARDI, 2017) que apresenta a

descrição da construção e do funcionamento de um aparato experimental para demonstrar o efeito fotoelétrico.

Utilizando LEDs Silveira e Barthem (2016b) propõem construir um disco, como o de Newton, no qual é possível compor através de LEDs coloridos não apenas a cor branca, como também a amarela, a ciano e a magenta. Dessa vez, as cores são geradas através da síntese aditiva com base na teoria tri cromática de Young-Helmholtz.

O artigo de Souza e Domingues (2016) descreve a construção e o funcionamento de um sistema de aquisição de dados automático de muito baixo custo formado por uma chave óptica (photogate), para uso em medidas de intervalos de tempo. Ainda objetivando medidas de intervalo de tempo encontramos um artigo que apresenta o desenvolvimento de um sistema de baixo custo, baseado em um micro controlador PIC (ANDRADES; SCHIAPPACASSA; SANTOS, 2013), sua aplicação ocorreu em um experimento que mostra a medida do período de oscilação de um pêndulo. Hessel e colaboradores (2008) mostram como montar um contador eletrônico digital de quatro dígitos, utilizando componentes de baixo custo, e ainda como um contador em associação com um cristal oscilador de 1 MHz pode ser utilizado para medir com precisão intervalos de tempo na faixa de microssegundos, décimos de milissegundos e milissegundos. Apresentam ainda cinco aplicações distintas envolvendo medida de frequência, velocidade e aceleração e técnicas eletrônicas para iniciar/interromper automaticamente uma contagem são também discutidos. Construção de um experimento de baixo custo para medir intervalos de tempo em sólidos rígidos que se movem no trilho e passam através das fotocélulas (MORALES; MORA, 2012). A preocupação sobre a aquisição de dados em laboratórios (CAVALCANTE; BONIZZIA; GOMES, 2008) levou os autores utilizarem a entrada de microfone da placa de som do computador como interface para medir intervalos de tempo em experiências de mecânica. O sistema usa sensores sensíveis à luz, acoplados diretamente na conexão mic da placa de som. A coleta e análise dos sinais gerados pelo bloqueio e desbloqueio de incidência de luz nos fotossensores são realizadas por intermédio de versões shareware e/ou freeware de programas de análise sonora disponíveis na Internet. O artigo de Hessel e Perinotto (2011) apresenta um método indireto para medir intervalos de tempo baseado na curva de descarga de um capacitor através de um resistor. Objetivando marcar o tempo para atividades experimentais de cinemática (HESEL et al., 2017), os autores apresentam a construção de um marcador de tempo utilizando um compressor de ar para aquário e uma caneta hidrográfica.

A construção de um aparato experimental, usando material de baixo custo e um software livre, LOGO utilizado na aquisição de dados (SOARES; BORGES, 2010), para investigar o conceito de inércia galileano, através do plano inclinado de Galileu.

Pizetta e Mastelaro (2014) propõem a construção de um dispositivo com materiais de relativo baixo custo para a determinação do coeficiente de dilatação térmica de diferentes materiais, além de sugerir e mostrar os dados obtidos com a análise de cinco elementos: alumínio, latão, cobre, cimento e vidro. Para determinar o coeficiente de dilatação é necessário uma boa técnica para medir a temperatura final dos corpos, o artigo de Gonçalves e colaboradores (2013) apresenta uma metodologia de medição para aferir a temperatura final dos corpos, mostrando ainda sua aplicação em uma atividade experimental. Silva e Muramatsu (2007) propõem uma técnica para determinar a medida do coeficiente linear de dilatação térmica do alumínio, usando o interferograma obtido a partir da transformada de Fourier sobre a soma de duas imagens de speckle deslocadas.

Para otimizar a diferença de temperatura e fluxo de calor, um tubo R-H é construído usando peças de baixo custo (GARCÍA CONTRERAS; MUÑOZ BRAVO; FAJARDO, 2008), possibilitando, ainda, verificar o efeito que tem que variar alguns de seus parâmetros, tais como: o comprimento do tubo, o diâmetro da saída de ar frio e o diâmetro de uma válvula cilíndrica no gradiente de temperatura gerado nas extremidades.

A construção da câmara anecoica usada para medir a perda de transmissão sonora é indicada em detalhe, usando materiais de baixo custo (PIEDRAHITA; FAJARDO, 2012), exibindo a dependência da perda da transmissão sonora com a densidade e estrutura do material utilizado para atenuar o som. A velocidade do som no ar e efeito Doppler podem ser explorados em um único experimento (LÜDKE et al., 2012), através dos circuitos de produção e captação de sinais de ultrassons em 40 kHz que permitem, além de determinar a velocidade, explora o efeito Doppler-Fizeau quantitativamente, o que não pode ser feito com ondas sonoras audíveis. Um sistema experimental para geração e aquisição de dados usando o microfone e sua placa de som (MAGNO et al., 2004), para demonstrar sua utilidade, é apresentado um estudo da ressonância de um circuito oscilador RLC. Uma análise dos aparatos experimentais para o estudo de ondas sonoras estacionárias (PIZETTA et al., 2017), a fim de melhorá-lo, os autores adaptaram para que a movimentação do êmbolo e do microfone fossem possíveis de forma independente. Uma abordagem teórica e experimental do oscilador harmônico em duas dimensões (PEREIRA et al., 2014), variando a frequência da onda é possível estudadas as diferentes curvas de Lissajous geradas pelo experimento. É possível verificar tanto a harmonicidade das ondas estacionárias quanto a relação numérica

existente entre os harmônicos presentes em oscilações obtidas para um dado modo de excitação (GOMES; LÜDKE, 2011).

A determinação da tensão superficial de líquidos é possível através da construção de uma balança com materiais de baixo custo proposta por Reis e colaboradores (2015). O princípio de funcionamento do dispositivo consiste na medida da força necessária para desprender uma lâmina de vidro parcialmente imersa em um líquido. Os valores da tensão superficial são calculados com base nos conceitos de momento de forças, e considera as interações intermoleculares entre a lâmina e a superfície do líquido.

Pedroso e colaboradores (2016) propõem a construção de um instrumento eletrônico denominado luxímetro digital, aliando a simplicidade e o baixo custo. Sugerem ainda atividades que possibilitam várias discussões sobre Óptica e Física Moderna. Para medir a fluorescência (PAVONI et al., 2014), os autores apresentam um arranjo simples e bastante ilustrativo que utiliza materiais disponíveis em laboratórios, o fluorímetro. Um aparato experimental de baixo custo para possibilitar estudos quantitativos e qualitativos sobre técnicas de espectrofotometria (LÜDKE, 2010b).

A descrição de um sistema fotodetector acessível (GUTIERRE et al., 2017), a partir de um resistor dependente de luz (LDR), o qual é um elemento cuja resposta é não-linear, por isso, necessita de uma calibração prévia do sistema. O novo sistema foi testado em experiências de quantificação da potência da luz em condições estacionárias.

Uma Oficina de Lunetas, de baixo custo, foi realizada num curso de formação continuada para professores em Baurú – SP (IACHEL et al., 2009). Seu objetivo era complementar os saberes docentes sobre a astronomia.

Abordagem do ensino de aspectos importantes da Física moderna através do uso de um laser de xenônio multi-iônico pulsado (GALLARDO; LAQUIDARA; ALMANDOS, 2007), possibilitando abordar aspectos importante da Física Moderna, o artigo apresenta a montagem do aparato experimental e algumas sugestões de estudos que podem ser realizados.

Serra, Moreno e Magalhães (2010) descrevem um aparato experimental portátil projetado para obter hologramas na escola e em casa. O artigo apresenta a metodologia a ser seguida, os métodos de processamento utilizados para diferentes tipos de emulsões holográficas, uma análise dos defeitos que os hologramas produzidos podem apresentar e a maneira de detectá-los e erradicá-los.

3.4 ARTIGOS PUBLICADOS PELA RBEF – TEÓRICOS

Consideramos aqui, artigos que discutem o papel e a importância da experimentação no ensino de Física bem como a eficiência das atividades, os benefícios alcançados através das mesmas e demais aspectos teóricos e metodológicos da sua utilização. Nesta classe selecionamos cinco artigos no período considerado.

Em trabalho intitulado: “Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru”, Grandini e Grandini (2004) mostram que, na opinião dos alunos (futuros professores) o laboratório didático vem cumprindo o seu papel, e que estes indicam como benefícios de sua utilização o fato de proporcionarem maior contato entre professor e aluno, ensinando princípios e atitudes no trabalho experimental, aprimorarem a capacidade de observação, utilizando dados experimentais na solução de problemas específicos e, principalmente, estimularem e manterem o interesse dos alunos no ensino de Física.

Pereira e Barros (2010) discutem os resultados de um projeto implementado em 2008 em três turmas, durante quatro meses, no Rio de Janeiro, que resultou na produção de 14 vídeos sobre atividades experimentais. Além da análise realizada sobre os vídeos, embasados no referencial de Nedelsky para o trabalho experimental e de Driver para os aspectos da representação epistemológica dos estudantes, o artigo apresenta uma discussão sobre importância do uso de atividades didáticas práticas.

A eficiência relativa de dois métodos de aprendizagem: *Ler, Apresentar, Questionar (LAQ)* e *Experimentação, Discussão (ED)*, foi avaliada por Marušić e Sliško (2012). O objetivo do trabalho foi de estabelecer princípios para a mudança da atitude negativa dos alunos frente ao ensino de Física. Os autores concluíram que o método ED melhora significativamente a atitude dos alunos frente ao estudo da disciplina.

Afonso e Chaves (2015) analisaram os três volumes da obra *Problemas Práticos de Physical Elementar*, de Heitor Lyra da Silva, editada entre 1916 e 1929, destinada a alunos dos então cursos regulares (primário e secundário) e profissional. O livro se preocupou em trazer propostas experimentais, em quase todos os conteúdos programáticos, que fossem acessíveis a todas as regiões do país. Ele traz uma discussão acerca dos motivos pelos quais ideias inovadoras da educação sob princípios liberais não conseguiram se impor às correntes conservadoras que dominavam o cenário educacional brasileiro, sendo a nova proposta didática relegada ao esquecimento.

Um estudo investigativo para o ensino de espelhos esféricos foi realizado por Sasaki e Jesus (2017). O trabalho foi desenvolvido utilizando uma metodologia de aprendizagem ativa com a estratégia de analogias ponte e conceitos âncora. Os estudantes, quatro turmas distintas

de uma escola da rede federal, realizaram dois experimentos referentes as características das imagens formadas por um espelho côncavo. As conclusões do artigo são referentes a relação entre conflito cognitivo e conceitos prévios, e as mudanças que o uso de uma metodologia de aprendizagem ativa que provoque o conflito cognitivo com as analogias ponte podem gerar.

3.5 CONSIDERAÇÕES

Ao analisarmos as publicações ao longo dos anos, percebeu-se que no período que abarca os oito anos finais da pesquisa, ocorreu um aumento significativo de mais de cem por cento nos trabalhos que abordavam o tema de atividades experimentais. Uma das possíveis causas desse aumento expressivo é a preocupação dos professores em variar as estratégias de ensino, para motivar os alunos ao ensino de Física, o que corrobora com Shulman e Tamir (1988) que ao justificarem a importância do uso do laboratório no ensino de ciências enumera alguns benefícios, entre eles está despertar e manter interesse, atitude, satisfação, mente aberta e curiosidade na ciência. Segundo (BORGES, 2002), o ensino prático tem ganhado importância e prestígio devido a popularização das ideias progressistas ou desenvolvimentistas no pensamento educacional.

Ao classificarmos e expormos, sucintamente, o objetivo de cada artigo produzimos um trabalho que poderá ser usado como fonte de consulta para docentes que desejam inserir a atividade experimental como estratégia de ensino em sua prática docente, pois, é possível ter um panorama das publicações sobre atividades experimentais de um periódico de grande importância e relevância, por um período de 16 anos.

Nossa revisão evidenciou uma carência de atividades experimentais no Ensino Fundamental e Médio, restando-nos a dúvida da inexistência de atividades ou a falta de hábito dos docentes de pesquisarem sua prática e publicarem. Segundo (SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004) a ausência de atividades experimentais pode privar o aluno da formação de diversas habilidades e hábitos.

A grande maioria dos artigos sobre atividades experimentais discorre sobre técnicas de construção de novos aparatos, muitos deles, para obtenção de medidas mais precisas. Essa preocupação dos professores em elaborar, improvisar, adaptar materiais e atividades experimentais é importante e desafiadora. Importante porque os docentes acreditam na eficiência e na eficácia dessas atividades e desafiadora pois as atividades práticas devem ser cuidadosamente planejadas e organizadas para cumprirem o seu papel de facilitadora da aprendizagem. Concordando com Borges (2002) que enfatiza a necessidade de encontrar

novas maneiras de usar as atividades experimentais para que elas de maneira criativa, eficiente e com objetivos bem definidos contribuam na busca de um processo de ensino e aprendizagem mais eficiente.

Dos artigos destinados ao Ensino Médio menos da metade apresentavam indícios de como a atividade seria implementada. Após analisarmos o Grau de direcionamento dos artigos, segundo a classificação apresentada por Pella e Schermann (1969), dois artigos foram classificados com o Grau I, três foram classificados no Grau II, dois se enquadraram no Grau III e apenas um pode ser classificado como Grau IV, demonstrando a carência de atividades que dão ao aluno o protagonismo no processo de aprendizagem, dando-o liberdade para tomar decisões, levantar hipóteses, pensar e discutir sobre quais procedimentos devem ser implementados para conseguir resolver o problema sugerido. Não encontramos nenhum artigo que relacionasse a atividade e a motivação dos alunos. Demonstrando assim a relevância do nosso estudo.

Parte dessa revisão bibliográfica foi estruturada como artigo (HOLZ; BATTISTEL; SAUERWEIN, 2020) e publicada na Revista Ensino e Pesquisa. Um periódico quadrimestral da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), Centro de Ciências Humanas e Educação, que tem como objetivo publicar artigos científicos voltados às licenciaturas e à formação docente em várias áreas de conhecimento.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Pesquisar, *in loco*, no ambiente educacional nos proporciona vários desafios, dificuldades, surpresas, imprevistos e possibilidades de *insights*, para resolver problemas práticos, que inúmeras vezes não foram previstos ou pensados durante os planejamentos.

Cada turma tem características e peculiaridades especiais, cada aluno tem seu ritmo, seus conhecimentos prévios assim como suas dúvidas, suas limitações, seus entusiasmos, motivações, conhecimentos e bagagem cultural. É nessa miscelânea, nesse terreno fértil e desafiador que ocorre nossa pesquisa, no contexto real de sala de aula. Buscamos compreender como propiciar e fomentar a motivação para que os alunos se tornem mais engajados e partícipes de seus processos de construção do conhecimento.

A diversidade de problemas reais de sala de aula é grande. A delimitação daquilo que se pretende estudar para resolver determinado problema, que nesse caso diz respeito à falta de motivação de muitos estudantes, pressupõe um trabalho cíclico de reflexão, estruturação, ação, observação, intervenção, reflexão e reestruturação, na busca por respostas de quais elementos fomentam a motivação dos estudantes, e nos concentrando em como elaborar, modificar e refazer nossas atividades práticas para que uma mudança real possa acontecer, sobretudo em relação a essa motivação.

4.1 METODOLOGIA

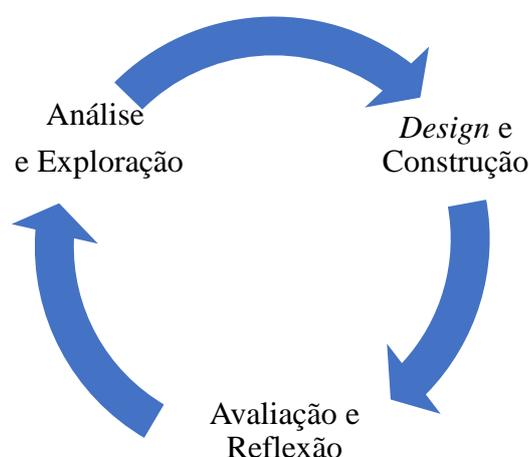
A *Education Design Research* (EDR), uma metodologia de aplicação prática que combina a investigação científica com a sistemática do desenvolvimento e implementação de soluções para os problemas educacionais. Mckenney e Reeves (2012) enfatizam que:

“A EDR pode ser definida como um gênero de pesquisa que o desenvolvimento iterativo de soluções para problemas educacionais práticos e complexos também fornece o contexto para a investigação empírica que produz uma compreensão teórica que pode informar o trabalho de outros...”(MCKENNEY; REEVES, 2012).

A EDR é uma concepção de pesquisa e não um método fixo, pois existem múltiplas abordagens para conduzi-la. Em particular, nos identificamos com a proposta de Mckenney e Reeves (2012) ao recomendar três fases principais de um modelo cíclico iterativo que apresenta: análise e exploração; *design* e construção; e avaliação e reflexão. Por meio dela é possível produzir princípios de *design* e melhorar a implementação da solução, conforme

apresentado na Figura 1. Nosso estudo ocorre através de múltiplas iterações de investigação, desenvolvimento, teste e reflexão crítica, para aceitar, refinar ou refutar os elementos da atividade prática, visando seu refinamento para encontrarmos a melhor solução possível para nosso problema. Neste sentido, estaremos focados na compreensão dos resultados obtidos após cada intervenção.

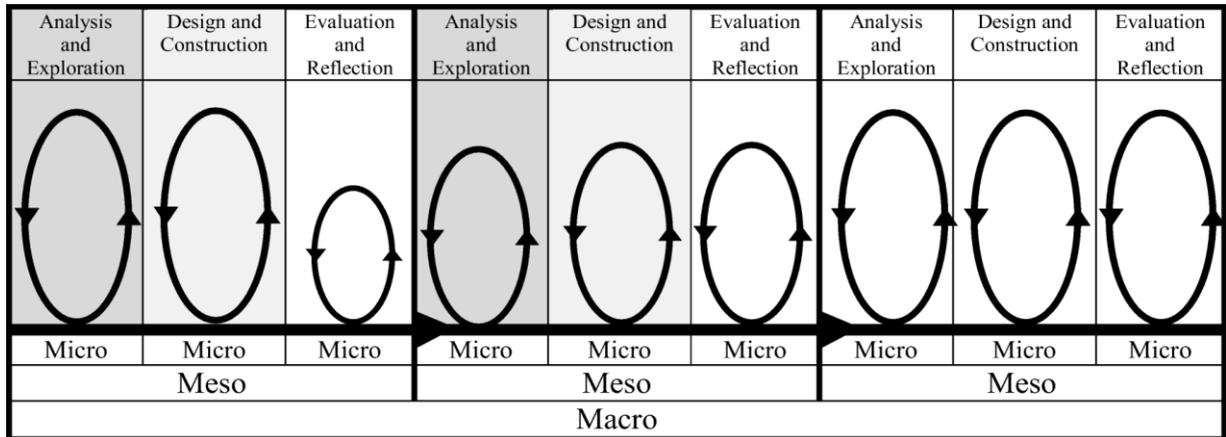
Figura 1 – Ciclo iterativo proposto por Mckenney e Reeves (2012) utilizado para desenvolver nosso estudo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Cada uma das oito atividades desenvolvidas ao longo do ano letivo constitui um mesociclo que se desenvolve e progride através de três microciclos que o compõem, a saber: análise e exploração; *design* e construção; e avaliação e reflexão. Desta forma, individualmente, as atividades são desenvolvidas, implementadas, avaliadas e submetidas posteriormente a um refinamento, visando aprimorá-las e torná-las uma estratégia de ensino mais condizente com nossos objetivos. A Figura 2 proposta por (MCKENNEY; REEVES, 2012) elucida os processos da nossa pesquisa.

Figura 2 – Micro, Meso e Macro ciclos da Educational Desing Research.



Fonte: Mckenney e Reeves (2012, p. 89).

Todo o nosso processo de pesquisa pode ser considerado um macrociclo, pois se desenvolve através das implementações, reflexões e amadurecimento ao longo do tempo. É importante ressaltar que a duração de cada micro ou mesociclo não é fixa, como pode ser verificado no tamanho diferentes dos ciclos da Figura 2, proposta por Mckenney e Reeves (2012, p 89).

4.2 UNIVERSO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no segundo ano do Ensino Médio de um Colégio Público Federal, nos anos de 2017 e 2018, a investigação ocorre nas turmas em que a autora da tese é docente. A carga horária da disciplina de Física é de três horas aula semanais com duração de 45 minutos cada aula. O Plano de Sequência Didática implementado na escola aborda os conteúdos de Oscilatória, Ondas (acústica e óptica), Termologia e Termodinâmica.

As atividades práticas são realizadas no Laboratório de Física da escola, o qual encontra-se em um espaço físico próprio e conta com a infraestrutura necessária para o desenvolvimento das atividades, bem como os equipamentos e insumos necessários para as mesmas. As atividades práticas foram realizadas nos horários normais da disciplina de Física e ocorreram sempre após a explanação teórica referente aos assuntos abordados e foram precedidas da entrega de um roteiro específico, denominamos esse momento de pré-experimento. Posteriormente à sua realização, na mesma aula, são entregues os

roteiros/relatórios, construídos pelos alunos em grupos. Após a realização da atividade, na aula seguinte, ela é retomada sendo analisada no grande grupo com a intenção de realizar um fechamento da mesma, chamamos esse período de pós-experimento. Todas as atividades constituem ciclos completos envolvendo pré-experimento, experimento e pós-experimento.

No ano de 2017, havia três turmas de segundo ano: F1 (34 alunos), F2 (34 alunos) e F3 (34 alunos).

Em 2018, contamos com quatro turmas de Segundo ano: F1 (26 alunos), F2 (28 alunos), F3 (28 alunos) e F4 (28 alunos) totalizando 110 alunos.

A pesquisa ocorreu com todas as turmas, pois acreditamos na potencialidade das atividades práticas e em sua importância pedagógica, além do mais, essas já estão incorporadas à nossa prática docente. Apesar do grande número de dados a serem analisados, cremos que quanto maior o número de implementações em turmas diferentes, mais ricas e produtivas serão as observações, os refinamentos e os princípios de *design* oriundos dessas.

4.3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O levantamento dos dados se fez por meio de quatro instrumentos: observações durante a realização das atividades práticas, o Diário de Bordo, o material produzido pelos alunos participantes (roteiros/relatórios e provas) e questionários, respondidos também pelos alunos.

Durante a realização dos experimentos, a professora também pesquisadora, deve prestar atenção em todos os detalhes, ter um olhar crítico e, sempre que possível, livre de sentimentos sobre a atividade em andamento para fazer as observações cuidadosas, buscando, principalmente, verificar os pontos frágeis e deficitários que necessitam de alterações.

O Diário de Bordo é usado para documentar elementos importantes verificados durante a implementação e a posteriori, quando da leitura dos roteiros/relatórios produzidos pelos alunos. Essas anotações são essenciais, pois podem ser retomadas a qualquer momento, permitindo leituras e releituras, proporcionando uma reflexão crítica sobre o trabalho realizado, servindo como base para a reestruturação da atividade ou a elaboração das atividades seguintes. Busca-se, dessa forma, manter-se um olhar permanente sobre o problema avaliando-se as possíveis soluções e alterações necessárias.

Os relatórios produzidos pelos alunos não são aqueles convencionais que o aluno deve fazer em casa seguindo uma estruturação fixa e padronizada, mas os roteiros das atividades,

os quais possuem perguntas, tarefas e análises que os estudantes devem responder, executar e elaborar durante a atividade e entregar no final da aula. A escolha por esse tipo de roteiro/relatório tem como objetivo envolver o aluno durante a realização do trabalho. Nas atividades mais abertas, aquelas que só apresentam o objetivo sem maiores detalhamentos acerca do procedimento a ser seguido, os alunos devem descrever e justificar as etapas realizadas, quando necessário, e apresentar os resultados obtidos.

Dois questionários foram aplicados. O primeiro (Apêndice I), compostos por oito questões abertas, respondido de forma anônima pelos alunos, com o objetivo de verificar a opinião dos estudantes frente as oito atividades práticas realizadas nas três turmas de 2017, cabe ressaltar que em 2018 os estudantes, das quatro turmas, responderam apenas as duas primeiras perguntas desse questionário. O segundo questionário (Apêndice R) foi composto por 11 questões, no qual os estudantes deveriam, de forma anônima, responder por meio de uma escala Likert, e ainda poderiam colocar observações em suas respostas, avaliando as cinco estratégias de ensino mais utilizadas pelos professores durante os dois primeiros trimestres letivos de 2018 e parte do terceiro trimestre do mesmo ano, nas quatro turmas de 2018. Para a análise dos dados da pesquisa nos baseamos na Análise de Conteúdo, desenvolvida por Bardin.

4.4 SISTEMÁTICA DA PESQUISA

Uma vez que a essência da pesquisa realizada busca os princípios *design*, a construção, a implementação, a análise reflexiva e conseqüente aprimoramento das atividades práticas, criamos uma matriz que permite uma sistematização do trabalho realizado. Esta matriz, denominada Matriz Organizacional Panorâmica, permite uma visão mais ampla dos elementos que são submetidos à análise no trabalho, constituídos das oito diferentes atividades práticas e suas evoluções, ou seja, das versões revisadas das mesmas e aplicadas na etapa subsequente. Essa matriz foi de fundamental importância em nossa organização e desenvolvimento, possibilitando uma visão holística de todo o processo, principalmente, nas reflexões após implementação de cada uma das atividades práticas. Na Figura 3 podemos observar a matriz composta por 24 elementos $a_{i,j}$, a seguir definidos.

Figura 3 - Matriz Organizacional Panorâmica constituída por elementos $a_{i,j}$, caracterizando as i -ésimas versões, ou etapas de aplicação e as j -ésimos assuntos tratados nas atividades práticas implementadas.

a	a	a	a	a	a	a	a
1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
a	a	a	a	a	a	a	a
2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
a	a	a	a	a	a	a	a
3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8

Fonte: Elaborada pela autora.

Onde:

i está relacionado ao ano letivo:

- 1 → 2017
- 2 → 2018
- 3 → nova versão

j corresponde ao conteúdo:

- 1 → Pêndulo Simples
- 2 → Ondas Sonoras
- 3 → Reflexão - Espelhos Planos
- 4 → Reflexão – Espelhos Esféricos
- 5 → Composição e Decomposição da Luz
- 6 → Processos de Propagação do Calor
- 7 → Dilatação
- 8 → Calor específico

Após a implementação de uma determinada atividade prática, as observações e ideias surgidas numa execução, em uma dada turma, podem ser incorporadas na mesma atividade no ano seguinte $a_{i+1,j}$ (mesmo conteúdo), ou nas próximas atividades realizadas no mesmo ano $a_{i,j+1}$. (conteúdos diferentes).

A Figura 4 apresenta explicitamente as atividades práticas que constituem os elementos da Matriz Organizacional Panorâmica do nosso trabalho:

A constatação da necessidade de possíveis refinamentos ocorre, muitas vezes, durante a implementação da atividade. Por isso, é preciso um olhar atento e uma atenção plena, pois, no momento da realização da atividade a professora e a pesquisadora são uma só pessoa e, muitas vezes, assumir os dois papéis não é uma tarefa fácil. A pesquisa ocorre durante a aula, e em nenhum momento a professora pode desassistir os alunos, principalmente no momento de sanar suas dúvidas e auxiliá-los em suas dificuldades, porém, é necessário que a

pesquisadora também atue, observando criticamente o desenvolvimento da atividade. Cabe ressaltar que cada indivíduo tem seu tempo e ritmo de trabalho que deve, na medida do possível, ser respeitado.

Figura 4 – Atividades práticas que compõe os elementos da Matriz Organizacional Panorâmica.

Pêndulo Simples 2017	Ondas Mecânicas 2017	Reflexão - Espelhos Planos 2017	Reflexão - Espelhos Esféricos 2017	Composição e Decomposiçã o da Luz 2017	Propagação do calor 2017	Dilatação 2017	Calor Específico 2017
Pêndulo Simples 2018	Ondas Mecânicas 2018	Reflexão - Espelhos Planos 2018	Reflexão - Espelhos Esféricos 2018	Composição e Decomposiçã o da Luz 2018	Propagação do calor 2018	Dilatação 2018	Calor Específico 2018
Pêndulo Simples	Ondas Mecânicas	Reflexão - Espelhos Planos	Reflexão - Espelhos Esféricos	Composição e Decomposiçã o da Luz	Propagação do calor	Dilatação	Calor Específico

Fonte: Elaborada pela autora.

Quando a aula no laboratório termina a tarefa da professora-pesquisadora continua, é hora da reflexão, isolamento, sinceridade, satisfação e frustração. Analisar o que deu certo, o que pode melhorar e principalmente o que deu errado, creio que esse é o ponto principal: aceitar que falhamos e somos imperfeitos. Após esse momento de análise do fazer docente, é chegada a hora de voltar à pesquisa, de analisar os roteiros dos alunos, um momento de imersão total nas suas produções, de ler e reler, de expectativa e de ansiedade frente à uma verdadeira prospecção. Avaliamos as diversas etapas dessas produções, os pressupostos, os procedimentos e suas conclusões, investigando o que pode ser melhorado. Além disso, não se pode esquecer do planejamento do pós-experimento, o qual se constitui em um momento fértil e crucial para a aprendizagem, pois é o momento de retificação e também de ratificação do conhecimento. É necessário esforço e comprometimento, para que esse momento sempre aconteça na aula seguinte da aula na qual a atividade foi realizada.

Com esse trabalho de reflexão é possível fazer o refinamento da atividade já desenvolvida, $a_{i,j}$, e ainda projetar o desenvolvimento da próxima atividade $a_{i+1,j}$ ou $a_{i,j+1}$,

levando em consideração os *insights* ocorridos em uma atividade que podem ser aplicados na próxima, mesmo referindo-se a conteúdos distintos, para que a atividade seguinte já “nasça” à luz das intenções originais: motivar os alunos para a aprendizagem, de uma maneira mais eficiente que a anterior propiciou. É nesse processo cíclico de ação e reflexão, de idas e voltas, que se desenvolve nosso trabalho.

4.5 A PESQUISA

Nesta subseção será contemplado o desenvolvimento que ocorreu nos anos letivos de 2017 e 2018. Apresentaremos a classificação e a implementação de cada uma das oito atividades práticas desenvolvidas juntamente com a análise e reflexão de cada uma das atividades. Em seguida exibiremos o resultado da análise dos questionários respondidos, pelos estudantes, em cada ano letivo, sempre com o objetivo de buscar indícios quais os contextos e abordagens, dentre os utilizados, são os mais propícios para fomentar a motivação dos estudantes e servirão como princípios de *design* para atividades futuras.

4.5.1 Primeiro Ano Letivo: 2017

Faremos inicialmente, a classificação das atividades implementadas no ano de 2017 segundo o Grau de liberdade propostos por Pella e Shermann (1969). Em seguida discorreremos sobre a implementação das atividades, juntamente com as observações e anotações do Diário de Bordo, analisando e refletindo quais alterações podem ser consideradas no *design* e construção da mesma atividade no ano seguinte $a_{i+1,j}$ (mesmo conteúdo), ou nas próximas atividades realizadas no mesmo ano $a_{i,j+1}$ (conteúdos diferentes).

4.5.1.1 Classificação das atividades – quanto ao grau de liberdade

As atividades práticas desenvolvidas ao longo do ano letivo variaram quanto ao seu grau de direcionamento. O Quadro 4 mostra a classificação das atividades realizadas pelos alunos segundo os graus de liberdade introduzidos por Pella e Shermann (1969).

A primeira atividade realizada foi referente ao Pêndulo Simples, a qual tinha como objetivo determinar a aceleração da gravidade local. Para a sua realização os alunos receberam um roteiro que continha todos os passos que deveriam ser seguidos durante a execução. Ela foi classificada com Grau de liberdade I, pois o roteiro era extremamente

direcionado e a ação dos estudantes se restringia à obtenção dos dados e de cálculos simples para encontrar o resultado.

Quadro 4 – Classificação das atividades práticas implementadas em 2017, quanto aos graus de liberdade propostos por Pella e Shermann (1969).

Grau de liberdade	Atividade Prática
Grau I	Pêndulo Simples
Grau II	Ondas Mecânicas – Tubos sonoros Reflexão – Espelhos Planos Reflexão – Espelhos Esféricos Propagação do Calor Dilatação
Grau III	Composição e Decomposição da Luz
Grau IV	Calor Específico
Grau V	-

Fonte: Elaborado pela autora.

A segunda atividade realizada foi relativa a Ondas Sonoras. Neste caso os estudantes receberam tubos plásticos com diferentes comprimentos e béquer com água, possibilitando alternar as extremidades para aberta ou fechada (quando imerso na água) e ainda variar o comprimento do tubo. O objetivo dessa atividade era que os alunos produzissem, soprando no tubo plástico, pelo menos duas frequências de ressonância dentro do tubo e observassem a variação da frequência obtida em função do comprimento do tubo, além de determinar as frequências que podiam ser obtidas com ele. Esta atividade foi classificada como Grau II.

A atividade sobre Espelhos Planos tinha como objetivo observar a reflexão e comprovar as leis que a regem, a partir de um roteiro direcionado, por isso ela também foi classificada como Grau II. A mesma classificação foi dada à atividade sobre Espelhos Esféricos, na qual os alunos tiveram a oportunidade de observar o foco real (espelhos côncavos) e virtual (espelhos convexos), além de ver as diferentes possibilidades de formação de imagens em um espelho côncavo, variando a posição do objeto em relação ao centro de curvatura do espelho.

A quinta atividade executada pelos alunos foi de óptica envolvendo a Composição e Decomposição da Luz. O roteiro possuía apenas o objetivo, que era o de verificar a composição e a decomposição da luz, a partir do material disposto nas bancadas. Como os

alunos tiveram que decidir sobre os procedimentos que deveriam realizar para atingir o objetivo, classificamos essa atividade como Grau III.

A sexta atividade experimental foi classificada como Grau II. Nesta atividade sobre termologia, os alunos encontravam sobre as bancadas cinco estações distintas (cada uma relacionada a uma subatividade), envolvendo os processos de propagação do calor. No roteiro os alunos eram questionados e instigados a analisar e concluir em relação ao processo envolvido em cada estação e explicar como ele ocorria.

Para estudar a Dilatação dos corpos os alunos realizaram a sétima atividade, também classificada como Grau II. Foram utilizadas três barras de materiais diferentes e um dilatômetro, que além de registrar a dilatação, possibilitava variar o comprimento das barras. Os estudantes receberam um roteiro fechado orientando-os como proceder para determinar os coeficientes de dilatação linear das três barras.

A última atividade realizada pelos alunos foi classificada como Grau IV, pois os alunos receberam um roteiro que informava apenas o objetivo: determinar o calor específico de uma substância desconhecida, utilizando o material disposto na bancada. Trata-se de um problema prático aberto, no qual os alunos deveriam levantar hipóteses e tomar decisões sobre os procedimentos e estratégias para resolvê-lo.

4.5.1.2 Implementação das atividades

A seguir apresentamos um relato das atividades realizadas no ano de 2017, que contempla uma descrição das diversas etapas da pesquisa e expõe os principais resultados obtidos nesse procedimento.

Pêndulo Simples a_{1,1}

A primeira atividade realizada foi sobre o Pêndulo Simples (Apêndice A), que ocorreu nos dias 10 e 13 de fevereiro, com duração de um período (45 minutos). Por ser a primeira atividade que realizaríamos com as turmas e seguindo o que preconizam alguns autores, como Ribeiro, Freitas e Miranda (1997), que consideram que as deficiências formativas dos alunos implicam na necessidade de uso da experimentação baseada em um modelo estruturado nas etapas iniciais, e, somente em etapa posterior, quando os alunos já estão familiarizados com o laboratório, poderiam ser utilizadas abordagens não estruturadas, optamos por iniciar com um

roteiro onde eram direcionados todos os passos. O objetivo era determinar a aceleração da gravidade local.

Toda a turma foi para o laboratório e eles se dividiram em grupos de quatro ou cinco alunos. Como muitos alunos nunca tinham entrado em um laboratório isso gerou muita curiosidade e distrações. Mesmo com um roteiro, com classificado como Grau I, do tipo “receita de bolo” que possuía o passo a passo, os alunos não tiveram a iniciativa de chegarem na bancada e começarem a fazer o experimento, muitos, apesar de estarem com o roteiro em mãos, perguntavam o que deveria ser feito.

No roteiro, objetivando minimizar os erros por tempo de reação, solicitamos aos alunos que marcassem o tempo de 10 oscilações, em seguida deveriam determinar o período médio. Cabe salientar que para a grande parcela dos alunos não era óbvio que o período médio era o tempo de dez oscilações dividido por dez.

Percebi que na maioria dos grupos havia alunos atentos, interessados e preocupados com o experimento e outros que estavam dispersos e desinteressados. Refletindo sobre essa situação, concluí que três motivos podem ter gerado esse quadro: grupos grandes, a não exigência da entrega do roteiro/relatório e a ideia corrente de que o conteúdo abordado também não seria cobrado.

Na aula seguinte, na sala de aula, o experimento foi retomado chamando atenção para algumas situações (esse momento é chamado de pós-experimento):

- Cuidados com medidas;
- Manter as condições iniciais;
- Ratificação de algumas evidências observadas no experimento;
- Utilizando os dados de um grupo voluntário determinamos o valor da

gravidade local. Esta ação foi necessária uma vez que, durante os atendimentos na aula prática percebi que os alunos, de modo geral, estavam com grandes dificuldades matemáticas para realizar os cálculos. Após a obtenção do resultado, discutimos as possíveis causas de erro.

Mudanças para $a_{1,2}$ (Ondas Mecânicas 2017)

- Dar mais atenção ao pré-experimento (solicitar que os alunos façam uma leitura prévia do roteiro, se inteirando do que deverão fazer no laboratório e que a professora possa sanar algumas dúvidas, de forma coletiva, antes da realização do experimento);

- Cobrar a entrega do roteiro/relatório individual e no final da aula.

Mudanças para $a_{2,1}$ (Pêndulo Simples 2018)

- Levar os alunos ao laboratório antes da primeira atividade prática;

- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Dar mais atenção ao pré-experimento;
- Cobrar a entrega do roteiro/relatório individual e no final da aula;
- Não colocar tabela.

Ondas Mecânicas - Tubo Sonoros $a_{1,2}$

A atividade prática sobre Tubos Sonoros (Apêndice B) teve duração de um período (45 minutos) e ocorreu nos dias 06 de abril com as turmas F1 e F3 e 07 de abril com a turma F2. Os alunos receberam o roteiro antes de ir ao laboratório, foi destinado um tempo para que eles o interpretassem e verificassem o que deveria ser feito. No laboratório eles formaram grupos de quatro a cinco integrantes, porém, foram advertidos que o roteiro/relatório deveria ser entregue individualmente, no final da aula prática. Observamos que essa aula foi mais tranquila que a anterior, talvez por já ter passado a curiosidade inicial ou pela necessidade da entrega do roteiro/relatório.

Na aula seguinte, os roteiros/relatórios foram devolvidos, o experimento foi retomado e os cálculos necessários foram resolvidos de forma coletiva.

Mudanças para $a_{1,3}$ (Reflexão – Espelhos Planos 2017)

- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Dar mais atenção no pré-experimento;
- Elaborar, sempre que possível, na forma de questionamento;
- Contemplar situações cotidianas (sempre que possível elucidar o roteiro com situações curiosas ou desafiadoras do dia a dia, buscando sempre atrair a atenção dos alunos e que os mesmos possam perceber que o conteúdo estudado em sala de aula possui relação direta com as situações vivenciadas em seu cotidiano extraclasse);
- Cobrar a entrega do roteiro/relatório individual e no final da aula.

Mudanças para $a_{2,2}$ (Ondas Mecânicas 2018)

- Elaborar, sempre que possível, na forma de questionamento;
- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Dar mais atenção no pré-experimento;
- Cobrar a entrega do roteiro/relatório individual e no final da aula.

Reflexão – Espelhos Planos a_{1,3}

A atividade prática sobre reflexão da luz (Apêndice C) não é possível realizar em apenas um período, assim as turmas F1 e F3 realizaram em dois dias (18 e 22 de maio), como a turma F2 tinha dois períodos conjugados eles realizaram no dia 25 de maio.

Graças à disponibilidade de vários aparatos experimentais, os alunos puderam formar duplas ou trios, mantendo-se a entrega individual do roteiro/relatório ao final da aula. As turmas que realizaram a atividade em dois dias deixaram os roteiros/relatórios no laboratório no final da primeira aula.

Com essa atividade era esperado que os alunos observassem a reflexão da luz, comprovassem as leis que regem esse fenômeno e compreendessem os eclipses lunar e terrestre.

Para a realização da atividade a turma toda foi para o Laboratório, provavelmente, por isso, a turma tenha ficado agitada e barulhenta em alguns momentos. Apesar de não esperar que os alunos fiquem em completo silêncio, e de sabermos que as interações entre eles são salutares, muitas vezes verificou-se que os diálogos não eram sobre a atividade. Em função dessa observação, decidiu-se que, para as próximas atividades será implementada uma nova logística: dividir a turma em dois grupos, enquanto a metade da turma ficará com a professora no laboratório, a outra estará na sala de aula, com a monitora resolvendo exercícios.

Mudanças para a_{1,4} (Reflexão – Espelhos esféricos 2017)

- Levar metade da turma, para propiciar uma interação com mais qualidade entre professor-aluno;
- Utilizar, sempre que possível, dois períodos consecutivos;
- Elaborar, sempre que possível, o roteiro na forma de questionamento;
- Realizar a atividade em dupla.

Mudanças para a_{2,3} (Reflexão – Espelhos Planos 2018)

- Elaborar, sempre que possível, o roteiro na forma de questionamento e deixar espaço no mesmo para as respostas. Dessa forma torna-se mais evidente a necessidade da resposta;
- Cobrar a entrega do roteiro/relatório individual e no final da aula;
- Se possível, utilizar dois períodos seguidos;
- Chamar atenção que os alunos devem ficar posicionados na frente dos espelhos para visualizar as imagens formadas;
- Realizar a atividade em duplas ou trios.

Reflexão – Espelhos Esféricos a_{1,4}

Essa atividade prática (Apêndice D) teve dois objetivos: i) que os alunos conseguissem visualizar e entender que um espelho côncavo possui foco real e um espelho convexo foco virtual; e ii) oportunizar a visualização das imagens resultantes da variação da posição do objeto em relação ao espelho côncavo.

As atividades foram realizadas nos dias 29 de maio, 01 de junho e 02 de junho. Apesar de ter ocorrido em dias com dois períodos consecutivos, o tempo não foi suficiente, sendo necessário mais um tempo extra com cada turma. A sistemática da divisão da turma foi novamente adotada nestes dias, de modo que os alunos puderam trabalhar em pares. Essa estratégia proporcionou um maior envolvimento dos alunos com o experimento tendo-se verificado que eles trabalhavam juntos e discutiam o experimento.

Acreditando que a atividade não termina quando os alunos entregam o roteiro/relatório e saem do laboratório, não economizo esforços para corrigir e entregar os roteiros/relatórios com o *feedback* na aula seguinte, é nessa leitura minuciosa e detalhada que consigo evidenciar as dúvidas, os conceitos que não estão claros, os equívocos e pontos importantes que devem ser ratificados ou retificados na aula pós-experimento. Decidi que as duplas deveriam entregar um roteiro/relatório apenas, essa mudança foi realizada visando diminuir a carga da professora.

Nesse experimento, tentamos utilizar um roteiro mais aberto, porém, percebemos a grande dificuldade dos alunos em executá-lo. A professora foi solicitada o tempo todo, porém foi possível ter uma boa interação com as duplas, percebendo-se suas dificuldades e suas dúvidas em relação aos conceitos estudados.

Apesar da aula no laboratório ter sido muito produtiva, essa logística foi problemática, pois, os alunos quando estavam na sala ficaram muito dispersos, e em muitos momentos não respeitando a monitora, devido a esse episódio, podemos dizer que foi utilizado muito tempo e esse pouco produtivo.

Na semana seguinte, os alunos realizaram uma avaliação, em que algumas questões estavam relacionadas com a atividade experimental. Verificamos que 87% dos alunos responderam essas questões de maneira correta, o que evidencia que o experimento foi significativo para esses alunos.

Mudanças para a_{1,5} (Composição e Decomposição da Luz 2017)

- Roteiro com grau de liberdade maior;
- Elaborar, sempre que possível, os roteiros na forma de questionamentos;

- Montar grupos pequenos.
- Mudanças para a_{2,4} (Reflexão – Espelhos Esféricos 2018)*
- Elaborar, sempre que possível, na forma de questionamento e deixar espaço no próprio roteiro para as respostas, ficando mais evidente a necessidade da resposta;
 - Detalhar as posições que os alunos deverão colocar o objeto, para garantir que sejam visualizadas as imagens em todas as variações;
 - Realizar a atividade em duplas;
 - Cobrar a entrega de um roteiro/relatório por dupla e no final da aula;
 - Se possível, utilizar dois períodos seguidos;
 - Entregar o roteiro em sala de aula, para que os alunos possam analisar quais são as dúvidas ou informações indispensáveis para a realização da atividade.

Composição e Decomposição da Luz a_{1,5}

Para a realização dessa atividade (Apêndice E), optamos por um roteiro com maior grau de liberdade, os alunos receberam alguns materiais e tinham como objetivo produzir e analisar a decomposição e composição da luz. O roteiro possuía perguntas, formuladas para propiciar que os alunos refletissem sobre alguns pontos importantes, como o caráter policromático da luz branca, que a velocidade da luz sofre alteração ao mudar de meio e que os diferentes comprimentos de onda estão relacionados a diferentes ângulos de refração.

As atividades foram realizadas em dias com dois períodos conjugados (90 minutos), 26 e 30 de junho e, por se tratar de um experimento mais simples, conseguimos material para que fossem formados dez grupos simultaneamente, tendo sido possível realizá-las com todas as turmas sem maiores problemas.

Percebemos um grande engajamento dos alunos nas discussões em duplas e principalmente o foco efetivo na atividade em desenvolvimento, não tendo sido registradas distrações como em outros momentos. Esse comportamento gerou indagações a respeito de suas causas: Teria isso acontecido pelo fato de ter sido realizada em duplas? Foi fruto de ter tido a atividade um roteiro mais aberto? Teriam os alunos percebido a relevância da atividade? Teria sido acarretada por um crescente amadurecimento? Fato é que os roteiros/relatórios entregues foram ricos e detalhados.

No dia 23 de agosto, passados quase dois meses da realização da atividade, os alunos fizeram uma Avaliação de Estudos, na qual uma das questões utilizou a imagem da composição da luz criada por um dos grupos. Tivemos como resultado que 91% dos alunos

descreveram o experimento de maneira correta e 82% responderam os dois itens de maneira satisfatória. Esse resultado foi bastante reconfortante e nos fez acreditar ainda mais nas potencialidades das atividades experimentais e sua relevância como estratégia de ensino, revigorando forças para continuar o trabalho de elaboração, implementação, análise e reestruturação das atividades.

Mudanças para a_{1,6} (Propagação do calor -2017)

- Manter grupos com poucos integrantes ou duplas;
- Utilizar, sempre que possível, dois períodos consecutivos;
- Problematizar situações cotidianas.

Mudanças para a_{2,5} (Composição e Decomposição da luz - 2018)

- Inserir algum desafio, ou questão problematizadora;
- Realizar em duplas ou trios;
- Eliminar a Composição da Luz?

Propagação do Calor a_{1,6}

A sistemática da atividade (Apêndice F) e sua logística foi um pouco diferente. Elaboramos cinco experimentos de questionamento e verificação. O roteiro/relatório deveria ser entregue individualmente no final da aula. Cada dupla de alunos deveria realizar todos os experimentos. Nessa oportunidade a monitora ficou no laboratório, pois, os experimentos foram elaborados de modo que, baseados em observações, os alunos pudessem levantar hipóteses e conclusões sobre os processos de propagação do calor. A professora ficou na sala, resolvendo exercícios com os alunos e auxiliando os que retornavam do laboratório com possíveis dúvidas, uma vez que, os alunos deveriam realizar os experimentos e retornarem para a sala de aula para responderem, mais detalhadamente as questões, permitindo que os outros alunos pudessem ir até o laboratório. Foram destinados dois períodos (90 minutos) para essa atividade, sendo que as aulas ocorreram nos dias 07 e 14 de agosto.

Ao lermos os roteiros/relatórios entregues pelos alunos, ficamos decepcionados pois as respostas eram breves, sem detalhes e sem aprofundamento. Na aula seguinte, como de costume, retomamos os experimentos e tentamos questioná-los a respeito da falta de comprometimento, percebemos que muitos alunos ainda não têm um perfil questionador e investigativo. Avaliamos utilizar essa atividade como problematização inicial, de modo que passaria a ter uma função de despertar a curiosidade e a busca por respostas para os fenômenos, servindo como motivação ao estudo da propagação do Calor. Uma outra

possibilidade considerada, seria realizar a atividade experimental antes da discussão teórica, propondo aos alunos a elaboração de questionamentos a respeito de cada experimento.

Mudanças para a_{1,7} (Dilatação - 2017)

- O roteiro/relatório valerá nota;
- Utilizar, sempre que possível, dois períodos consecutivos;

Mudanças para a_{2,6} (Propagação do Calor -2018)

- Realizar a atividade antes da discussão teórica, servindo como questões problematizadoras;
- Toda a turma no laboratório, para isso alterar alguns experimentos de modo a conter dois arranjos experimentais para cada experimento;
- Aumentar, se possível, as estações (aumentar o número de experimentos disponíveis) com vistas que as atividades propostas demandam tempos diferentes, dessa forma não comprometendo o rodízio nas atividades;
- A variação das temperaturas dos corpos de provas, preto e branco, devem ser apresentadas em um único gráfico;
- Entrega individual dos roteiros/relatórios.

Dilatação a_{1,7}

Como a escola dispõe de dois dilatômetros, apenas, os alunos realizaram a atividade (Apêndice G) em grupos de seis integrantes. Diferente das demais atividades, essa foi computada como cinquenta por cento de uma avaliação parcial, cabe ressaltar que em nosso colégio é obrigatório uma quantidade mínima de três avaliações parciais por trimestre. A dinâmica da aula foi organizada de tal maneira que dois grupos foram primeiro para o laboratório, anotaram os dados e retornaram à sala, onde deveriam fazer as tarefas, sob a observação da monitora. À medida que um grupo retornava à sala de aula, outro grupo se dirigia ao laboratório.

O roteiro foi bem direcionado e os roteiros/relatórios apresentados continham respostas mais completas e elaboradas e os cálculos detalhados, porém, para muitos alunos foi difícil apontar possíveis causas de erros. Chamou atenção o grande número de alunos com dificuldade de representar em um mesmo gráfico a variação do comprimento das três barras, tendo sido comum, também, a falta de especificação nos eixos do gráfico.

Mudanças para a_{1,8} (Calorimetria 2017)

- A atividade deverá valer nota, essa poderá ser parcial;
- Elaborar uma atividade sem as perguntas ou passos a serem seguidos;

- Realizar a atividade em duplas ou trios.

Mudanças para a_{2,7} (Dilatação - 2018)

- Levar toda a turma no laboratório;
- Se possível utilizar dois períodos consecutivos;
- Reduzir a quantidade de barras analisadas de três para duas, reduzindo, portanto, duas coletas de dados por grupo.

Calor Específico a_{1,8}

A última atividade prática (Apêndice H) realizada em 2017 foi sobre calorimetria, nos dias 27 de setembro, nas turmas F1 e F3, e 04 de outubro, na turma F2, tendo duração de um período. Por ser mais aberta, essa atividade foi classificada com grau IV, pois cada dupla recebeu dois balões volumétricos, um béquer com água, um béquer com uma substância desconhecida, termômetro, manta de aquecimento e tiveram uma balança de precisão à disposição (uso coletivo). O objetivo era determinar o calor específico da substância. Foi sugerido aos alunos que descobrissem a potência efetiva da manta de aquecimento. Não elaboramos questões, mas os alunos tiveram que descrever os procedimentos e apresentar os cálculos.

Como o Laboratório de Biologia fica ao lado do Laboratório de Física, distribuimos os alunos nos dois recintos e a professora atendeu a turma toda sem aglomerações.

Essa atividade foi surpreendente. O envolvimento e dedicação dos alunos foi contagiante, apesar de que alguns alunos tiveram dificuldades em resolver o problema, solicitando ajuda constante. A atividade de calor específico correspondeu aos cinquenta por cento restante da nota da Avaliação parcial, dessa forma, junto com a atividade de dilatação compôs uma das quatro notas do trimestre.

Mudanças para a_{2,8} (Calor Específico 2018)

- Encontrar substituto para algumas substâncias, pois o vinagre exala um odor forte ao ser aquecido, o óleo se torna perigoso quando os alunos não retiram a água do termômetro e o leite, ao ser aquecido, ferveu e derramou quando manipulado por dois grupos, o que gerou certa confusão;
- Utilizar dois períodos consecutivos, sempre que possível;
- Realizar em duplas ou trios;
- No pré-experimento, chamar atenção para o tempo de aquecimento de alguns materiais.

4.5.2 Análise do Questionário referente a implementação das atividades

Como parte da estratégia de verificar quais os aspectos contemplados nas atividades práticas podem servir de motivação para os alunos, no estudo da disciplina de Física, de avaliar a receptividade das atividades, bem como buscar indicações das suas preferências em relação a todos esses aspectos metodológicos de sua aplicação. Elaboramos um questionário contendo oito questões abertas.

A elaboração do questionário se deu em um momento de introspecção e reflexão, em que avaliávamos todas as atividades realizadas em 2017, identificando os pontos positivos e negativos, trazidos à lembrança pelos momentos de frustração, no decorrer de algumas atividades e de empolgação dos alunos em outras. Consideramos importante conhecer, de maneira mais formal, os sentimentos dos participantes frente a todo o conjunto de atividades desenvolvidas, apesar de termos acompanhado cada uma delas com olhar atento ao seu comportamento. Dessa parte da pesquisa também será possível identificar aspectos relevantes para a reelaboração das atividades que pretendemos continuar utilizando no futuro.

Solicitamos a eles que, anonimamente, respondessem a um questionário elaborado com esse fim. A aplicação desse questionário (Apêndice I), ocorreu após o fechamento das notas, no dia 30 de outubro de 2017.

Dos cento e dois alunos que iniciaram o ano, o Colégio teve dois transferidos no seu decorrer e, no dia em que o questionário foi aplicado, nove alunos estavam ausentes. Para manter a condição de anonimato não foram entregues os questionários a posteriori para esses estudantes, de modo que noventa e um foram utilizados na pesquisa. A seguir apresentamos os resultados obtidos da análise dos mesmos.

4.5.2.1 Análise da Primeira Pergunta

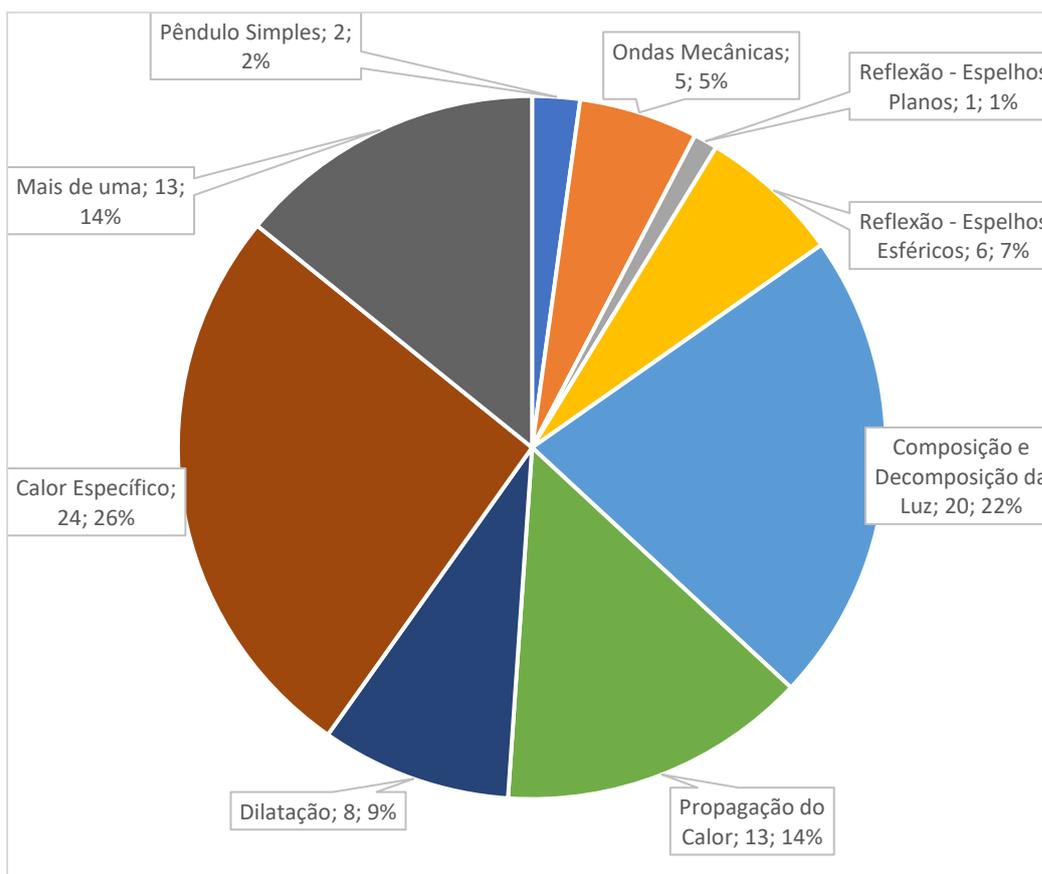
A primeira pergunta constante no questionário foi a seguinte:

Qual, entre as atividades realizadas, você mais gostou? Por quê?

As respostas a essa pergunta estão apresentadas no Gráfico 3. Podemos verificar que duas atividades se destacaram positivamente: a atividade de Calorimetria, também chamada de Calor Específico, com 24 indicações, e a de Composição e Decomposição da Luz, com 20 indicações. Por outro lado, as atividades do Pêndulo Simples e de Reflexão – Espelhos Planos, se destacaram negativamente, obtendo duas e uma indicação, respectivamente.

É oportuno ressaltar que, nesse momento estamos analisando as justificativas, sem nos referirmos a qual atividade ela corresponde, essa análise individualizada será apresentada no final do ano letivo de 2018.

Gráfico 3 – Indicações dos alunos para a pergunta: Qual, entre as atividades realizadas, você mais gostou?



Fonte: elaborado pela autora.

Com base nas respostas dos estudantes que justificavam à pergunta: “Qual, entre as atividades realizadas, você mais gostou?” elaboramos o Quadro 5 que apresenta as justificativas dos estudantes, juntamente com a frequência que elas foram citadas.

Detendo-nos às justificativas dos alunos ao escolherem as atividades e adotando as etapas propostas por Bardin (2007), esses dados foram submetidos a uma pré-análise, envolvendo uma leitura flutuante, com o objetivo de estabelecer um primeiro contato e de obter uma certa familiaridade com os argumentos dos alunos. Em seguida, foi realizada uma leitura mais detalhada e atenta, destacando os elementos que justificavam a preferência. A etapa seguinte foi a classificação e o início das categorizações para que pudéssemos

interpretar e compreender, a partir das categorias criadas, os elementos que tornam uma atividade motivadora para os alunos, despertando assim o interesse e empenho nas aulas de Física.

Quadro 5 – Justificativas fornecidas pelos alunos ao escolherem as atividades práticas preferidas, com as referidas frequências de citação.

Justificativas utilizadas pelos alunos	Frequência
Enxergamos a aplicação prática do conteúdo	24
Entendi	9
Grupos pequenos	9
Relacionar situações do cotidiano com o conteúdo	8
Divertida	8
Dinâmica / muito prática	8
Desafiadora	7
Resolver nós mesmo/ autonomia	6
Liberdade para trabalhar	6
Me deixou focado/envolvido	5
Interessante/estimulante	5
Com o experimento entendi a teoria	4
Fazer várias medidas	4
Assistência/ajuda da professora	4
Interativa/ fizemos os cálculos a partir dos nossos dados	4
Sanaram minhas dúvidas	4
Aprendi muito	3
Vários experimentos	3
Facilidade para realizar a atividade	3
Simples	2
Discussão com os colegas	2
Verificamos e visualizamos as diferentes formas de propagação do calor	2
Pensar para fazer / me senti um cientista	2
Lúdica	1
Ajudou na hora da prova	1
Aparato experimental interessante	1

Fonte: Elaborado pela autora.

O passo seguinte foi identificar e agrupar os termos apresentados nas justificativas, em função da sua significação no contexto analisado, avaliando a sua pertinência relativamente ao conteúdo e ao objetivo da pesquisa. Com esse agrupamento de termos semelhantes começamos a definir as categorias intermediárias. Para isso, foi necessário muitas vezes voltar às respostas dos alunos e ao seu contexto, objetivando aperfeiçoar as categorias e delimitá-las com maior precisão e rigor. As categorias intermediárias e finais são apresentadas no Quadro 6.

Em seguida, apresentamos, com base na análise e interpretação das justificativas dos alunos, as descrições das categorias finais, confrontando-as, sempre que possível com nosso referencial teórico.

Quadro 6 - Categorias iniciais, intermediárias e finais emergidas da análise dos dados da pesquisa.

Categoria iniciais	Categorias intermediárias	Categorias finais
Enxergamos a aplicação prática do conteúdo	Relacionar o conteúdo e o cotidiano	Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade
Relacionar situações do cotidiano com o conteúdo		
Com o experimento entendi a teoria		
Aprendi muito		
Verificamos e visualizamos as diferentes formas de propagação do calor		
Ajudou na hora da prova		
Entendi	Compreender o objetivo proposto e a realização da atividade	
Interativa / fizemos os cálculos a partir dos nossos dados		
Fazer várias medidas		
Facilidade para realizar a atividade		
Simples	Realizar a atividade, discutindo com os colegas, sem atropelo ou se preocupar com a falta de tempo	
Vários experimentos		
Discussão com os colegas		
Dinâmica / muito prática	Dinamismo e ludicidade gerando empenho ao realizar a atividade	
Divertida		
Interessante / estimulante		
Lúdica		
Aparato experimental interessante		
Grupos pequenos	Realizar a atividade em pequenos grupos	Motivação baseada na afetividade
Assistência/ajuda da professora	Receber atenção, auxílio e orientação da professora	
Sanaram minhas dúvidas		
Desafiadora	Ficar motivado e interessado na tarefa pelo fato desta ser desafiadora	Motivação baseada no desafio e na liberdade
Resolver nós mesmo / autonomia		
Liberdade para trabalhar		
Me deixou focado/envolvido		
Pensar para fazer / me senti um cientista		

Fonte: Elaborado pela autora.

Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade

Ao analisarmos as respostas dos alunos, verificamos que um dos fatores que os fazem gostar de uma atividade, ou preferi-la frente a outras, é a compreensão, o entendimento com clareza suficiente da mesma. Nesse sentido, colaboram de forma bastante importante, o fato de conseguirem relacionar a atividade com fatos e fenômenos do seu dia a dia, ou, em alguns casos, conseguir relacionar a teoria à prática, verificando que os dados obtidos e/ou a visualização do evento analisado no experimento estão de acordo com aquilo que foi abordado pela professora em sala de aula.

Segundo Moreira (2006), quando os alunos conseguem relacionar o conteúdo estudado com fenômenos do dia a dia conseguindo, portanto, relacioná-lo aos seus conhecimentos prévios sobre o tema em estudo, a aprendizagem torna-se significativa. Por outro lado, como

afirmam Tapia e Fita (2001) a própria matéria estudada pode despertar no aluno uma vontade de estudar e conhecer mais, principalmente quando percebem a importância desse conhecimento para a sua vida.

Além disso, o êxito na resolução das tarefas associadas à atividade e a percepção de que consegue gradativamente desenvolver as etapas com menos “ajuda”, são fundamentais para proporcionar um maior envolvimento do aluno nas atividades posteriores. Quando o aluno consegue compreender o que é solicitado em cada tarefa e conceber qual o procedimento que deve adotar para a sua consecução, não o fazendo de maneira apenas mecânica, seguindo os passos sugeridos, com evidente direcionamento, ele sente-se capaz e esse sentimento o motiva para se empenhar ainda mais na atividade.

Nesse contexto, um dos fatores de grande importância é o tempo dedicado à realização das atividades. Uma vez que cada aluno tem seu “próprio tempo”, é necessário que o professor proporcione a eles a oportunidade para que possam seguir seus ritmos, testarem suas hipóteses, fazerem e refazerem a atividade quantas vezes forem necessárias, para que o objetivo da atividade seja alcançado. Percebe-se, portanto, a importância do planejamento das atividades, o qual deve ser elaborado de modo que elas possam ser concluídas apropriadamente, principalmente as que envolvem maior complexidade na sua execução, aumentando assim a possibilidade de sucesso. Desse modo o professor, ao elaborar a proposta da atividade, deve preocupar-se em propor um objetivo claro e coerente, de acordo com o que nos indicam Pozo e Crespo (2009), ao ressaltar que uma maneira de aumentar a motivação dos alunos é aumentar a expectativa de êxito dos alunos na tarefa proposta, salientando que a motivação é causa e também consequência da aprendizagem.

Os dados obtidos, que levaram à caracterização desta categoria, nos permite identificar também aspectos de motivação intrínseca, como relatado por diferentes autores (GUIMARÃES, 2001; HARTE, 1980; TAPIA; FITA, 2001; WITTER, G.P., LOMONACO, 1984), uma vez que verifica-se que o aluno aprende para alcançar satisfação pessoal (POZO; CRESPO, 2009), e, com isso, os efeitos da aprendizagem são mais consistentes e sólidos. Laburú (2006) chama atenção que de forma semelhante, percebe-se que o sentimento de êxito, de compreensão, de entendimento e de competência, culminam com a satisfação produzida ao realizar a tarefa.

Motivação baseada na afetividade

Para muitos alunos é importante, durante a realização de uma atividade, que ocorra de forma mais intensa uma interação entre eles e seus pares e com a professora. Muitos se

referem a estes momentos de sociabilidade como os mais marcantes durante os processos de ensino e aprendizagem. Para alguns a possibilidade de dialogar de forma mais informal com a professora, solicitando assistência durante o desenvolvimento da atividade representa um fator que contribui bastante para o seu engajamento nas tarefas.

Outros com maior dificuldade de se manifestar em grande grupo, ficam mais à vontade quando interagem em pequenos grupos ou até mesmo em duplas. Para esses, a possibilidade de poderem “se mostrar”, estando em situações mais propensas à sociabilidade é crucial para desenvolverem uma atitude mais propícia à aprendizagem. Nesses momentos, se mostram mais abertos e receptivos, redobrando o interesse e buscando conhecer em maior profundidade os assuntos abordados. Muitos apresentam grande disposição em ajudar e cooperar com os demais. Para Bacas e Martín-Díaz (1992) o aluno com esse perfil pode ser classificado como um “aluno sociável”. Outras características descritas pelos autores são: alunos que constroem e mantêm boas relações com os colegas, dando a estes grande importância; que não têm medo de errar, e preferem o ensino por descobrimento, trabalho em pequenos grupos e trabalhos práticos seguindo sua própria iniciativa.

Dessa forma, torna-se evidente, a partir dos dados obtidos, a importância do apoio e do elogio da professora, bem como o reconhecimento dos pares, para uma maior e mais eficiente participação nas atividades propostas. Fica caracterizado, portanto, como esse ambiente e esse contexto representam fatores motivacionais de grande relevância, podendo-se entender por que o contato interpessoal baseado no vínculo emocional é citado por muitos autores (BORGES, 2002b; LABURÚ, 2006; ZABALA, 1998) como facilitador da aprendizagem.

Por outro lado, ainda fica a questão de determinar se o elogio e o reconhecimento citados, podem ser considerados como caracterizando as “recompensas”, passíveis de serem entendidas como de natureza extrínseca. Sobre esse ponto, podemos citar o trabalho de Witter e Lomonaco (1984), que mostra que a motivação baseada na afetividade, tem características da motivação intrínseca e extrínseca e que, na prática, estes dois tipos de motivação estão presentes.

Motivação baseada no desafio e na liberdade

A análise dos dados nos mostra que, entre as atividades preferidas pelos alunos, as duas mais citadas são as atividades de composição e decomposição da luz e a de calorimetria, as quais são classificadas como de Grau III e IV, na escala de classificação sugerida por Pella e Shermann (1969). Estas duas atividades têm em comum o fato de terem maior grau de abertura, no sentido de que elas estavam baseadas em roteiros menos direcionados,

possibilitando um maior protagonismo dos estudantes. Nessas atividades os roteiros forneciam o objetivo a ser alcançado e os alunos deveriam elaborar hipóteses e decidir sobre os procedimentos a serem adotados e como elaborar as conclusões.

Percebe-se que a atividade mais aberta colabora para reduzir a passividade do aluno, colocando-o como protagonista da sua aprendizagem. Ela provoca um maior comprometimento deste e o envolve mais profundamente com as tarefas inerentes. Esta constatação está de acordo com o que afirma Borges (2002), o qual nos relata que a atividade mais aberta, apesar de demandar atenção e auxílio do professor, é uma forma de organização da atividade prática que captura a atenção dos estudantes e proporciona um maior envolvimento com a atividade.

A liberdade para realizar a atividade, tendo autonomia para decidir qual o procedimento a ser adotado bem como para levantar hipóteses e concluir de forma adequada, foi apontado pelos alunos como fatores motivacionais relevantes. Alguns usaram expressões como: *“me senti um cientista”*, *“ficamos focados pensando como resolver o problema”* e *“essa atividade foi o problema mais interessante e com sentido que nós resolvemos”*, demonstrando como atividades com essas características são significativas para os alunos, tornando-se uma condição motivacional relevante.

Além disso, o próprio perfil de determinados alunos os torna mais propensos a participar de certos tipos de atividade. Bacas e Martín-Díaz (1992) classificam como “aluno curioso” aquele que apresenta as seguintes características: grande interesse em aprender, conhecer novos fenômenos e acontecimentos, propícios a examinar, ter iniciativa, investigar e trabalhar de forma prática. Dessa forma, a partir dos dados da pesquisa e da nossa interação com o grupo de alunos que fizeram parte dela, foi possível identificar vários alunos que se encaixam nessa descrição.

Verifica-se que, de modo geral, os alunos revelam certo grau de curiosidade cabendo aos professores despertar o gosto pelo estudo dos temas escolares adotando estratégias didáticas apropriadas. Pozo e Crespo (2009) ressaltam que é necessário adequar as tarefas às verdadeiras capacidades e disposição dos alunos, e assim, incentivá-los a participar das atividades e torná-los mais motivados a prosseguir estudando e aprendendo. Esta é também a sugestão de Laburú (2006) que afirma que é preciso diversificar as metodologias, variar as tarefas e explorar a novidade ou o lúdico, para potencializar ao máximo a motivação dos nossos estudantes.

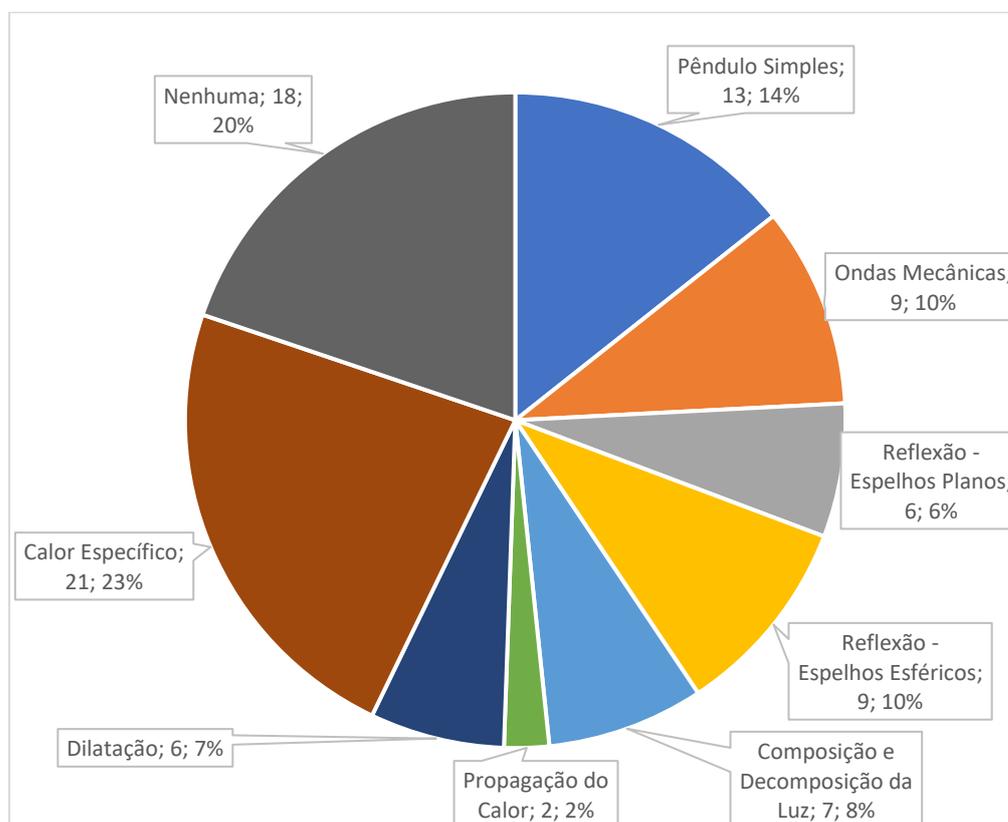
4.5.2.2 Análise da Segunda Pergunta

A segunda pergunta do questionário era a seguinte:

Qual, entre as oito atividades realizadas, você menos gostou? Por quê?

A inclusão desta pergunta tem por objetivo trazer à tona alguns sentimentos que podem ficar ocultos frente às respostas dadas à primeira pergunta do questionário. Isso, porque percebemos, que na sua ampla maioria, os alunos estão comprometidos e empenhados na realização das atividades práticas e se manifestam bastante favoravelmente em relação à sua participação nas mesmas. Porém, tendo como base a nossa estratégia de buscar elementos que contribuam para a melhoria da aceitação dessas atividades e, com isso, propiciar um refinamento das mesmas e torná-las sempre mais motivadoras, consideramos importante avaliar os pontos fracos ainda presentes no nosso procedimento, ou seja, procuramos identificar quais fatores podem estar atrapalhando a realização das atividades e provocando desgostos aos participantes em qualquer tempo durante o trabalho realizado. O Gráfico 4 apresenta a distribuição de respostas fornecidas pelos alunos a esta pergunta.

Gráfico 4 – Indicações dos alunos para a pergunta: Qual, entre as atividades realizadas, você menos gostou?''



Fonte: Elaborado pela autora.

Convém ressaltar que dezoito alunos declararam que não podiam escolher alguma, uma vez que haviam gostado de todas. Com base nas justificativas das respostas a essa pergunta elaboramos o Quadro 7.

Quadro 7- Justificativas apresentadas pelos alunos para a resposta da pergunta: Qual, entre as atividades realizadas, você menos gostou?

Justificativas utilizadas pelos alunos	Presença
Pouco tempo	10
Não entendi	8
Simples/parada	7
Dificuldade para realizar	6
Grupo grande	5
Monótona/entediante	5
Material ruim	4
Poucas instruções	4
Não chamou minha atenção	3
Difícil de perceber	3
Chata/parada	2
Sem novidade/sem graça	2
Não vejo utilidade	2
Separar a turma	2
Não dá pra enxergar a olho nu	2
Muito trabalhosa/complexa	2
Não achei interessante	1

Fonte: Elaborado pela autora.

A codificação se deu em função da repetição das palavras e da relevância na justificativa da resposta à pergunta, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Categorias iniciais, intermediárias e categorias finais emergidas da análise dos dados da pesquisa.

Categorias iniciais	Categorias intermediárias	Categorias finais
Pouco tempo	Inadequação do tempo (“falta” ou “desperdício”)	Obstáculos na compreensão e execução da atividade
Separar a turma		
Muito trabalhosa/complexa	Complexidade e dificuldades na execução	
Grupo grande		
Dificuldade para realizar		
Poucas instruções	Dificuldade na realização ou na percepção dos resultados	
Difícil de perceber		
Não chamou minha atenção		
Não dá para enxergar a olho nu	Incompreensão do que deveria ser feito	
Não entendi		
Não vejo utilidade	Não apresentou indícios de motivação ou desafios	Ausência de ludicidade e novidade
Monótona/entediante		
Simples/parada		
Não achei interessante		
Chata/parada	Desprovida de atrativos para sua execução	
Sem novidade/sem graça		
Material ruim		

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir apresentamos as descrições das categorias finais, confrontando-as, sempre que possível, com nosso referencial teórico.

Obstáculos na compreensão e execução da atividade

Muitos são os obstáculos que podem estar presentes durante a realização de uma tarefa ou atividade escolar. Além disso, aquilo que pode ser uma dificuldade para um aluno, nem sempre é para outro. Como já mencionamos, cada aluno é diferente, possuindo vivências, conhecimentos, desenvolvimentos e ritmos diferentes, e isso, na medida do possível deve ser respeitado. O tempo sugerido para a realização de uma tarefa é um aspecto importante no momento dos planejamentos. A inadequação deste pode comprometer o sucesso e a realização a contento de uma determinada atividade. Hodson (1988) chama atenção para a importância do tempo na realização das atividades, salientando que: “os alunos precisam ter tempo e oportunidade suficientes para reconstruir sua compreensão por si mesmos”. Dessa forma, fica clara a necessidade de ter-se um plano B, em função da diversidade de alunos em uma mesma sala, de modo que o tempo ocioso não acabe também por determinar, em função de uma inatividade, uma certa angústia aos alunos mais rápidos. Uma das alternativas é de desenvolver as atividades em aulas conjugadas e preparar tarefas extras ou desafiadoras para aqueles alunos que terminam antes a atividade e não comprometam o ambiente de estudos.

As dificuldades inerentes à realização das tarefas constantes nas atividades podem levar alguns alunos a sentirem-se frustrados por não conseguirem realizá-las ou atingir o resultado esperado na primeira tentativa, demandando mais tempo e a possibilidade de repetir uma atividade ou parte dela. A noção de erro, como algo proibido, inesperado e indesejável ainda é muito presente entre os alunos e é importante ser desenvolvida em momentos propícios, inclusive discorrendo sobre a sua importância na evolução das Ciências. Carvalho (2017) ressalta que o professor necessita entender a importância do erro, da repetição e da necessidade de adequar o tempo das atividades, na construção do conhecimento:

É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixá-lo errar, refletir sobre o seu erro e depois tentar um acerto. O erro quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio. (CARVALHO et al., 2017, p.3).

Atividades complexas ou muito trabalhosas podem assustar e desmotivar os alunos a desenvolvê-las. Os dados da pesquisa mostram que alguns alunos justificam uma aceitação menor de atividades que consideram complexas e que necessitam de muito raciocínio,

considerando-as muito trabalhosas e, por isso, desagradáveis, o que pode comprometer a sua realização de forma adequada. Libâneo (2013, p.96) chama atenção de que “...aos professores cabe a tarefa de detectar o nível de capacidade cognitiva dos alunos, pois, o processo de ensino muitas vezes se desencadeia entre as exigências do processo didático e o trabalho ativo e mental dos alunos.” Mas, para isso o nível de exigência deve estar de acordo com as condições prévias dos alunos. O autor salienta ainda que os trabalhos escolares surtem efeito positivo quando são viáveis, não se solicitando o que os alunos denominam como o impossível.

O fato de os participantes da pesquisa revelarem argumentos como o da ausência ou o número “insuficiente” de instruções a causar-lhes desconforto e desequilíbrio é também algo importante e previsível, principalmente quando optamos por desenvolver atividades com características mais abertas, em um grau menor de direcionamento. Algumas justificativas manifestam o fato de estarem acostumados com outro tipo de atividade, onde eles recebiam o passo-a-passo e só necessitavam seguir as orientações. Desta forma, é natural que alguns tenham se sentido um pouco perdidos e angustiados por não saberem se estavam tomando as decisões corretas.

Estudiosos como Zabala (1998) chamam a atenção que, para que os alunos vejam sentido no trabalho que deverão realizar, é indispensável que conheçam previamente a atividade e sintam que o trabalho proposto está ao alcance deles. Sendo assim, é imprescindível que compreendam o que devem fazer e, de forma correlata, deve-se estabelecer metas e trabalhos alcançáveis. O autor ainda ressalta que é necessário desafiar o aluno, porém, esses desafios devem ser feitos com o objetivo de ajudarem o estudante a avançar, para isso, faz-se necessário questionar os conhecimentos prévios e não se limitar ao que o aluno já sabe, mas, que a partir desses conhecimentos dominar novas habilidades pondo-o em situações que o obriguem a realizar um esforço de compreensão e trabalho. Desta forma, o fato de termos percebido algumas citações referentes a dificuldades na compreensão e interpretação dos objetivos das atividades, como fatores geradores de insatisfação por parte dos alunos, também é compreensível. Com relação a isso, acreditamos que com o decorrer do desenvolvimento desse tipo de atividade eles passem a apresentar maior desenvoltura, a partir das habilidades que vão sendo adquiridas. Por outro lado, é necessário permanecer atento para sempre avaliar o nível dos desafios propostos.

Outro ponto destacado na nossa análise foi a citação referente à dificuldade de relacionar o conteúdo estudado com problemas ou situações cotidianas. Segundo Pozo e Crespo (2009, p.191) a dificuldade em aprender Física, muitas vezes está relacionada com o

fato de a disciplina, como estudada no Ensino Médio, precisar recorrer a representações idealizadas e simplificadas, bastante afastadas da realidade. Muitas vezes a fonte das dificuldades que o aluno encontra é devido às diferenças e aparentes contradições que ele percebe entre o mundo idealizado que as ciências apresentam e o mundo real que ele observa.

Como podemos perceber há um cruzamento entre alguns aspectos introduzidos nesta categoria e aqueles presentes na categoria criada na análise da primeira pergunta, a qual abordou a motivação baseada na compreensão e na realização da tarefa. Ao salientar que uma maneira de aumentar a motivação dos alunos é aumentar a expectativa de êxito na tarefa proposta, e que a motivação é causa e também consequência da aprendizagem, vemos que os respondentes do questionário afirmam sentir-se desmotivados quando não são capazes de realizar uma tarefa devido ao fato de não a terem compreendido adequadamente. Sendo assim, para que o aluno se interesse e se mantenha envolvido durante a realização da atividade, evidenciando indícios de motivação intrínseca com apelo à maestria, conforme denominação de Martinez & Haertel (1991), ele precisa obter esse nível de compreensão.

Ausência de ludicidade e novidade

Quando os alunos saem da sala de aula e dirigem-se ao laboratório, é fácil de perceber que eles criam a expectativa de encontrar algo novo, empolgante, divertido e, muitas vezes, inusitado. Se isto não acontece muitos ficam frustrados e desmotivados, esse panorama ficou evidente durante a realização das atividades práticas e nas respostas dos questionários respondidos por eles.

Nossos estudantes estão acostumados com tecnologias, são bombardeados o tempo todo por informações e novidades. Sendo assim, quando vão ao laboratório escolar, além de encontrar algo diferente do que acontece na sala de aula, imaginam visualizar algo novo e fascinante. Apesar de conhecermos essa realidade e de nos esforçarmos para utilizar estratégias de ensino com o intuito de motivar os alunos, é evidente que o laboratório didático não consegue competir com as diversas mídias atuais, repletas de imagens em movimento e interatividade. No entanto, é importante realizarmos aquilo que está ao nosso alcance e procurar não esmorecer frente a essa verdadeira competição estabelecida pela atenção do aluno entre os meios tecnológicos e as nossas aulas. Felizmente encontramos apoio e respaldo em muitos trabalhos de autores que nos afirmam ser possível obter a atenção dos alunos frente às atividades escolares e de motivá-los ao estudo das nossas disciplinas.

Printrich e Schunk (1996) apontam quatro elementos que podem suscitar a motivação intrínseca: o desafio, a curiosidade, o controle e a fantasia. Essa indicação está de acordo com

os dados obtidos na nossa análise e justificam a criação desta categoria emergida do nosso estudo. Os alunos desejam realizar atividades que estejam vinculadas à fantasia, ao divertido e ao lúdico. Tempos atrás, quando um aluno afirmava que gostava de uma atividade por ela ser divertida eu me sentia de certa forma ofendida e até envergonhada por tê-la proposto. Atualmente, após perceber que esse sentimento demonstrado por ele, está relacionado com uma maior motivação para se dedicar a ela, fico até satisfeita por ter conseguido elaborá-la com essa característica.

Por outro lado, como afirma Laburú (2006), ao sugerir elementos para um experimento cativante, é necessário explorar a novidade, pelo viés do curioso ou inesperado e o lúdico através das sensações de prazer ou desafio, porém não suficiente para garantir a aprendizagem. Atividades com essas características desempenham o papel de chamar atenção do estudante, é o que o autor denomina como satisfação de baixo nível, que fica restrita ao observável, ao momentâneo e posteriormente necessita de outro elemento para manter a atenção e motivá-lo a realizar a tarefa, buscando compreensão do fenômeno, ou seja, o apelo à satisfação de alto nível. Ressaltando que ao elaborarmos atividades, devemos planejá-las para que as duas dimensões sejam contempladas.

O anseio manifestado pelos alunos por atividades dinâmicas e diferentes é fácil de ser entendido, bem como os motivos que os levaram a reclamar de alguns roteiros muito direcionados onde, segundo eles, ficavam apenas anotando medidas e realizando cálculos, tarefas aquém de suas expectativas. Nesses momentos os adjetivos utilizados em relação às atividades, das quais não haviam gostado, foram: simples, parada, entediante e monótona.

4.5.2.3 Análise da Terceira Pergunta

Ao analisarmos as respostas às duas primeiras perguntas percebemos que um dos fatores citados pelos alunos participantes da pesquisa foi o tempo destinado à realização da atividade prática. Este era um aspecto importante que pretendíamos estudar e em relação ao qual estava dirigida a terceira pergunta constante do instrumento que utilizamos:

O tempo destinado para a realização das atividades foi suficiente? Por quê?

O Gráfico 5 apresenta o resultado numérico para a primeira parte desta pergunta. Uma vez que os aspectos relativos ao tempo de realização das atividades já foram incluídos nas categorias de análise das duas primeiras perguntas, sendo contempladas de modo satisfatório, optamos por não desenvolver o procedimento completo de análise de conteúdo como realizamos em relação a aquelas perguntas. Faremos uma análise de algumas respostas

fornecidas pelos alunos que acreditamos forneceram elementos importantes para a composição do nosso estudo.

Inicialmente, ressaltamos que apenas nove alunos afirmaram que o tempo foi insuficiente, estando suas justificativas relacionadas a três pontos específicos: que um único período é insuficiente, que os alunos possuem ritmos diferentes e que eles não têm familiaridade com o laboratório. Para quarenta alunos o tempo destinado sempre foi suficiente, salientando que conseguiram fazer de forma cuidadosa as atividades e os roteiros/relatórios. Outros quarenta e dois alunos afirmaram que apenas para algumas atividades o tempo não foi suficiente, tendo sido possível executar a atividade, mas relatando dificuldades para responder o roteiro/relatório de forma completa, não sendo possível a elaboração de respostas mais completas, demonstrando a preocupação em apresentar bons resultados.

Um padrão de resposta, obtido com uma certa frequência à pergunta em análise, apresentava um conteúdo semelhante a esta: *“Sim, o tempo foi suficiente, pois mesmo sendo feito de forma cuidadosa e com esmero tínhamos tempo suficiente para terminá-las, muitos grupos só não terminaram porque conversavam demais”*. Na qual se percebe a demonstração de empenho pessoal como importante para a realização da atividade e uma crítica àqueles que porventura não aproveitam adequadamente o tempo disponível.

Gráfico 5 – Opinião dos alunos em relação ao tempo destinado para a realização das tarefas.



Para alguns alunos o fato de o experimento ser mais aberto gerou alguma dificuldade adicional, tendo sido frequentes os comentários de que se os roteiros fossem “*mais guiados*” o tempo seria suficiente, porém para pensar, fazer e concluir o trabalho, haveria a necessidade de um tempo maior. Esse padrão de resposta foi verificado principalmente em relação à oitava atividade, sobre Calor Específico, para a qual alguns afirmaram “*terem perdido muito tempo*” pensando em como atacar e resolver o problema. Alunos com essas características podem ser classificados, quanto ao seu estilo de motivação como Alunos Consciosos, de acordo com Bacas e Martín-Días (1992), uma vez que são estudantes que preferem instruções claras e precisas, e têm dificuldade de saber se efetuaram corretamente a tarefa, necessitando de auxílio do professor durante a realização da tarefa, bem como elogios e reconhecimento após a sua finalização.

Outro comentário semelhante colhido foi o seguinte: “*Como não temos experiência em laboratório, ficamos inseguros e queremos o aval da professora antes de fazer cada procedimento*”. Este tipo de comportamento havia sido verificado durante a realização das atividades práticas. É importante mostrar que esta é uma etapa importante do trabalho e que eles têm total liberdade de ação para executar as atividades sendo propiciado a eles esses momentos de reflexão, e discussão, argumentação, levantamento de hipóteses e de buscar alternativas para a resolução.

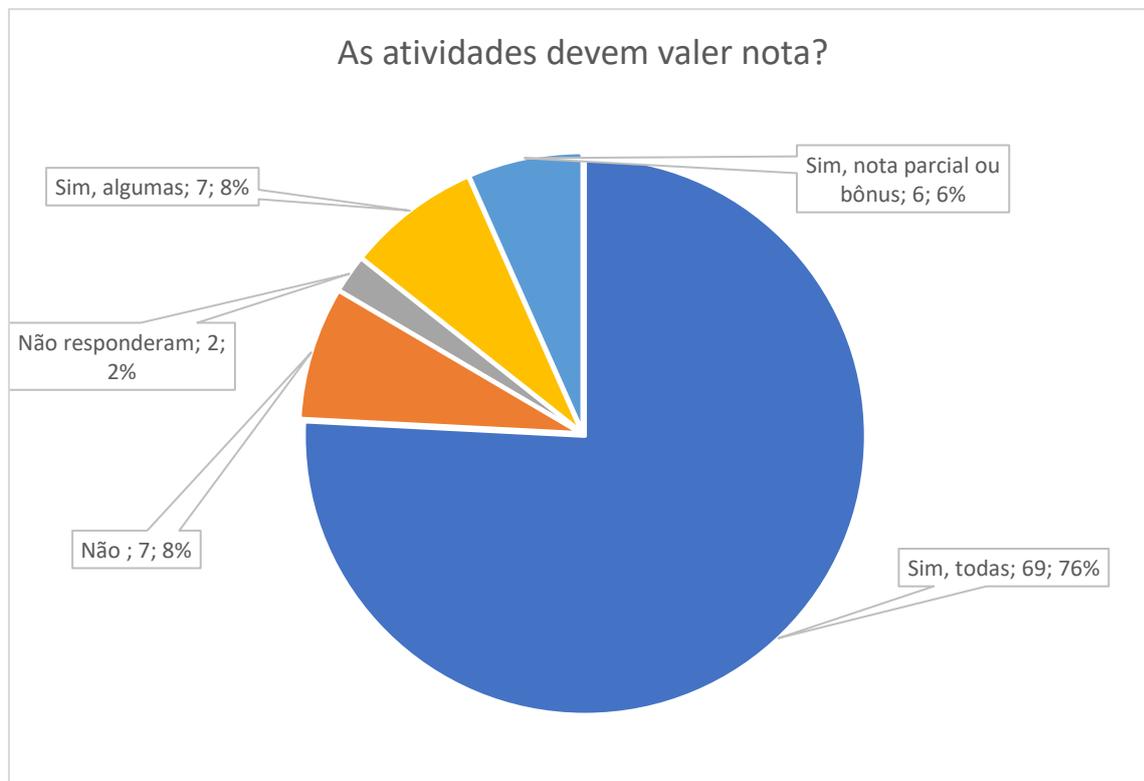
4.5.2.4 Análise da Quarta Pergunta

Um ponto sempre muito central e muito contraditório nos processos de ensino e de aprendizagem é a questão da avaliação. Apesar de reconhecermos a importância dessa discussão, em função da complexidade envolvida com o tema, neste momento não entraremos nestas searas, nos retendo apenas a colher a opinião dos alunos sobre a seguinte pergunta:

As atividades práticas devem valer nota? Por quê?

A distribuição das respostas é apresentada no Gráfico 6, no qual se constata que a ampla maioria, 76% dos alunos, responderam afirmativamente a essa pergunta, considerando que a todas as atividades práticas realizadas deveria ser atribuída uma nota. Juntando-se os que os que consideram que deve ser atribuída uma nota parcial e os que consideram que apenas algumas devem receber nota, esse percentual chega a 90%.

Gráfico 6 – Respostas dos alunos à quarta pergunta.



Fonte: Elaborado pela autora.

As justificativas dos estudantes são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9– Justificativas dadas pelos respondentes ao questionário à quarta pergunta.

Justificativa dos alunos	Frequência
É uma maneira de fazer o aluno se dedicar mais.	24
Porque essas atividades realmente mostram a aplicação do conteúdo estudado.	10
Tudo tem que valer nota.	8
A nota é uma motivação a mais.	7
Porque elas fazem parte da aula e contribuem para o aprendizado.	7
Para dar a elas a sua real importância.	5
É um método legal de aprendizagem, mais dinâmico e divertido, o que tornaria a avaliação mais “tranquila”.	5
A nota podia ser relacionada ao interesse e comportamento/empenho do aluno durante a atividade.	5
Muitas das atividades realizadas foram verdadeiras provas.	4
Porque os roteiros/relatórios são bem complexos.	4
É uma oportunidade (avaliação diferente) para os alunos demonstrarem o que aprenderam.	3
É uma maneira de avaliar os conhecimentos que estamos estudando.	3
Como as atividades são muito interessantes a avaliação fará mais sentido.	2
Como aprendemos muito nas aulas de laboratório, isso deve ser avaliado.	1
É uma aula diferente, tranquila e dá pra entender bem o que acontece.	1

Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 10 apresenta como as categorias, iniciais e intermediárias se conectam e dão origens as categorias finais.

Quadro 10 – Categorias criadas a partir da Análise de Conteúdo aplicada à quarta pergunta.

Categorias iniciais	Categorias intermediárias	Categorias finais
É uma maneira de fazer o aluno se dedicar mais	Nota como objetivo maior	A nota como protagonista no processo de aprendizagem
A nota é uma motivação a mais		
Tudo tem que valer nota		
Para dar a elas a sua real importância		
Como aprendemos muito nas aulas de laboratório, isso deve ser avaliado	Facilita a compreensão do conteúdo, sendo uma avaliação justa	
É uma aula diferente, tranquila e dá pra entender bem o que acontece		
É um método legal de aprendizagem, mais dinâmico e divertido, o que tornaria a avaliação mais “tranquila”		
Porque elas fazem parte da aula e contribuem para o aprendizado.		
É uma oportunidade (avaliação diferente) para os alunos demonstrarem o que aprenderam.	Aprendizagem através da atividade prática precisa ser avaliada	A diversidade, o empenho e a complexidade devem ser avaliados
É uma maneira de avaliar os conhecimentos que estamos estudando.		
Porque essas atividades realmente mostram a aplicação do conteúdo estudado.		
Como as atividades são muito interessantes a avaliação fará mais sentido.		
A nota podia ser relacionada ao interesse e comportamento do aluno durante a atividade. *	A atividade prática é uma um processo de avaliação diferente	
Muitas das atividades realizadas foram verdadeiras provas.		
Porque os roteiros/relatórios são bem complexos.		

Fonte: Elaborado pela autora.

A nota como protagonista no processo de aprendizagem

Os dados da pesquisa nos mostram que nota é realmente um fator preponderante da motivação escolar. É a tradicional resposta “tudo deve valer nota”. Ainda é comum a verificação de que quando uma atividade vale nota acaba aumentando o empenho dos alunos e a seriedade como ela é tratada. É também muito comum os docentes, principalmente do Ensino Médio, ouvirem a pergunta: “vale nota?” geralmente escutam-na ao propor uma tarefa, exercício ou atividade. Como já foi mencionado em outros momentos, percebemos aqui claras evidências de motivação extrínseca (TAPIA, 2001; DECY; RYAN, 1985), uma vez que a tarefa é realizada em troca de algum benefício, no caso a nota. No entanto, esse tipo de motivação pode aqui ser considerada benéfica para aprendizagem, pois como alguns alunos citaram, a nota estimula a realizarem a tarefa com mais empenho.

Diversos alunos, argumentaram que eles aprendiam muito nas aulas do laboratório, por serem aulas mais dinâmicas e tranquilas, eles geralmente vão muito bem nos roteiros/relatórios produzidos, e que devem compor a nota trimestral.

De acordo com Claxton (1984), motivar é mudar as prioridades de uma pessoa. Sendo assim, podemos entender que muitas vezes o aluno inicia uma atividade motivado intrinsecamente, mas esse ímpeto pode se perder ao logo das etapas de realização do trabalho, e dessa forma a motivação extrínseca pode ser crucial para que o aluno a conclua (LABURÚ, 2006). Essas noções podem ser associadas as seguintes afirmações: “*A nota é uma motivação a mais*” e “*É uma maneira de fazer o aluno se dedicar mais*”.

A diversidade, o empenho e a complexidade devem ser avaliados

As atividades realizadas no laboratório são atividades essencialmente diferentes daquelas realizadas na sala de aula. Os alunos demonstraram compreender essa diferença, ao afirmarem que algumas atitudes e procedimentos adotados no laboratório não podem ser avaliados em uma prova convencional. Essas citações estão relacionadas aos conteúdos procedimentais e atitudinais, tão importantes e que na maioria das vezes não são avaliados nas provas tradicionais, mais afeitas aos conteúdos conceituais. Citações como: “*Muitas das atividades realizadas foram verdadeiras provas*” e “*É uma maneira de avaliar os conhecimentos que estamos estudando*” demonstram esse entendimento por parte deles.

Durante as atividades práticas os estudantes podem levantar hipóteses, propor estratégias de resolução e tirar conclusões que são discutidas com os colegas. Esse processo de produção de argumentação é muito rico e produtivo para a geração do conhecimento. Muitos alunos não se contentam em somente atingir o objetivo, eles estão interessados em discutir e questionar o processo que os leva a concluir de uma determinada forma, bem como analisar diferentes procedimentos que podem melhorar o experimento e acarretar uma redução do erro. Alunos com essas características (BACAS; MARTÍN-DINIZ, 1992) são classificados como “Alunos curiosos”. Eles preferem seguir sua própria iniciativa, trabalhar de forma prática, descobrir e investigar, obtendo satisfação como consequência dessa exploração e manipulação. Tem grande interesse em aprender sobre fenômenos ou novos acontecimentos.

A possibilidade de avaliar-se por meio da atribuição de uma nota às atividades práticas é justificada também, pelo próprio entendimento que os alunos têm de que essas atividades colaboram efetivamente para a compreensão dos conteúdos aos quais elas estão relacionadas. Muitas vezes é durante a realização da atividade que os alunos relacionam os conceitos teóricos, aprendidos em sala de aula, com a prática e isso lhes possibilita a real percepção do

que eles significam tornando-os, muitas vezes, capazes de utilizá-los em outros contextos. É da importância que percebe na execução da atividade que advém a necessidade de valorizar esse trabalho por meio da nota. São possíveis interpretações das justificativas: “*Porque essas atividades realmente mostram a aplicação do conteúdo estudado*” e ainda: “*Como as atividades são muito interessantes a avaliação fará mais sentido*”.

Ainda em relação aos estilos motivacionais (BACAS; MARTÍN-DINIZ, 1992) caracterizados pelas respostas fornecidas ao questionário, encontramos evidências de “Alunos que buscam o êxito, uma vez que são aqueles que precisam obter sucesso e conseguir estima e apreço por parte dos professores e colegas. Esse comportamento fica evidenciado em algumas justificativas como: “*A nota podia ser relacionada ao interesse e comportamento do aluno durante a atividade*”, ou ainda “*É uma oportunidade para os alunos demonstrarem o que aprenderam*”.

4.5.2.5 Análise da Quinta Pergunta

A quinta pergunta do questionário era:

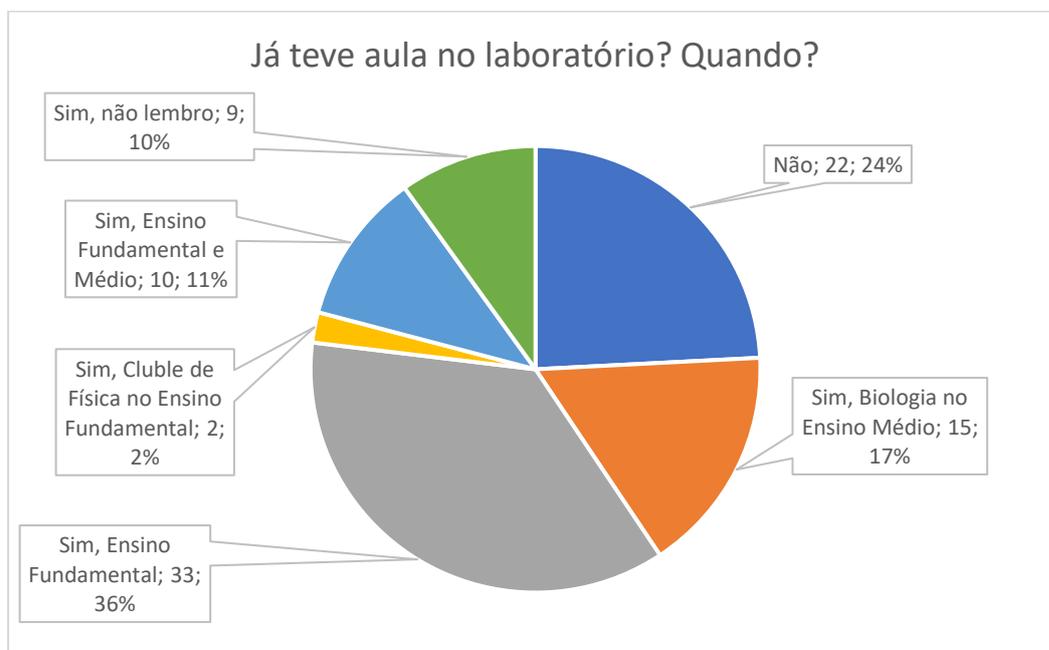
Você já teve aula de Laboratório? Quando?

Com essa pergunta buscávamos conhecer melhor os alunos com relação à participação em atividades práticas em diferentes disciplinas e em diferentes níveis de ensino. Verificamos que o maior grupo de alunos, trinta e três, teve aulas de laboratório no Ensino Fundamental. A disciplina de Biologia do primeiro ano do Ensino Médio proporcionou a quinze alunos aulas experimentais no laboratório. Dez alunos declararam ter tido aulas tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Nove alunos lembravam de ter tido aulas desse tipo, porém não lembravam ao certo em que fase de sua escolaridade, podendo-se perceber que as mesmas teriam sido esporádicas. Apenas dois alunos, que participaram do Clube de Física, tinham participado de atividades práticas voltadas para temas específicos dessa disciplina durante o Ensino Fundamental. Por fim, vinte e dois alunos afirmaram que não haviam desenvolvido atividades práticas em um laboratório anteriormente. O Gráfico 7 nos proporciona a visão geral das respostas dos alunos participantes da pesquisa.

A partir desse quadro, é representativo a heterogeneidade que encontramos no segundo ano do Ensino Médio, é possível entender-se algumas das dificuldades em se desenvolver atividades práticas na disciplina de Física nesse nível de ensino. Ao contrário do que preconizam autores como Borges (2002), os alunos em geral não têm, de forma sistemática, um contato mais efetivo com atividades experimentais. Estamos longe de ter uma tradição em

adotar abordagens mais voltadas às atividades práticas e de incorporá-las à nossa prática docente.

Gráfico 7 – Respostas dos alunos em relação à participação em aulas de laboratório.



Fonte: Elaborado pela autora.

Alguns comentários realizados pelos respondentes do questionário corroboram essas constatações, uma vez que, entre os que declararam que haviam tido aulas de laboratório, vários afirmaram que o número de atividades foi muito baixo e que elas eram na maioria das vezes simples demonstrações de um fenômeno, sem a necessidade de coletar dados, propor hipóteses, adotar um procedimento específico de trabalho e tirar conclusões a respeito.

4.5.2.6 Análise da Sexta Pergunta

A Sexta pergunta do questionário era a seguinte:

Você gostou das aulas de Laboratório? Por quê?

Em relação a esta pergunta os respondentes foram unânimes ao responder que sim. O Quadro 11 apresenta uma coletânea das justificativas dadas por eles.

Quadro 11 – Justificativas dadas pelos respondentes ao questionário à sexta pergunta.

Justificativa dos alunos	Frequência
Dá para ver as coisas acontecendo na prática	34
Ajuda a entender a matéria	25
A aula sai da monotonia/rotina	15
Divertida/descontraída	12
Forma mais legal/diferente de aprender	10
Variar o ambiente de estudos é bom	8
Facilita a aprendizagem	8
É diferente, temos uma segunda chance para entender o conteúdo, por outro ângulo	7
Tornam as aulas menos cansativas e mais dinâmicas	7
É um ótimo meio para o aprendizado/ estimula o aprendizado	5
Me senti um cientista/ podemos tirar nossas conclusões	4
Eficiente / é mais didática	4
Faz a gente ter mais interesse na aula	4
Empolgante/ prendem a atenção	3
É possível tirar dúvidas com mais liberdade	2
Trabalhar de maneira cooperativa	2
É uma maneira de interação	1
Tenho mais interesse nas aulas teóricas já que são necessárias para resolver as atividades do laboratório	1
Chama atenção	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 12 – Categorias formadas a partir da Análise de Conteúdo empregada à sexta pergunta.

Categorias iniciais	Categorias intermediárias	Categorias finais
Dá para ver as coisas acontecendo na prática	Estimulam a significação e o aprendizado	Motivação baseada na compreensão e realização da atividade
Ajuda a entender a matéria		
Facilita a aprendizagem		
É um ótimo meio para o aprendizado/ estimula o aprendizado		
Tenho mais interesse nas aulas teóricas já que são necessárias para resolver as atividades do laboratório		
Forma mais legal/diferente de aprender	Proporcionam formas alternativas de entendimento	A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico
Eficiente / é mais didática		
É diferente, temos uma segunda chance para entender o conteúdo, por outro ângulo		
A aula sai da monotonia/rotina	Atividades estimulantes, divertidas e descontraídas	A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico
Variar o ambiente de estudos é bom		
Empolgante/ prendem a atenção		
Divertida/descontraída		
Tornam as aulas menos cansativas e mais dinâmicas	Atividades envolventes	A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico
Faz a gente ter mais interesse na aula		
Chama atenção		
Me senti um cientista / podemos tirar nossas conclusões	Proporcionam interação entre professor-aluno e aluno-aluno	Motivação baseada na afetividade
Trabalhar de maneira cooperativa		
É uma maneira de interação		
É possível tirar dúvidas com mais liberdade		

Fonte: Elaborado pela autora.

Com a análise das respostas dos alunos e a criação de categoriais iniciais e intermediárias, posteriormente usadas como embasamento na construção das categorias finais, conforme apresentado no quadro 12. Verificamos que os alunos gostaram de ter aulas no laboratório por diversos motivos, tendo havido uma convergência das respostas de modo que encontramos alguns elementos já presentes em perguntas anteriores. Por este motivo foi possível estabelecer uma conexão entre as categorias emergentes nesta pergunta com as de outras apresentadas anteriormente. Assim as três categorias que emergiram na pergunta atual foram denominadas: Motivação baseada na compreensão e realização da atividade; A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico; Motivação baseada na afetividade, as quais representam uma síntese dos elementos identificados no decorrer a análise das respostas.

Motivação baseada na compreensão e realização da atividade

Devido à grande semelhança entre as justificativas que deram origem a essa categoria com as justificativas que deram origem a primeira categoria final da primeira pergunta, optamos por atribuir a mesma denominação utilizada anteriormente. Evitando a repetição de argumentos, vamos discorrer, apenas sobre elementos ou justificativas ainda não elencadas. Libâneo (2013) descreve o que costuma ser chamado de ensino tradicional encontrado na maioria das escolas:

“O professor “passa” a matéria, os alunos escutam, o respondem o “interrogatório” do professor para reproduzir o que está no livro didático, praticam o que foi transmitido em exercícios de classe ou tarefas de casa e decoram tudo para a prova. ... O elemento ativo é o professor que fala e interpreta o conteúdo. O aluno, ainda que responda o interrogatório do professor e faça os exercícios pedidos, tem uma atividade muito limitada e um mínimo de participação na elaboração dos conhecimentos.” (LIBÂNEO, 2013, p 83)

Quando o professor faz uso de estratégias de ensino diferentes nos quais é possível relacionar o conteúdo teórico com situações práticas ou situações do dia a dia, torna a aprendizagem mais significativa e eficiente, e essa foi a opinião da maioria dos alunos, que disseram ter gostado das atividades práticas porque elas deram sentido e facilitaram a compreensão de vários conteúdos já estudados anteriormente. É importante, sempre que possível, trazer situações didáticas que possibilitem a relação entre o conteúdo estudado com situações corriqueiras, para que essa ligação contribua para a aprendizagem. Segundo Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2011, p. 93) “as pessoas pensam e lidam de forma mais eficiente nos e com problemas cujo contexto e conteúdo conhecem melhor, que lhes são particularmente familiares”.

Durante a realização da atividade, surgem dúvidas e essas podem ser respondidas de maneira mais próxima com o professor, assim, os alunos mais tímidos podem perguntar sem ficarem expostos. Para jovens adolescentes que estão crescendo, sofrendo várias transformações é muito importante não ficar em evidência, principalmente mostrando suas falhas ou deficiências. Ribeiro (2011, p.3) é enfático ao defender que o professor tem um papel decisivo na promoção da motivação nos alunos e deve atuar ativamente para melhorá-la: “É desejável que o professor promova na sala de aula um ambiente afável, transmitindo ao aluno um sentimento de pertença, onde se sinta integrado e veja legitimadas as suas dúvidas e os seus pedidos de ajuda”.

Sabemos que as dúvidas, perguntas e erros são importantes no processo de aprendizagem, por isso devemos estar disponíveis para ajudá-los e até fomentar possíveis dúvidas, para que essas não se acumulem e possam gerar um “bloqueio” no aluno. É na dúvida de um aluno que podemos perceber um aspecto que pode ou deve ser melhorado na nossa prática. Estudiosos como Gil-Pérez, Cachapuz e Praia (2011), sugerem que cabe ao professor não somente solucionar as dúvidas, mas também, incentivar os alunos a conscientizarem-se de suas dificuldades e dar-lhes confiança para que se sintam livres para questionar.

A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico

Delizoicov, Angotti e Pernambuco pronunciaram que “Não há como ensinar alguém que não quer aprender, uma vez que a aprendizagem é um processo interno que ocorre como resultado da ação de um sujeito” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNABUCO, 2002, p. 122). Assim quando os alunos argumentam que as atividades práticas despertam o interesse pelo conteúdo, e os mantêm focados, elas cumprem o seu papel motivacional de gerar curiosidade, despertar o interesse e o desejo de aprender.

Hodson (1988) enfatiza que as atividades práticas possuem funções didáticas como estimular a confiança e a autoestima dos alunos, mostrando que eles podem manipular, controlar, investigar e solucionar problemas. O autor salienta, ainda, que a confiança que emerge com o sucesso de uma atividade pode se projetar como sucesso em uma nova atividade. Esses aspectos podem ser verificados em algumas justificativas apresentadas pelos alunos compreendidos nesta categoria: “*Me senti um cientista*” e “*podemos tirar nossas conclusões*”.

Como citado anteriormente, quando o objetivo está claro, o aluno entende o que está sendo solicitado, consegue realizar a tarefa e recebe o *feedback* das tarefas realizadas, ele

naturalmente sente-se motivado ao estudo, pois a possibilidade do êxito é um fator motivacional muito importante. Assim, quando os alunos argumentam que entenderam o conteúdo e conseguiram visualizar na prática o que haviam estudado teoricamente, é porque a atividade foi potencialmente promotora de motivação.

Deci e Ryan (1985) relacionam a motivação intrínseca a três necessidades humanas básicas: autonomia, competência e ligação, de modo que os alunos exibem níveis muito mais altos de motivação quando o professor consegue criar um ambiente que promova esses três sentimentos. Assim, é necessário dar autonomia para os estudantes, dar-lhes o direito de escolha e envolvimento. O aluno experimenta a sensação de competência quando realiza uma tarefa na qual ele pode ter sucesso, mas não fáceis demais, com um grau desafio um pouco além das capacidades atuais. A ligação pode ocorrer quando percebem que os professores os apreciam, valorizam e respeitam. Segundo Tough (2016, p.75) “Contextos de sala de aula em que os alunos experimentam autonomia, competência e ligação tendem a promover não somente a motivação intrínseca, mas um envolvimento espontâneo em atividades acadêmicas”.

As atividades, por ocorrerem em um ambiente diferente, quebram a rotina e a monotonia que muitas vezes se instaura na sala de aula. É nesse ambiente descontraído que as dúvidas e os questionamentos surgem e há possibilidade de eliminar ou reduzir o acúmulo de dificuldades. Alguns pesquisadores, como Farrington (2013), acreditam que os momentos de fracasso são a ocasião em que os alunos estão mais suscetíveis à mensagem do professor, tanto as positivas quanto as negativas sobre seu potencial. Devemos aproveitar essa oportunidade ímpar para além de sanar as dúvidas, incentivar nossos alunos, pois seu nível de motivação depende muito da percepção que ele tem da própria identidade como estudante.

Como podemos perceber na análise segunda pergunta do questionário, na qual pretendíamos descobrir elementos que geravam descontentamento, uma das categorias oriundas das justificativas foi a Ausência de ludicidade e novidade. De maneira coerente, verificamos que quando uma atividade promove a curiosidade, a fantasia e o lúdico, proporciona a motivação intrínseca, e como consequência, a atividade agrada os estudantes.

Motivação baseada na afetividade

Os dados mostram que as justificativas dos alunos que deram origem a essa categoria, são muito semelhantes àsquelas encontradas nas respostas à primeira pergunta do questionário, de modo que optamos também por dar a esta categoria final o mesmo nome utilizado anteriormente.

Diversos estudantes enfatizaram que trabalhar em pequenos grupos ou até em dupla, fomenta a discussão, a argumentação o levantamento de ideias e hipóteses facilitando a compreensão, resolução e conclusão das atividades. São alunos que Bacas e Martín-Díaz (1992) classificam como “aluno sociável”. Ao propiciar ambiente de argumentação, discussão e cooperação estamos possibilitando ao aluno ser protagonista no processo de aprendizagem, permitindo que ele interaja com o ambiente, com os materiais e com os demais colegas. Essa troca de ideias entre os alunos é desejável e necessária para que eles desenvolvam a reflexão, capacidade de argumentação, escutar e aceitar os argumentos dos colegas. Segundo Carvalho e colaboradores (1998) a cooperação entre os alunos traz inúmeros benefícios para a aprendizagem. No caso dos conteúdos conceituais, os estudantes, após ouvir e considerar a opinião de colegas, são estimulados por divergências de ideias. Dessa forma, por reelaboração e reorganização dessas ideias aprofundam sua compreensão. Em relação aos conteúdos procedimentais, surge a necessidade de desenvolver seus pensamentos e ações de forma lógica para que sua exposição seja compreendida pelo colega. Já no caso dos conteúdos atitudinais, os autores avaliam que os alunos aprendem a ouvir, a considerar as ideias do colega, aceitá-las ou refutá-las de forma tranquila e sociável.

Entre as inúmeras contribuições produzidas pelo psicólogo Vygotsky (1984), vamos considerar brevemente e contextualizar o conceito de “zona de desenvolvimento proximal”. Segundo o autor, ela define a distância entre o “nível de desenvolvimento real”, quando o aluno consegue resolver um problema sem a necessidade de ajuda, e o “nível de desenvolvimento potencial” quando o estudante consegue resolver o problema auxiliado por um professor ou colega. Segundo Carvalho (2017, p.5) os alunos se sentem tão bem trabalhando em grupo, ou seja, propicia as condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimentos e habilidades com a orientação de seus colegas. Salientando ainda que quando os alunos trabalham em pequenos grupos, eles têm mais facilidade de comunicação, e é muito mais fácil propor suas ideias a um colega que ao professor. Bueno e Garcia (2019) proferiram que a cooperação é uma ferramenta importante para o êxito na escola.

4.5.2.7 Análise da Sétima Pergunta

A Sétima pergunta do questionário era a seguinte:

Você considera que as aulas de Laboratório facilitam o ensino? Por quê?

Sobre a facilitação do ensino proporcionada pelas atividades práticas, três alunos responderam que elas colaboram apenas parcialmente, utilizando como argumento o fato de que em algumas atividades os grupos eram grandes (quatro ou mais integrantes), o que dificultou a sua realização e, conseqüentemente, o seu melhor aproveitamento. Os demais alunos, oitenta e oito, afirmaram que as atividades facilitam o ensino apresentando justificativas que vamos utilizar na nossa análise. O Quadro 13 apresenta uma coletânea das justificativas dadas pelos participantes da pesquisa a essa pergunta.

Quadro 13 – Justificativas dadas pelos respondentes ao questionário à sétima pergunta.

Justificativas dos alunos	Frequência
Nos mostram na prática o que aprendemos na teoria	46
Ajudam a entender/compreender o conteúdo	13
Elas despertam o interesse e atenção	9
Contextualiza o conteúdo	6
São dinâmicas, divertidas, nos possibilitam sair da rotina e entender o conteúdo	6
Fixam melhor o conteúdo	5
Facilita tirar dúvidas	3
Sair da rotina	3
Prestamos mais atenção nos pequenos detalhes, percebendo com cada elemento interfere no conteúdo	2
Desenvolvem o raciocínio	2
Tocar, mexer, manipular ajuda a memorizar o conteúdo	2
As aulas de laboratório estimulam outras partes do cérebro	1
Ambiente descontraído	1
Nova perspectiva, outra chance para aprender	1
São feitas em grupo o que facilita o entendimento	1
É muito bom perceber que um exercício que só calcularíamos, pode ser realizado de verdade na prática isso faz muito sentido	1
Alguns detalhes que podem ter passado despercebidos durante a aula podem ser esclarecidos na aula	1
O ambiente descontraído permite que deixemos a timidez de lado.	1
Nos proporciona uma melhor compreensão do problema	1

Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 14 apresenta as categorias intermediárias e finais emergentes da análise das justificativas dos estudantes.

Da mesma forma que na análise da pergunta anterior, as respostas evidenciaram certas similaridades com algumas encontradas na primeira e na sexta pergunta do questionário, de modo que conduziram às mesmas categorias já encontradas. Assim, achamos coerente que a categoria final tivesse a mesma denominação que atribuímos anteriormente: Motivação baseada na compreensão e realização da tarefa. A segunda categoria final abarca as variáveis que podem interferir na motivação dos estudantes, facilitando o processo de ensino. Entendemos que esse padrão de resposta mostra uma relação com o contexto instituído pela

professora ao implementar a estratégia de ensino, sendo assim, ela foi denominada de Motivação fomentada pelo contexto didático. A seguir vamos analisar mais detalhadamente cada categoria final.

Quadro 14 – Categorias emergentes da Análise de Conteúdo aplicada às justificativas dos alunos para a sétima pergunta.

Categorias iniciais	Categorias intermediárias	Categorias finais
Nos mostram na prática o que aprendemos na teoria	Visualização prática do conteúdo estudado	Motivação baseada na compreensão e realização da atividade
Contextualiza o conteúdo		
Nos proporciona uma melhor compreensão do problema	Permitem que a compreensão dos problemas	
Ajudam a entender/compreender o conteúdo		
Prestamos mais atenção nos pequenos detalhes, percebendo com cada elemento interfere no conteúdo		
Fixam melhor o conteúdo	Auxilia o aluno a lembrar do conteúdo estudado	
Nova perspectiva, outra chance para aprender	Proporcionam novas perspectivas sobre o conteúdo estudado	
Alguns detalhes que podem ter passado despercebido durante a aula podem ser esclarecidos na aula		
Desenvolvem o raciocínio		
São feitas em grupo o que facilita o entendimento	Promove a interação entre os colegas	
Facilita tirar dúvidas		
O ambiente descontraído permite que deixemos a timidez de lado	Proporciona a interação com material concreto	
É muito bom perceber que um exercício que só calcularíamos, pode ser realizado de verdade na prática isso faz muito sentido		
Tocar, mexer, manipular ajuda a memorizar o conteúdo		
As aulas de laboratório estimulam outras partes do cérebro	Fomentam a motivação, o interesse e a atenção	
Elas despertam o interesse e atenção		
Sair da rotina	Mudança do ambiente evitando a monotonia tornando a aula mais dinâmica	
Ambiente descontraído		
São dinâmicas, divertidas, nos possibilitam sair da rotina e entender o conteúdo		

Fonte: Elaborado pela autora.

Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade

Ao utilizarmos as atividades práticas como estratégia de ensino, esperamos que elas sejam facilitadoras dos processos de ensino e aprendizagem. Para isso desejamos que os alunos, individual e coletivamente, explorem, reflitam, levantem hipóteses e possam concluir sobre o problema ou a situação que lhes foi encaminhado. Analisando as respostas dos alunos, verificamos que quando os problemas ou situações estudadas estão relacionadas com o dia a dia do aluno, o seu empenho e sua curiosidade aumentam. Muitas vezes, nossos alunos não “enxergam” sentido em por que estudar tal conteúdo, porém, ao se depararem com uma aplicação prática o aluno percebe importância do conteúdo estudado

Conforme Dewey (1959), o conhecimento e seu desenvolvimento são concebidos integrando os conceitos de sociedade e indivíduo. Assim, a educação deve integrar-se às experiências de vida do estudante, a qual permitirá, ao aluno, desenvolver a sua capacidade de raciocínio e espírito crítico. Para Rodrigues e Amaral (1996), contextualizar o ensino significa trazer a própria realidade do aluno, não apenas como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem, mas como o próprio contexto de ensino.

Motivação fomentada pelo contexto didático

Como em outras oportunidades, os alunos discorreram sobre a importância de trabalhar em pequenos grupos e em ambiente descontraído, facilitando a interação com o professor, seja para sanar dúvidas, fazer questionamentos ou comentários. É nessa troca de ideia, que o professor pode sugerir que o estudante tente refazer usando outra condição, que preste atenção nos detalhes e elementos envolvidos, para ver como eles influenciam no fenômeno. Essa conexão, quando ocorre, permite ao aluno um outro olhar ou ponto de vista. Boruchovitch (2009) argumenta que a motivação pode ser fomentada pelo ambiente de sala de aula.

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) “A aprendizagem faz-se na ação, e é no trabalho que os conceitos são aprendidos”. Ações como observar, medir, analisar resultados e até refazer a atividade visando melhorar os dados obtidos, são atitudes muito presentes nas aulas do laboratório, e por esse motivo que alguns alunos justificaram a facilidade em compreender o conteúdo usando frases como: “*Tocar, mexer, manipular ajuda a memorizar o conteúdo.*” ou ainda “*Prestamos mais atenção nos pequenos detalhes, percebendo como cada elemento interfere no conteúdo.*”. Quando os alunos recebem liberdade para trabalhar e tomar decisões sentem-se valorizados, participantes e responsáveis por sua própria aprendizagem. Carvalho e colaboradores (2017, p.11) orientam que o material didático organizado pelo professor deve permitir que o aluno, além de resolver o problema proposto, possa diversificar suas ações, e as observações das alterações oriundas dessas modificações sejam estudadas, proporcionando a oportunidade de estruturar e compreender essas regularidades.

4.5.2.8 Análise da Oitava Pergunta

A oitava pergunta do questionário era a seguinte:

Quais sugestões você daria para a melhoria das atividades práticas?

Com esta última pergunta desejávamos colher sugestões dos alunos, ou suas opiniões a respeito das atividades desenvolvidas, visando a melhoria das mesmas. Apesar das observações durante a realização das atividades e das importantes contribuições deixadas por eles nas respostas às outras perguntas, imaginamos que este espaço poderia servir para gerar uma reflexão mais geral por parte deles em relação ao processo todo vivenciado.

Verificamos que muitos dos respondentes aproveitaram o espaço para tecer elogios em relação a diferentes aspectos das atividades e outros afirmaram não ter sugestões, uma vez que haviam gostado da forma como elas foram realizadas. O Quadro 15 mostra, de forma agrupada por semelhança, as sugestões apresentadas pelos alunos e a frequência com a qual incidiram.

Quadro 15 – Respostas dos respondentes ao questionário para a oitava pergunta - Sugestões de melhoria para as atividades práticas.

Sugestões dos alunos	Frequência
Que ocorram com mais frequência e em todos os conteúdos	22
Mais tempo para execução	14
Mais atividades como a última, que o aluno é quem rege o experimento.	9
Grupos menores ou duplas	9
Nota ser atitudinal	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os cinco pontos abordados pelos alunos em suas sugestões, o mais frequente foi em relação à periodicidade da realização das atividades práticas. Pelo que se conclui por este fato, a boa receptividade das atividades é uma característica marcante na manifestação dos participantes da pesquisa, contribuindo de forma decisiva para que sigamos nesse projeto de adoção sistemática das mesmas incorporando-as à nossa prática docente. Com esse intuito nosso propósito para o futuro é o de aperfeiçoá-las e aumentar a sua quantidade. Como ilustração da percepção dos alunos a respeito desse trabalho destacamos um comentário deixado por um deles: *“Mais atividades, pois é um alívio e uma notícia maravilhosa saber que sairemos da rotina para fazer algo diferente, principalmente algo que tanto nos ajuda na compreensão do conteúdo.”*

A referência ao tempo dedicado à realização das atividades é mais um indicativo da importância que o mesmo tem para um bom desempenho dos alunos frente às atividades e de como é fundamental adotar-se um intervalo compatível com as tarefas a serem desenvolvidas. Acreditamos que uma discussão bastante enriquecedora sobre esse aspecto foi realizada quando da análise da terceira pergunta.

O fato de que nove alunos tenham sugerido que as atividades sejam do mesmo estilo da atividade oito, relativa ao Calor Específico, indica a predileção dos respondentes por atividades mais abertas. Isso é verificado uma vez que esta atividade, segundo a classificação sugerida por Pella e Shermann (1969) é classificada com grau de abertura igual a IV. Atividades como essa promovem a autonomia e a liberdade, conforme declarou um aluno: *“Que continue deixando que tentemos nós mesmos, pois assim nos sentimos valorizados e nos deixar “descobrir” melhora o raciocínio, nos põem a prova de nossos conhecimentos, de como aplicá-los”*.

A adequação do número de participantes por grupo é uma sugestão válida e tem sido avaliada sistematicamente em nosso trabalho rotineiro. Este aspecto constitui um grau de liberdade que precisamos analisar com bastante cuidado, em função das tarefas e do envolvimento dos participantes em cada atividade. Como já foi mencionado, é uma das melhorias que foram sendo implementadas em etapas subsequentes nos ciclos de aplicação das atividades práticas. Por ter sido mencionado pelos alunos, fica evidente a importância que isso tem na visão dos mesmos.

A sugestão a respeito da atribuição da nota relativamente aos aspectos atitudinais, mesmo sendo citada por um aluno apenas, é valiosa e tem suscitado também uma grande discussão ao longo de todo o trabalho. Buscamos continuamente proporcionar uma avaliação que seja a mais justa e coerente possível.

4.5.3 Segundo Ano Letivo: 2018

Inicialmente, faremos a classificação das atividades implementadas no ano de 2018 segundo o Grau de liberdade propostos por Pella e Shermann (1969). Posteriormente discorreremos sobre a implementação das atividades, juntamente com as observações e anotações do Diário de Bordo, analisando e refletindo quais alterações podem ser consideradas no *design* e construção da mesma atividade no ano seguinte $a_{i+1,j}$ (mesmo conteúdo), ou nas próximas atividades realizadas no mesmo ano $a_{i,j+1}$. (conteúdos diferentes).

4.5.3.1 Classificação das atividades – quanto ao grau de liberdade

Após a avaliação e reflexão sobre as atividades práticas, realizadas em 2017 ($a_{1,j}$), juntamente com a exploração e análise dos questionários respondidos pelos alunos no final do

ano letivo, foi possível repensar os princípios de *design* e a construção das atividades a serem implementadas no ano de 2018 (a_{2,j}). Por esse motivo, muitas vezes, viu-se a necessidade de fazer outras alterações nos roteiros além daquelas previstas nas atividades dos anos anteriores (a_{2,1}, a_{2,2}, a_{2,3}, a_{2,4}, a_{2,5}, a_{2,6}, a_{2,7} e a_{2,8}) após a sua realização.

Iniciado o ano letivo, antes das turmas realizarem a primeira atividade prática, todas as turmas foram, individualmente, levadas ao laboratório para conhecê-lo e explorá-lo. A ideia dessa visita inicial é fruto da avaliação e reflexão ocorrida durante e após a primeira atividade prática realizada em 2017. Acompanhados pela professora, os alunos tiveram total liberdade para circular pela sala, explorar, tocar nos equipamentos e questionar a respeito dos mesmos. O objetivo dessa visita prévia era que os alunos “matassem” a curiosidade e experimentassem a euforia da primeira ida ao laboratório para que, dessa forma, quando fosse realizada a primeira atividade prática, estivessem mais focados na sua realização.

As atividades práticas desenvolvidas ao longo do ano letivo variaram quanto ao seu grau de direcionamento. O Quadro 16 mostra a classificação das atividades realizadas pelos alunos segundo os graus de liberdade introduzidos por Pella e Shermann (1969).

Quadro 16 – Classificação das atividades práticas implementadas em 2018, quanto aos Graus de liberdade propostos por Pella e Shermann (1969).

Grau de liberdade	Atividade Prática
Grau I	-
Grau II	Reflexão – Espelhos Planos Reflexão - Espelhos Esféricos Dilatação
Grau III	Pêndulo Simples Ondas Mecânicas Composição e Decomposição da Luz Propagação do Calor
Grau IV	Calor Específico
Grau V	-

Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira atividade realizada foi referente ao Pêndulo Simples, a qual tinha como objetivo determinar a aceleração da gravidade local. Para a sua realização os alunos receberam um roteiro que continha uma fundamentação teórica e o objetivo da atividade, que era de determinar a aceleração da gravidade local, a partir do material disposto nas bancadas. Como os alunos tiveram que decidir sobre os procedimentos que deveriam realizar para atingir o objetivo, classificamos essa atividade como Grau III.

A segunda subatividade realizada foi a de Ondas Mecânicas – Ondas Sonoras, eram três subatividades distintas. Na primeira os alunos, inicialmente, deveriam gerar ondas e observar a relação entre a frequência e o comprimento da onda, em seguida, gerar e analisar a interferência que ocorre com duas ondas. A segunda atividade tinha como objetivo que os alunos compreendessem a diferença entre ondas longitudinais e transversais. Por fim, com um gerador de ondas acoplado em um auto falante, os estudantes deveriam produzir ondas, variando a forma, a intensidade e a frequência das mesmas. Foram dadas as instruções do que os alunos deveriam fazer, mas não como deveriam fazer, por isso classificamos essa atividade como Grau III.

A atividade sobre Espelhos Planos tinha como objetivo observar a reflexão e comprovar as leis que a regem, a partir de um roteiro direcionado, por isso ela também foi classificada como Grau II. A mesma classificação foi dada à atividade sobre Espelhos Esféricos, na qual os alunos tiveram a oportunidade de observar o foco real (espelhos côncavos) e virtual (espelhos convexos), além de ver as diferentes possibilidades de formação de imagens em um espelho côncavo, variando a posição do objeto em relação ao centro de curvatura do espelho.

A quinta atividade executada pelos alunos foi de Óptica, envolvendo a Composição e Decomposição da Luz. O roteiro possuía apenas o objetivo, que era o de verificar a composição e a decomposição da luz, a partir do material disposto nas bancadas. Como os alunos tiveram que decidir sobre os procedimentos que deveriam realizar para atingir o objetivo, classificamos essa atividade como Grau III.

A sexta atividade experimental foi classificada como Grau III. Nesta atividade sobre termologia, os alunos encontravam sobre as bancadas cinco subatividades distintas, envolvendo os Processos de Propagação do Calor. No roteiro os alunos eram questionados e instigados a analisar e concluir em relação ao processo envolvido em cada estação e explicar como ele ocorria.

Para estudar a Dilatação dos corpos os alunos realizaram a sétima atividade, também classificada como Grau II. Foram utilizadas duas barras de materiais diferentes e um dilatômetro que, além de registrar a dilatação, possibilitava variar o comprimento das barras. Os alunos receberam um roteiro fechado orientando-os como proceder para determinar os coeficientes de dilatação linear das duas barras.

A última atividade realizada pelos alunos foi classificada como Grau IV, pois os alunos receberam um roteiro que informava apenas o objetivo: determinar o Calor Específico de uma substância desconhecida, utilizando o material disposto na bancada. Trata-se de um

problema prático aberto, no qual os alunos deveriam levantar hipóteses e tomar decisões sobre os procedimentos e estratégias para resolvê-lo.

4.5.3.2 Implementação das atividades

A seguir, apresentamos um relato das atividades realizadas no ano de 2018 que contempla uma descrição das diversas etapas da pesquisa e expõe os principais resultados obtidos nesse procedimento.

Pêndulo Simples $a_{2,1}$

Após a reflexão sobre as atividades práticas realizadas em 2017, percebeu-se a necessidade de colocar uma breve fundamentação teórica no roteiro experimental, objetivando, lembrar os alunos sobre alguns conceitos importantes a respeito do conteúdo estudado. Já com essa alteração no roteiro, nos dias 21/02 (F1), 28/02 (F3, F4) e 01/03 (F2), utilizando um período (45 minutos), foi realizada a atividade prática sobre o Pêndulo Simples (Apêndice J). Além disso, foi permitido aos alunos se reunirem em grupos de dois ou três alunos (eles ficaram livres para escolher seus grupos) e o roteiro foi elaborado de modo a informar apenas o objetivo: determinar a aceleração da gravidade local, com o material disposto na bancada. Comparando as atividades, $a_{1,1}$ e $a_{2,1}$, a diferença foi notória: alunos concentrados, dedicados e interessados na atividade prática. Nenhum grupo solicitou a ajuda da professora em relação ao procedimento. Toda vez que avocavam a professora era para mostrar o que haviam feito e pedir auxílio no que tange ao que poderiam fazer para aprimorar o experimento, diminuindo possíveis erros cometidos.

Durante a realização da atividade, muitos estudantes demonstraram insatisfação quanto ao sistema de marcação do tempo, realizado com um cronômetro digital do laboratório ou usando o dos próprios aparelhos de telefone celular, e conseqüentemente aos erros de medida ocasionados. Percebe-se assim, a necessidade de pensar em alguma alternativa para a marcação mais precisa do tempo. Alguns alunos sugeriram a utilização de um cronômetro a laser, bastante adequados, porém de difícil aquisição. Na revisão bibliográfica, há alguns artigos que descrevem a construção e funcionamento de sistemas para automação da medida de intervalo de tempo como (ANDRADES; SCHIAPPACASSA; SANTOS, 2013; CAVALCANTE; BONIZZIA; GOMES, 2008; HESSEL et al., 2008; MORALES; MORA, 2012; SOUZA; MARESTONI, 2016), podemos utilizá-los para buscar uma possível solução ao problema.

Mudanças para a_{2,2} (Ondas Mecânicas 2018)

- Incluir questões (do tipo vestibular) no roteiro, que possam ser relacionadas com a atividade prática;
- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Utilizar dois períodos consecutivos.

Mudanças para a_{3,1} (Pêndulo Simples)

- Ao invés de simplesmente colocar o objetivo, tentar elaborar na forma de um problema aberto;
- Utilizar dois períodos consecutivos;
- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Pensar em alguma alternativa para a marcação do tempo.

Ondas Mecânicas a_{2,2}

A atividade prática sobre Ondas Mecânicas (Apêndice K), foi realizada nos dias 25/04 (turmas F4 e F3) e 26/04 (F1 e F2) com duração de um período (45 minutos). Por consequência da análise dos questionários e da observação da atividade prática a_{1,2} ocorrida em 2017, optamos pela substituição do experimento original. A nova atividade permitiu explorar aspectos lúdicos. Inicialmente, com a disponibilização de uma bacia com água, os alunos deveriam gerar ondas com diferentes frequências e analisar o comprimento da onda das mesmas. Em seguida, deveriam gerar duas ondas ao mesmo tempo e descrever o que estava acontecendo. Utilizando um gerador de ondas, e um mola do tipo “mola maluca” suspensa horizontalmente, os alunos geraram pulsos e observaram a propagação de dois tipos de onda classificando-as e caracterizando-as.

Posteriormente, cada grupo teve a sua disposição um gerador de onda acoplado a um alto-falante (colocamos um pouco de farinha de milho sobre o alto-falante) com a finalidade de variar a forma, a intensidade e a frequência da onda (ao menos cinco combinações diferentes). Os alunos ficaram encantados em descobrir que a frequência não audível realmente acontece e que nem todos têm a capacidade de escutar o som nas mesmas frequências. A inclusão da farinha de milho foi muito importante, pois puderam perceber a frequência e a intensidade e, principalmente, que ela vibrava mesmo quando o som não era mais audível.

Mudanças para $a_{2,3}$ (Reflexão – Espelhos Planos 2018)

- Se possível realizar a atividade em grupos pequenos;
- Utilizar dois períodos consecutivos.

Mudanças para $a_{3,2}$ (Ondas Mecânicas)

- Se possível dividir a turma utilizando dois laboratórios simultaneamente, de modo a minimizar a perturbação sonora entre os grupos;
- Elaborar o roteiro em forma de problemas abertos;
- Utilizar dois períodos consecutivos;
- Realizar a atividade em duplas ou trios.

Reflexão – Espelhos Planos $a_{2,3}$

A atividade prática sobre Reflexão – Espelhos Planos (Apêndice L) aconteceu nos dias 28/04 (turmas F1 e F2) e 30/04 (F3 e F4) com duração de 2 períodos (90 minutos). Realizamos pequenas alterações no roteiro original, com o objetivo de organizar melhor a atividade. Os alunos realizaram a atividade em duplas, com entrega individual do relatório no final da aula. A realização da atividade com um menor número de elementos permitiu um maior diálogo entre os estudantes além de diminuir as conversas paralelas durante a realização da atividade.

Torna-se um desafio planejar e organizar atividades, em quantidade suficiente para que os alunos possam realizá-las em duplas ou trios. No entanto, quando a realização ocorre em grupos mais numerosos, percebemos que alguns poucos, geralmente dois ou três, se envolvem na execução da atividade, enquanto o restante fica mais disperso.

Analisando os roteiros/relatórios produzidos durante a atividade prática percebemos respostas mais completas, explicadas com mais detalhes e desenhos feitos com muito mais esmero que no ano anterior.

Mudanças para $a_{2,4}$ (Reflexão – Espelhos esféricos - 2018)

- Incluir questões (do tipo vestibular) no roteiro, que possam ser relacionadas com a atividade prática;
- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Utilizar períodos consecutivos.

Mudanças para $a_{3,3}$ (Reflexão – Espelhos Planos)

- Reestruturar o roteiro elaborando-o em forma de problema aberto;

- Excluir o aparato com fendas duplas, pois, alguns aparatos estão danificados e não evidenciam o feixe de luz;
- Realizar a atividade em duplas ou trios;
- Utilizar dois períodos consecutivos.

Faz-se necessário registrar que no dia 15/05/2018, após tramitar junto à direção do Colégio a solicitação para usufruir da Licença Capacitação, deixei a regência das turmas por um período de três meses, sendo substituída por um colega professor. Durante este período, no entanto, para fins de continuidade do projeto em andamento, retornei periodicamente, nas datas estabelecidas, para a implementação das atividades práticas.

Reflexão – Espelhos Esféricos a_{2,4}

A atividade referente aos Espelhos Esféricos (Apêndice M) foi realizada nos dias 06/06 (turma F4) e 08/06 (turmas F3, F1 e F2) com duração de dois períodos (90 minutos). Conforme observação feita ao final do experimento realizado em 2017 (a_{1,4}), no pré-experimento procedemos uma revisão acerca das características da imagem formada de um objeto quando ele encontra-se no centro de curvatura de um espelho côncavo. Para tanto foi solicitado que levassem ao laboratório os seus cadernos de anotações. Em comparação com a atividade a_{1,4} realizada anteriormente ocorreram algumas alterações no roteiro, com indicações mais claras a respeito do posicionamento do objeto durante o experimento também foram inseridas duas questões de múltipla escolha sobre o tema. Os alunos realizaram a atividade em duplas ou trios, com entrega individual do roteiro/relatório no final da aula.

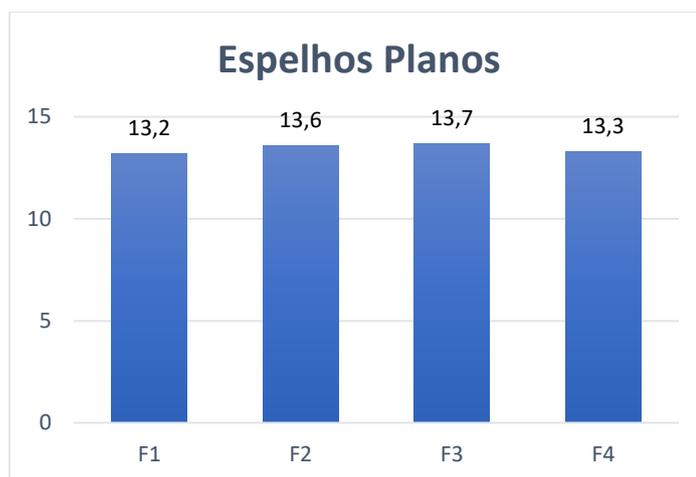
Com relação a essa atividade e ao tema a ela relacionado aconteceu um fato que nos chamou a atenção e nos motivou a abrir um parêntese para comentá-lo, como segue.

No dia 07/06 foi realizada uma Avaliação Parcial de Física que envolvia a reflexão da luz em espelhos planos e espelhos esféricos. Como é praxe no Colégio, a referida avaliação é realizada simultaneamente em todas as turmas de cada ano específico, obedecendo um calendário pré-estabelecido.

Ocorreu que, no momento de aplicação da referida avaliação, apenas a turma F4 havia realizado a atividade prática referente aos espelhos esféricos. A prova foi elaborada pelo professor regente à época, o qual, cabe ressaltar, não havia participado das atividades práticas. Em termos de “escores”, a designação adotada pelo Colégio ao grau a ser conferido em função dos acertos, a parte da prova referente aos espelhos planos conferia 20 escores e a parte de espelhos esféricos 30 escores.

O fato interessante, que nos chamou a atenção após a correção da prova, foi que na parte referente aos Espelhos Planos as turmas haviam se saído comparativamente de forma equilibrada, tendo-se registrado os escores apresentados no Gráfico 8.

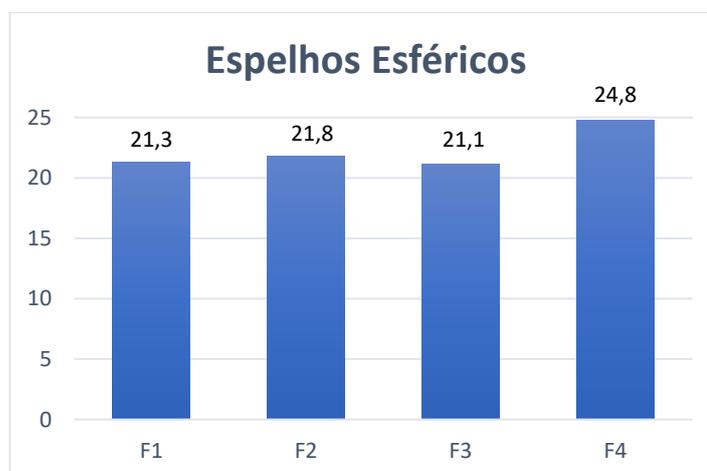
Gráfico 8 – Número médio de escores da parte relativa aos Espelhos Planos da Avaliação Parcial realizada em 2018.



Fonte: Elaborado pela autora.

No entanto, na parte referente aos Espelhos Esféricos, conforme apresenta o Gráfico 9, a turma F4, que havia realizado a atividade no laboratório saiu-se melhor que as restantes (13,7% superior).

Gráfico 9 – Número médio de escores da parte relativa aos Espelhos Esféricos da Avaliação Parcial realizada em 2018.



Fonte: elaborado pela autora.

É importante ressaltar que não houve a intenção de realizar uma comparação entre as notas dos alunos dessas turmas e induzir e relacionar o resultado à realização da atividade prática pelos mesmos, tendo o resultado sido obtido de forma completamente casual, em função das datas de realização da avaliação e das atividades práticas. Apesar disso, no que concerne ao nosso objetivo, enquanto professora e pesquisadora, de elaborar e desenvolver atividades que contribuam para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, a observância desse tipo de resultado não deixa de ser alentadora e também motivadora para prosseguir na nossa caminhada.

Mudanças para a_{2,5} (Composição e Decomposição da Luz 2018)

- Utilizar dois períodos consecutivos.

Mudanças para a_{3,4} (Reflexão – Espelhos Esféricos)

- Elaborar o roteiro em forma de problema;
- Utilizar dois períodos consecutivos;
- Realizar a atividade em duplas ou trios.

Composição e Decomposição da Luz a_{2,5}

A atividade prática sobre Composição e Decomposição da Luz (Apêndice N) foi realizada nos dias 16/06 (turmas F1, F2 e F3) e 20/06 (turma F4) com duração de 90 minutos (dois períodos). O roteiro utilizado foi igual ao do ano anterior. Como essas turmas trabalham de maneira concentrada e têm destacado empenho nas aulas de laboratório, resolvemos manter a composição da luz, obtida por meio de dois prismas, mesmo havendo uma certa dificuldade para a sua visualização. Uma vez que alguns grupos não conseguem visualizar o fenômeno, muitos alunos acabam ficando um pouco frustrados.

Mudanças para a_{2,6} (Propagação do calor -2018)

- Colocar uma fundamentação teórica;
- Formar duplas ou trios.

Mudanças para a_{3,5} (Composição e Decomposição da luz)

- Retirar a parte da composição da luz;
- Utilizar uma fundamentação teórica;
- Colocar a atividade na forma de um problema aberto (explorando alguma situação do cotidiano como por exemplo a luz atravessando uma janela e formando um arco-íris no chão).

Com o término do período abarcado pela Licença Capacitação, no dia 27/08/2018, reassumi a regência das turmas F1, F2, F3 e F4 e, dessa forma, podendo dar continuidade às atividades na forma habitual.

Propagação do Calor a_{2,6}

Uma vez que a parte teórica do conteúdo referente à Propagação do Calor, foi ministrado pelo professor substituto, não foi possível realizar a atividade de propagação do calor como problematização inicial, antes da teoria, conforme previsto em a_{1,6}. A referida atividade (Apêndice O) foi realizada nos seguintes dias: 29/08 e 03/09 nas turmas F3 e F4, respectivamente, com dois períodos consecutivos. A turma F1 realizou a atividade nos dias 30/08 e 01/09, em dois períodos de 45 minutos cada um. No dia 01/09 foi a vez da turma F2, também com dois períodos consecutivos (90 minutos). No caso da turma F1, em que houve a necessidade de realizar a atividade em duas etapas, os alunos deixaram o roteiro/relatório no laboratório no final da primeira aula, e concluíram as tarefas na segunda etapa, com isso se evita o compartilhamento de dados, comprometendo o processo.

Conforme indicado na atividade a_{1,6}, conseguimos montar um número maior de estações: Experimento 1 com quatro estações, Experimento 2 com três estações, Experimento 3 com duas estações, Experimento 4 com duas estações, e Experimento 5 com quatro estações, de modo que, com essa logística mais eficiente diminuimos o tempo de espera para a realização da tarefa seguinte.

Mudanças para a_{2,7} (Dilatação - 2018)

- Utilizar dois períodos consecutivos.

Mudanças para a_{3,6} (Propagação do calor)

- Utilizar as atividades como problematização inicial, e, baseado nas respostas dos alunos, planejar a organização do conhecimento;
- Conseguir chapas de materiais diferentes, propiciando que os alunos registrem o tempo de queda das esferas para as diferentes chapas. Com isso eles poderão verificar que a condução ocorre de maneira diferente dependendo do material utilizado.

Dilatação a_{2,7}

A atividade prática sobre a Dilatação (Apêndice P) aconteceu no mês de setembro nos dias 19 (F4 e F3) e 27 (F1 e F2), com duração de dois períodos (90 minutos). No final do ano de 2017, o Colégio adquiriu mais dois dilatômetros, de modo que em 2018, com um total de quatro equipamentos, foi possível um melhor desempenho nos trabalhos. Porém, em 2018,

não foi possível contar com um monitor que tornava possível dividir a turma em dois grupos. Desse modo, a turma foi levada para o laboratório de uma só vez, e os alunos divididos em quatro grupos com sete integrantes, em média.

Como os grupos tinham muitos componentes, foi nítido o descomprometimento de alguns alunos. De modo geral, três alunos em cada grupo ficavam discutindo e realizando a atividade, enquanto os outros ficavam com conversas e brincadeiras paralelas. Foi uma aula muito cansativa, diferente das demais. A professora necessitava chamar atenção dos alunos que estavam dispersos e com conversas paralelas.

Após uma nova análise e reavaliação desses fatos, pensou-se em uma possível alternativa, que seria dividir a turma em oito grupos. Nessa formatação, enquanto os quatro primeiros grupos fazem a atividade prática, os outros quatro grupos recebem uma lista de exercícios para resolver. Como o nosso laboratório possui três bancadas, em duas poderão ser dispostos os aparatos experimentais, enquanto a outra bancada pode ser destinada aos alunos que resolvem os exercícios. À medida que um grupo termina a coleta de dados, eles trocam de lugar com o grupo que aguarda e terminam a atividade na outra bancada.

Como os alunos possuem ritmos diferentes, levar atividade extra, como desafios ou listas de exercícios, poderá ser uma boa estratégia, pois manterá os alunos que terminam a atividade mais rapidamente envolvidos em alguma tarefa, diminuindo as conversas paralelas e a concentração dos alunos que ainda não concluíram as atividades.

Percebemos que esse ainda não é o contexto ideal, porém foi o que conseguimos estruturar dentro das nossas possibilidades. No entanto, sabemos que é preciso pensar em alguma estratégia para que todos possam trabalhar ao mesmo tempo, talvez modificando a atividade.

Mudanças para a_{2,8} (Calor Específico - 2018)

- Programar atividade extra ou desafio;
- Utilizar dois períodos consecutivos;
- Trabalhar em duplas ou trios.

Mudanças para a_{3,7} (Dilatação)

- Utilizar a atividade como problematização inicial e, baseado nas respostas dos alunos, planejar a organização do conhecimento;
- Pode-se fazer o estudo da dilatação com três roteiros diferentes, dessa forma, alguns grupos estudariam a dependência da dilatação com a variação da temperatura, outros com a variação do comprimento inicial e o terceiro ficaria com os materiais de

composição diferentes. Em seguida os grupos apresentariam suas atividades ao coletivo. Cabe ao professor conduzir a discussão para que consigam concluir quais as variáveis interferem na dilatação;

- Programar atividade extra ou desafios;
- Utilizar dois períodos consecutivos.

Calor Específico $a_{2,8}$

A atividade prática sobre calorimetria (Apêndice Q) foi realizada nos dias no mês de outubro nos dias 10 (F4), 17 (F3), 18 (F1) e 25 (F2), em dois períodos consecutivos, com duração total de 90 minutos. Nesse ano resolvemos descrever distintamente os dois objetivos: determinar a potência efetiva de uma manta de aquecimento e determinar o calor específico de uma substância desconhecida. Também foram inseridas duas questões teóricas envolvendo o tema. Com isso esperava-se que, ao operar com as quantidades envolvidas nesses processos físicos, estabelecendo as relações entre as mesmas, tornar mais claro o procedimento que deveria ser seguido pelos alunos, aumentando sua autoconfiança e empenho.

Mudança para $a_{3,8}$ (Calor Específico)

- Elaborar a atividade na forma de um problema, como os apresentados em concursos seletivos;
- Trabalhar em duplas;
- Utilizar dois períodos consecutivos;
- Programar atividades extras ou desafios.

4.5.4 Análise individualizada das atividades práticas implementadas em 2017 e 2018

Nesta seção apresentaremos a análise dos questionários respondidos pelos alunos no final dos anos de 2017, que continha oito questões abertas e um questionário mais sucinto respondido em 2018, no qual os estudantes responderam qual a atividade que mais e menos gostaram, justificando as respostas. sob um outro ponto de vista. Nossa intenção é fazer um olhar crítico sobre as atividades realizadas em 2017 ($a_{1,j}$) comparando-as com aquelas realizadas em 2018 ($a_{2,j}$), expondo os avanços e suas limitações, verificar indícios do que deu certo, e principalmente daquilo que teremos que modificar e incorporar em nossos princípios de *design*.

Exploramos as justificativas dos estudantes ao responderem as duas primeiras questões, referentes a qual a atividade que mais e menos gostaram, bem como suas justificativas, promovendo uma análise desses dados relativamente a cada uma das atividades, ou seja, nos deteremos agora a uma análise individual das mesmas.

Esse olhar individualizado possibilita uma superposição com os dados já analisados anteriormente, quando as atividades foram tomadas de forma coletiva, em 2017, propiciando um entendimento das questões pontuais relativas a cada uma delas. Com isso, poderemos prosseguir em nosso processo de reflexão e análise, evidenciando os aspectos positivos e negativos relacionados com cada uma delas, por meio das citações e opiniões colhidas nos questionários respondidos.

Esse procedimento pode colaborar para que possamos entender quais aspectos podem ser melhorados nas atividades e compõem mais um cruzamento de informações a compor o nosso quadro geral de análise e interpretação. Ao compararmos as respostas de 2017 e 2018 para cada atividade, esperamos ter indícios efetivos de como as alterações efetuadas nas atividades podem ter atingido os objetivos pretendidos e quais elementos precisam ser considerados como princípios de *design* e na construção/reconstrução das atividades para o ano seguinte ($a_{3,j}$). Configura-se, assim, o nosso processo cíclico de análise e exploração, *design* e construção, avaliação e reflexão.

Esta análise será realizada em duas partes. Na primeira associamos às atividades as referências favoráveis e desfavoráveis a partir das indicações “mais gostou” e “menos gostou”, respectivamente, classificando-as como potencialmente atraente ou não atraente. Na segunda identificamos as citações presentes nas respostas dos alunos para justificar a opção referente à primeira parte. Esse procedimento se repete para os dados obtidos nos anos de 2017 e 2018.

Pêndulo Simples

O Quadro 17 apresenta o resultado da compilação das opiniões e justificativas dos alunos em relação à atividade de Pêndulo Simples referente a atividade realizada no ano de 2017. Como treze alunos classificaram essa atividade na classe “menos gostou” e apenas dois alunos a citaram como a atividade que “mais gostou”, ela é percebida, do modo como foi implementada, como uma atividade não atraente. É oportuno comentar que o número de citações, algumas vezes, não coincide com o número de justificativas, pois alguns estudantes escolheram a atividades, porém, não justificaram a escolha.

Quadro 17 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Pêndulo Simples - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	2	Simplicidade	2
Menos gostou	13	Parada Simples Não entendi Grupo grande Sem atrativo	5 2 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar as justificativas, a maioria dos alunos que classificou a atividade como “menos gostou” justificou que ela foi: “*parada, simples e sem atrativo*”, uma possibilidade é tornar essa atividade mais desafiadora, fornecendo aos estudantes, apenas o objetivo da atividade.

A reclamação referente a grupos grandes, é fácil de ser resolvida, pois como a atividade não necessita de aparato elaborado, podem ser organizados mais grupos de atividades, permitindo que os alunos possam se reunir em duplas ou trios.

Com base nessas respostas, entendemos que ela precisava passar por um processo de reelaboração, de modo que a atividade foi modificada e implementada com algumas alterações.

Desta forma, a atividade realizada em 2017 ($a_{1,1}$), foi reelaborada mantendo-se a sua essência, porém modificando o seu grau de liberdade. Ao invés de receberem um roteiro no qual, além do objetivo, eram informados os passos a serem seguidos durante a execução das etapas, restando a eles a obtenção dos dados e a realização de cálculos simples para encontrar o resultado, no ano de 2018, os estudantes realizaram a atividade ($a_{2,1}$) modificada. Eles receberam um roteiro contendo uma breve fundamentação teórica e o objetivo da atividade que era o de determinar a aceleração da gravidade local, a partir de um material disposto na bancada. Com isso a atividade foi reclassificação como de Grau III, na qual cabe ao estuante o plano de trabalho, a obtenção de dados e a conclusão.

O Quadro 18 apresenta as opiniões e justificativas dos estudantes com relação a atividade do Pêndulo Simples realizada em 2018.

Dois alunos classificaram a atividade como a que “mais gostou” e 15 alunos citaram-na como a que “menos gostos”, portanto essa atividade foi classificada como não atraente.

Quadro 18 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Pêndulo Simples - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	2	Materiais diferentes Interessante	1 1
Menos gostou	15	Monótona (comparada com as outras) Simples Chata Você já tinha certeza do que aconteceria Não consegui realizar com êxito Não entendi Fácil Rápida Dificuldade na precisão de marcar o tempo Não achei interessante	5 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base nas novas justificativas de resposta, em que constam termos e expressões empregados pelos estudantes, como: “*Monótona, comparada com as outras*”, “*Simples*”, “*Chata*” e “*Você já tinha certeza do que aconteceria*”, percebemos que apesar das alterações realizadas na atividade (mudança no grau de liberdade), não houve mudança significativa na sua receptividade por parte dos alunos. Isso indica que serão necessárias novas reformulações na atividade visando alteração desse quadro.

Onda Mecânicas – Tubos Sonoros

Como podemos verificar pelos dados apresentados no Quadro 19, a atividade prática relativa aos Tubos Sonoros também foi classificada como uma atividade não atraente, para as turmas de 2017, uma vez que para apenas sete alunos ela foi enquadrada na classe “mais gostou”, contra nove alunos que a enquadraram na classe “menos gostou”.

Ao analisarmos as justificativas, chamou-nos atenção o fato de que cinco alunos não haviam entendido a atividade. Como já havíamos verificado durante a realização desta atividade e também a partir da leitura dos relatórios, muitos alunos tiveram dificuldades na realização das tarefas por não conseguirem diferenciar os sons obtidos. Notamos também que os alunos que mostraram maior interesse pela atividade naquela ocasião foram os componentes da banda de música do Colégio.

Quadro 19 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Ondas Mecânicas - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	7	Interessante, pois só mudando a altura da coluna o som variava Divertida Ver Tive facilidade em realizá-la Mais interativa	2 2 1 1 1
Menos gostou	9	Não entendi Não me chamou atenção Parada Entediante Não interessante	5 1 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base nas reflexões realizadas a sobre a atividade, avaliamos o que poderíamos fazer para torná-la mais atraente e propiciar maior motivação. Decidimos substituí-la por outra atividade de Ondas Mecânicas com características diferentes, de modo que alunos que não tenham afinidade com a música também tenham interesse na mesma.

Quadro 20 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Ondas Mecânicas - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	6	Me ajudou a entender o conteúdo Legal interessante Permitiu diferenciar onda longitudinal de onda transversal. Relação entre o conteúdo e o cotidiano	2 1 1 1 1
Menos gostou	21	Barulho Parada Não foi tão legal quanto as outras Muito difícil	18 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

No ano de 2018, durante a etapa de *design* e construção da atividade sobre Ondas Mecânicas, buscamos abordar e explorar elementos mais fundamentais, que pudessem ser visualizados pelos estudantes. A atividade prática era composta por três subatividades: a primeira explorava a relação entre a frequência e o comprimento da onda e a interferência de ondas. A segunda era uma atividade de verificação, com o objetivo de diferenciar as ondas longitudinais das ondas transversais. Já a terceira atividade foi organizada de modo que os

alunos, utilizando um gerador de onda com um alto-falante acoplado, geravam sons, variando a frequência e a forma da onda. O Quadro 20 apresenta as opiniões dos estudantes referentes a essa atividade.

Dos dados obtidos percebemos que a atividade foi classificada como não atraente, pois 21 alunos classificaram-na como “menos gostou” e seis alunos como “mais gostou”. Porém, ao nos determos nas justificativas, verificamos que 18 estudantes haviam justificado a sua escolha em função do barulho experimentado durante a atividade.

Para entender melhor o que havia acontecido, uma vez que o som é parte inerente da atividade relacionada a Ondas Mecânicas, foi necessário retornar ao Diário de Bordo e rever com certa atenção as anotações feitas durante a atividade. Na subatividade na qual os estudantes deveriam variar a forma, a intensidade e a frequência da onda (ao menos cinco combinações diferentes), muitos alunos ficaram encantados em demonstrar que nem todos têm a capacidade de escutar o som nas mesmas frequências e acabavam repetindo diversas vezes essa etapa. Por esse motivo, nas anotações do Diário de Bordo, havíamos registrado a existência de uma certa “poluição sonora” no ambiente, gerando reclamação de muitos estudantes.

Com o intuito de minimizar esse problema do barulho excessivo avaliamos que uma alternativa possível seria a de utilizar os laboratórios de Física e Biologia, que no Colégio ocupam salas contíguas, dividindo a turma em dois grupos durante essa atividade, ou pelo menos parte dela.

Reflexão – Espelhos Planos

A atividade sobre Reflexão da Luz, que utilizava espelhos planos, também foi caracterizada como não atraente pelos alunos das turmas de 2017, pois, como verificamos no Quadro 21, foi posta na classe das que “menos gostou” por um número maior de alunos.

Quadro 21 – Opinião dos alunos referente à atividade prática de Reflexão da Luz – Espelhos Planos - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	1	Ver	1
Menos gostou	6	Não interessante	4
		Não entendia	1
		Pouca análise envolvida	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Uma das possibilidades avaliadas para reestruturarmos essa atividade foi a de alterar o modo como foi apresentado o roteiro, passando a estruturar as etapas na forma de perguntas que deveriam ser respondidas durante a sua execução.

O Quadro 22 apresenta os dados colhidos junto aos alunos das turmas de 2018 referentes a essa atividade.

Quadro 22 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Espelhos Planos - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	6	Chamou minha atenção Simples Interessante Entendi o que era pedido Relacionar com o cotidiano Compreender fenômenos reais Criativa Possibilitou a compressão do fenômeno. Prever (matematicamente) a distância da imagem.	1 1 1 1 1 1 1 1 1
Menos gostou	5	Sem novidade Simples Pouco interessante A mais complicada Não tinha muito o que fazer, só ficar olhando os raios refletidos. Contribuiu pouco para eu entender a matéria	2 1 1 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas justificativas dos alunos apareceram termos como “*não interessante*” e “*não entendia*”. Por isso, para o ano de 2018, resolvemos manter a atividade com pequenas alterações no seu desenvolvimento, inserindo questões sobre o tema no roteiro e diminuindo o direcionamento dos passos envolvidos na sua realização. Mesmo com as alterações, as duas versões a_{1,3} e a_{2,3} permaneceram com a mesma classificação quanto ao seu grau de liberdade. Ambas foram classificadas como de Grau II, no qual o estudante tem liberdade para obtenção dos dados e conclusões, apenas.

Apesar da atividade ter seis indicações como a que “mais gostou” e cinco indicações como a que “menos gostou”, ao analisarmos as justificativas fornecidas por esse segundo grupo, encontramos termos como: “*sem novidade*” e “*pouco interessante*”, o que nos levou a propor estratégias para a sua melhoria. Uma das alternativas para melhorar a atividade foi a de utilizá-la como problematização inicial e na construção do conhecimento, ou seja, utilizar a atividade antes da exposição teórica.

Reflexão – Espelhos Esféricos

O Quadro 23 apresenta a opinião dos alunos das turmas de 2017 em relação à atividade sobre espelhos esféricos, de onde se pode verificar que foi considerada uma atividade atraente pela maioria deles.

Quadro 23 – Opinião dos alunos referente a atividade prática: Reflexão – Espelhos Esféricos - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	11	Visualizar uma imagem real foi fantástico	2
		Ver a teoria da formação de imagens na prática	2
		Entendi	2
		Consegui entender a teoria observando o experimento	2
		Aprendi muito	1
		Dinâmica	1
		Divertida	1
		Sanaram minhas dúvidas	1
		Ajudou na hora da prova	1
Menos gostou	9	Material ruim	5
		Não entendi	2
		Não achei interessante	2

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar da vantagem numérica “apertada” obtida na avaliação da atividade por parte dos alunos, nós consideramos que o resultado geral foi satisfatório. Ao enxergarem a imagem invertida do objeto, projetada no papel, e ao identificarem-na à uma imagem real do mesmo, eles não puderam esconder as suas expressões de felicidade, também manifestada nos comentários de satisfação emitidos naquele momento. São momentos gratificantes como esse que demonstram valer à pena a realização destas atividades.

Convém ressaltar que os cinco comentários negativos apresentados eram referentes ao estado atual dos espelhos utilizados na atividade, os quais, devido ao intenso uso, possuíam manchas que prejudicavam a formação de imagens mais nítidas. Este problema ainda está sendo solucionado, com a tentativa de adquirir novos espelhos. Em relação aos comentários de estudantes que não haviam entendido o que deveria ser feito, procedemos a uma reelaboração de partes do roteiro, organizando-o na forma de perguntas mais diretas.

No ano de 2018 o roteiro para a atividade referente aos Espelhos Esféricos sofreu pequenas alterações com o objetivo de organizar melhor a atividade e deixar mais claro o procedimento que os estudantes deveriam adotar. O Quadro 24 indica a opinião dos estudantes das turmas desse ano em relação à referida atividade.

Quadro 24 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Espelhos Esféricos - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	10	Interessante ver a formação de uma imagem real	4
		Relação com o dia a dia	2
		Ajudou a entender o conteúdo	2
		Facilitaram na resolução dos exercícios	2
		Criativa	2
		Interessante	1
		Interessante ver a inversão da imagem no espelho côncavo	1
Menos gostou	3	Dinâmica	1
		Conteúdo pouco interessante	1
		Espelhos ruins, dificultando a imagem	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando a frequência de citações dos grupos “mais gostou” e “menos gostou”, concluímos que a atividade sobre os Espelhos Esféricos foi considerada atraente pela maioria dos alunos das turmas de 2018. Não conseguimos resolver a questão dos espelhos esféricos desgastados, o que ainda gerou uma citação referente a qualidade dos mesmos.

Composição e Decomposição da luz

A atividade referente à composição e decomposição da luz também foi considerada atraente pelos alunos das turmas de 2017, pois conforme indica o Quadro 25, vinte e cinco alunos a enquadraram na classe “mais gostou”, contra apenas sete que a colocaram na classe “menos gostou”.

Quadro 25 – Opinião dos alunos referente à atividade prática de Composição e Decomposição da luz - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	25	Ver a luz se decompondo	13
		Divertida	3
		Grupos pequenos	2
		Fácil	2
		Entendi	2
		Ajudou a compreender a teoria	2
		Assistência da professora	2
		Aprendi muito	1
		Interessante	1
		Dinâmica	1
		Liberdade para trabalhar	1
		Lúdica	1
		Menos gostou	7
Parada	1		
Não entendi	1		

Fonte: Elaborado pela autora.

A quantidade de citações positivas obtida por essa atividade foi por nós considerada surpreendente, pois, inicialmente, tínhamos a impressão de fosse bastante simples. No entanto, quando ela foi realizada pelo grupo e os alunos verificaram a luz branca passando pelo prisma e se decompondo em diversas cores, eles ficaram maravilhados.

Apesar da necessidade do fornecimento de informações adicionais para o entendimento adequado de algumas relações envolvendo o comprimento de onda, a velocidade, a frequência e os desvios verificados pelas diferentes “cores”. A aceitação da atividade foi bastante positiva. Outro fator importante que certamente contribuiu foi o fato de possuímos um número relativamente grande de aparatos experimentais, possibilitando que os alunos trabalhassem em duplas ou trios.

Ela foi a primeira atividade realizada a partir de um roteiro menos direcionado. O fato de ser menos direcionada, tendo classificação de Grau III. Propiciou aos alunos uma maior liberdade envolvendo algumas tomadas de decisão e eles aprovaram a proposta. O número reduzido de participantes por grupo também foi um fator importante.

As alterações feitas na atividade $a_{2,5}$ foram mínimas comparadas com a versão original de $a_{1,5}$. Somente reorganizamos o roteiro e excluímos um item que consideramos repetitivo. Uma vez que a sua aceitação fora bastante boa na versão original, criou-se uma certa expectativa em relação à segunda aplicação da atividade.

A sua segunda edição, ocorrida no ano de 2018, ocorreu no período em que a professora se encontrava em Licença Capacitação, participando apenas das aulas práticas, o que poderia resultar em alguma diferença de enfoque dado pelo professor que a substituíria nas aulas teóricas. O Quadro 26 apresenta a opinião dos estudantes referente a atividade de Composição e decomposição da Luz realizada pelos alunos das turmas desse ano.

Quadro 26 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Composição e Decomposição da Luz - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	15	Interessante	8
		Reprodução de um fenômeno natural – relação conteúdo – prática	7
		Ver a luz se decompondo	3
		Intrigante	2
		Criativa	1
		Foi maravilhosa	1
		Me fez entender muita coisa após a atividade	1
Menos gostou	6	Exigia muita precisão	2
		Pouco interativa	1
		Por que eu já estava a par dos conceitos antes da aula	1
		Pouco atrativo	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando o questionário respondido em 2018, verificamos que a atividade sobre Composição e Decomposição da Luz também teve uma boa aceitação. Porém ao compararmos os Quadros 25 e 26, ocorreu uma redução na preferência pela atividade.

Propagação do Calor

Quadro 27 – Opinião dos alunos referente à atividade prática de Propagação do Calor - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	19	Visualizamos situações do dia a dia que não pensávamos que a propagação estava envolvida	4
		Vários experimentos	3
		Verificamos as diversas formas da propagação do calor	3
		Dupla	2
		Entendi	2
		Notamos as diferenças formas de propagação do calor e como estão presentes em nosso dia a dia	2
		Visualizar	2
		Divertida	2
		Grupos pequenos	1
		Sanaram minhas dúvidas	1
		Liberdade pra trabalhar	1
Dinâmica	1		
Menos gostou	3	Dividir a turma	2
		Muito trabalhosa	1

Fonte: Elaborado pela autora.

A atividade sobre propagação do calor foi a que apresentou os indicadores mais positivos de aceitabilidade, como é possível observar no Quadro 27. Dezenove alunos a enquadraram na classe “mais gostou”.

Quando começamos a analisar os questionários, uma das maiores surpresas que tivemos foi a receptividade deste experimento, pois durante a leitura dos roteiros/relatórios, tivemos a impressão de que eles não haviam se empenhado para realizar a atividade. Como a professora não havia acompanhado a turma no laboratório, não foram feitas observações durante a realização da atividade.

Cabe ressaltar que contávamos com sete aparatos experimentais para serem utilizados, dois para as subatividades 1 e 5, e um para a subatividades 2, 3 e 4. O roteiro foi confeccionado na forma de perguntas que os alunos deveriam responder durante as etapas de procedimento. Verificamos na leitura dos roteiros/relatórios que eles conseguiram relacionar o conteúdo estudado com situações do cotidiano, tendo isso sido muito relevante para eles. Uma

alteração avaliada foi a de levar a turma toda ao laboratório ao mesmo tempo, sendo, no entanto, necessário adequar a quantidade de aparatos.

Para o ano de 2018, além de inserirmos uma breve revisão teórica no roteiro, retiramos a questão denominada tarefa, com o objetivo de adequar o tempo disponível, pois em algumas turmas não foi possível utilizar períodos conjugados perdendo-se um tempo extra no deslocamento entre a sala de aula e o laboratório.

Quadro 28 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Propagação do Calor - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	28	Possibilitou diferenciar os três processos através dos experimentos	10
		Divertida/lúdica	5
		Muito interessante	4
		Liberdade para fazê-lo	3
		Variedade de experimentos	3
		Ajudou a entender o conteúdo	3
		Me ajudou muito na hora da prova	2
		Entendi	2
		Visual	2
		Divertida	2
		Surpreendente	1
		descontraída	1
		Mais responsabilidade	1
		Interação com o experimento	1
		Chamou minha atenção	1
		Relação do conteúdo com o cotidiano	1
Facilitaram na resolução dos exercícios	1		
Compreendi bem o que deveria ser feito	1		
Menos gostou	4	Experimentos demorados e repetitivos	1
		Muita teoria envolvida	1
		Grupos grandes	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode ser verificado no Quadro 28 a atividade sobre Propagação de Calor, também para os alunos das turmas de 2018, foi a que apresentou os indicadores mais positivos de aceitabilidade. Entre os argumentos apresentados, chama a atenção a grande quantidade de alunos que citaram ter entendido a diferença entre os processos de transferência de calor com a ajuda da atividade.

A montagem de mais estações de atividades também favoreceu o fluxo dos estudantes. Em 2018 contamos com três estações para as subatividades 1 e 5, e duas para as subatividades 2, 3 e 4. Como eles deveriam trabalhar com os cinco experimentos houve uma redução do

número de alunos ociosos, esperando para realizá-los. Esse aumento no número de estações é fruto de uma busca constante para aprimorar e equipar o laboratório de Física.

Dilatação

A atividade sobre dilatação também foi considerada atraente para os alunos das turmas de 2017, pois, conforme verificamos no Quadro 29, dezesseis alunos a colocaram na classe “mais gostou”, contra nove que entenderam diferente.

Quadro 29 – Opinião dos alunos referente à atividade prática de Dilatação - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	16	Entendi	3
		Percebemos a dilatação com a ajuda do aparato, pois a olho nu passaria despercebido	3
		Várias medidas para fazer	3
		Ajuda da professora	2
		Dinâmica	2
		Aparato experimental interessante	1
		Ajudou a entender a teoria	1
Menos gostou	9	Não entendi	4
		Não dá para visualizar a olho nu	2
		Dividir a turma	2
		Grupo grande	1

Fonte: Elaborado pela autora.

A atividade encantou muitos alunos quando, apesar de eles não visualizarem a olho nu a dilatação, percebem a sua ocorrência através do registro no relógio. Durante a sua realização vários alunos, associaram o conteúdo com situações cotidianas, demonstrando compreensão do tema abordado.

Em função das manifestações de alguns alunos em relação à divisão da turma em grupos maiores solicitamos a compra de novos dilatômetros, o que deve resolver o problema.

No ano de 2018 toda a turma foi levada para o laboratório simultaneamente. Como havíamos adquirido dois novos dilatômetros não houve a necessidade de separar a turma. Foram montados quatro grupos, geralmente com sete integrantes. Duas alterações foram realizadas no roteiro a_{2,7}: a primeira foi utilizar somente duas hastes de materiais diferentes, e não três como na atividade a_{1,7}. A segunda foi retirar a questão referente a lâminas bimetálicas, para adequar o tempo. No Quadro 30, apresentamos a opinião dos alunos referente a atividade sobre Dilatação realizada pelos alunos das turmas de 2018.

Quadro 30 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Dilatação - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	10	Foi surpreendente ver a dilatação acontecendo Pois o grupo debateu bastante sobre o experimento A que mais interagimos com o aparato experimental Fornecido os passos a serem feitos. Facilitou a compreensão do conteúdo Entendi o que era pedido Relacionar com o cotidiano Compreender fenômenos reais A conclusão foi fácil de escrever. Não teríamos como enxergar sem o aparato experimental	3 2 2 2 1 1 1 1 1 1
Menos gostou	23	Grupo grande Meu grupo não estava comprometido Chato Não entendi Trabalhoso demais Imprecisão nos instrumentos de medição Parada Não conseguimos ver a dilatação a olho nu Não proporcionou divertimento Pouco tempo para a realização Não foi dinâmica Necessita muita precisão Não foi tão interessante quanto as demais Muito cálculo Relatório trabalhoso Não chegamos no resultado esperado Mais difícil de entender o conteúdo	9 3 3 3 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise desse quadro nos mostra que a atividade, de modo geral, foi considerada como não atraente, tendo contribuído fortemente para isso a grande quantidade de alunos que entenderam que o número de integrantes do grupo não estava adequado à realização da mesma. Com isso, apesar da introdução dos novos aparatos experimentais, nos parece que ainda será necessário dividir a turma novamente, na próxima vez em que ela for realizada. Somando-se a essas nove citações outras três referentes à falta de “*comprometimento do grupo*”, o que pode também ser associado ao fato de ter-se um grupo grande, podemos concluir que este fato foi preponderante para a avaliação da atividade por parte dos alunos. Outras justificativas que recorrentes como: “*não entendi*”, “*trabalhoso demais*”, e “*chato*”, entre outras, nos levam a alguma reflexão sobre propostas de reelaboração da atividade.

Uma possibilidade considerada foi a de realizar a atividade como problematização inicial e alterar outros aspectos relacionados ao procedimento e realização das tarefas. Avaliamos a utilização de três roteiros diferentes, de modo que alguns grupos estudariam a

dependência da dilatação com a variação da temperatura, outros com a variação do comprimento inicial e o terceiro ficaria com a análise referente aos materiais diferentes. Ao final os grupos poderiam socializar suas conclusões ao coletivo, cabendo à professora a condução da discussão e a orientação para que, juntos, consigam realizar as análises necessárias para um apropriado entendimento das variáveis que interferem na dilatação linear dos sólidos, bem como de outros aspectos que sejam levantados durante a discussão.

Calor Específico

A atividade referente à Calorimetria, na avaliação dos alunos das turmas de 2017, nos trouxe um resultado intrigante: ela teve, simultaneamente, as maiores indicações em ambas as classes, “mais gostou” e “menos gostou”, como verificamos no quadro 31.

Quadro 31 – Opinião dos alunos referente à atividade prática de Calor específico - 2017.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	28	Desafiadora	7
		Trabalhar em dupla permitindo mais interação do aluno com a atividade	7
		Resolver nós mesmos	5
		Me deixou focado / envolvido	4
		Liberdade para trabalhar	3
		Liberdade	2
		Dinâmica tivemos que fazer várias coisas - atividade completa	2
		Fizemos os cálculos a partir dos dados extraídos por nós	2
		Me senti um cientista	1
		Autonomia	1
		Estimulante	1
		Interessante	1
		Muito prática	1
		Pensar para fazer a atividade	1
Menos gostou	21	Pouco tempo	6
		Complexa	4
		Pouca informação	4
		Falta do guia	2
		Difícil	2
		Faltei às aulas teóricas – não sabia o conteúdo	1
		Lidamos com alta temperatura	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Vemos que ela foi bem avaliada por 28 alunos, principalmente por ter sido desafiadora, por ter dado maior liberdade de ação e permitido que eles próprios buscassem as soluções e os meios para desenvolver a atividade. Por outro lado, um contingente semelhante,

21 alunos, reclamaram da falta de tempo para a sua execução e por terem tido dificuldades para realizá-la, citando, principalmente, a falta de informações ou de um guia que facilitasse a consecução das tarefas.

Essa situação é bem explicada pelo fato de a atividade ter sido classificada como de Grau IV, na classificação de Pella e Shermann (1969). Da forma como foi proposta ela era realmente mais desafiadora, pois propunha um problema prático mais aberto, exigindo que os alunos decidissem por procedimentos e adotassem estratégias para desenvolver a atividade.

Percebemos aqui uma situação comum com a qual todo professor acaba se deparando; a de trabalhar com alunos com ritmos, comprometimento e empenhos diferentes. Além disso, há uma tendência natural de alguns para a área das Ciências Exatas, enquanto outros encontram maiores dificuldades para lidar com cálculos e raciocínio lógico. Determinados alunos adoram ser desafiados, outros preferem encaminhamentos mais direcionados.

Uma alternativa viável será realizar a atividade em dois períodos conjugados, permitindo que os alunos trabalhem nos seus ritmos respeitando as suas diferenças. Outra possibilidade seria fornecer algumas informações adicionais no roteiro, sem, no entanto, modificá-lo profundamente, o que poderia levar a alterar a classificação da atividade em relação ao grau de direcionamento.

A partir dos apontamentos e opiniões colhidas durante a realização da atividade a_{1,8} em 2017, no ano seguinte ela foi realizada em dois períodos consecutivos. Como os alunos tiveram 90 minutos para realizar a atividade, alguns fizeram com calma e outros aproveitaram para refazer as tarefas e examinar seus cálculos com maior cuidado e dedicar algum tempo organizar o trabalho. No Quadro 32 estão apresentadas as opiniões dos alunos das turmas de 2018, referentes a essa atividade.

Trinta estudantes citaram a atividade na categoria “mais gostou” e doze estudantes classificaram-na como “menos gostou” dessa forma ela pode ser classificada como atraente. Acreditamos que um dos fatores que contribuiu para esse resultado foi o de propor dois objetivos diferenciados na atividade, o primeiro solicitando que os estudantes encontrassem a potência efetiva da manta de aquecimento e o segundo determinar o calor específico da substância desconhecida. Ainda, a inserção de duas questões teóricas pode ter colaborado para uma melhor compreensão da atividade.

Quadro 32 – Opinião dos alunos referente à atividade prática sobre Calor Específico - 2018.

	Frequência de citações	Justificativas	Frequência dos argumentos
Mais gostou	30	Dinâmica Liberdade para fazê-lo Trabalhamos em dupla Entendi o que era pedido Facilitou a compreensão do conteúdo Relacionar com o cotidiano Valeu nota Interessante Porque exigiu a participação nossa Aprendi muito Atividade bem elaborada Flui com facilidade Tempo suficiente Foi essencial para minha aprendizagem Compreender fenômenos reais Envolveu muitos cálculos Entendi o que estava fazendo	10 8 7 6 4 3 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Menos gostou	12	Não consegui realizar com êxito Achei confusa Muito cálculo Dupla Tive problema com meu companheiro de dupla Muito complexa Poucos passos Valor aproximado Demorada Não chamou minha atenção Não entendi	2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Fonte: Elaborado pela autora.

5.5.4.1 Considerações

A análise apresentada nesta seção ilustra de forma sucinta o nosso procedimento entre a aplicação de uma atividade e a reaplicação da mesma atividade no ano seguinte. Tentamos mostrar como são importantes os apontamentos realizados durante a aplicação das atividades, o que caracteriza o denominado Diário de Bordo, como convencionalmente é denominado. Também mostramos como foram cruzados esses dados com aqueles provenientes dos questionários respondidos pelos alunos e de que forma eles interferem e colaboram na construção dos roteiros e no delineamento das atividades.

Esse processo cíclico de análise e exploração, *design* e construção, avaliação e reflexão, não é finito, por isso, acreditamos que a construção de roteiros definitivos, que possam ser aplicados em qualquer turma de qualquer escola seja utópica. É necessário que

esse processo se torne parte do fazer docente, que seja corriqueiro e seja implementado sempre. Assim podemos aprimorar e modificar nossa prática docente, objetivando sempre a melhoria do processo de ensino quanto da sua repercussão na aprendizagem.

No que se refere a utilização das atividades práticas, podemos elencar alguns princípios de *design* que, de forma geral, se mostraram eficientes:

- Antes da primeira atividade prática levar os estudantes para o laboratório de Física, com o objetivo de que estes possam explorar e conhecer, e assim sanando suas curiosidades.
- Entregar o roteiro na sala de aula, fazer a leitura do objetivo, de forma conjunta e solucionar possíveis dúvidas (esse momento é chamado de pré-experimento);
- Iniciar o roteiro com uma fundamentação teórica;
- Realizar as atividades em duplas ou trios;
- Utilizar, sempre que possível, dois períodos consecutivos;
- Levar atividade extra ou desafios para aqueles alunos que terminam a atividade primeiro;
- Inserir questões nos roteiros para que os estudantes possam raciocinar sobre a atividade ou sobre o tema que está sendo abordado;
- Sempre que possível elaborar a atividade na forma de problema aberto;
- Em algumas situações realizá-las como problematização inicial, usando seus resultados para a construção do conhecimento;
- Propor atividades mais curtas e objetivas para que os alunos com ritmos diferentes consigam concluir com êxito a tarefa;
- O Roteiro/relatório deve sempre ser entregue após a aula prática, evitando-se que o aluno o leve para casa;
- Primar para que a devolução dos roteiros/relatórios, corrigidos, seja realizada na aula seguinte;
- Após a realização da atividade, em geral na aula seguinte, os roteiros/relatórios são devolvidos e a atividade é retomada. Esse momento é chamado de pós-experimento e tem como objetivo realizar o seu fechamento, é uma excelente oportunidade para sanar dúvidas, além de, ratificar ou retificar o conhecimento.

Consideramos que todas as atividades devem constituir um ciclo completo: pré-experimento, experimento e pós-experimento, como sugerido por Borges (2002), pois, a atividade nunca pode ocorrer isolada ou descontextualizada.

4.5.5 A Motivação e a Eficiência das diferentes Estratégias de Ensino, utilizadas pelos professores, na opinião dos estudantes de 2018.

Em função da Licença Capacitação usufruída pela professora/pesquisadora no ano letivo de 2018, as turmas tiveram aulas com dois professores diferentes, cada um com suas peculiaridades, estratégias de ensino e sua forma de abordar os conteúdos. Das muitas conversas e trocas de informações, diversas delas surgidas após a prova sobre Reflexão da Luz, surgiu a ideia de analisar como os alunos percebiam as diferentes estratégias utilizadas pelos professores. Assim seria possível agregar mais elementos para a pesquisa, uma vez que as Atividades Práticas poderiam ser comparadas pelos alunos às outras estratégias com as quais tiveram contato.

Com esse fim planejamos um instrumento com o intuito de ser utilizado para obter informações a respeito das cinco estratégias de ensino escolhidas e utilizadas pelos professores nas aulas de Física: Aula expositiva com quadro branco, Aula expositiva com *PowerPoint*, Aula prática de Laboratório, Aula com simulação interativa PhET e Aula de resolução de problemas/exercícios. Além de verificar quais as estratégias eles consideram mais motivadoras e de buscar explicitar a orientação motivacional dos mesmos frente a elas, também resolvemos introduzir um outro grau de liberdade significativo na nossa análise: o da eficiência das estratégias em promover o domínio dos conteúdos específicos abordados.

O questionário (Apêndice R) foi então elaborado para investigar de que forma os alunos avaliavam as estratégias didáticas que haviam sido utilizadas nos contextos de sala de aula, a partir das perspectivas da motivação e da eficiência. Para os alunos que participaram da pesquisa procuramos esclarecer que não se tratava de uma avaliação geral do ensino, da escola ou do desempenho do professor. Informamos a eles que estávamos interessados unicamente na sua manifestação em relação às estratégias que os professores utilizaram nas aulas de Física, com o objetivo de buscar subsídios para rever e/ou repensar no âmbito dos planejamentos, a utilização das mesmas, caso necessário.

Consideramos importante que se tenha um conhecimento suficientemente profundo das concepções que os alunos têm, das suas opiniões e das expectativas que possam vir a ter em relação à disciplina, aos conteúdos abordado e em relação às estratégias de ensino utilizadas. Esse conhecimento, aliado à experiência do docente, permite que se faça um planejamento mais adequado, levando em conta a realidade do aluno e seu contexto sociocultural.

A utilização de estratégias diversificadas, com o desenvolvimento de atividades mais de acordo com estes interesses pode propiciar um ensino mais relevante e eficiente no que tange a engajar e motivar os estudantes. Entendemos que o professor deve se valer de estratégias que sejam capazes de chamar e prender a atenção do aluno, de estimulá-lo suficientemente para empregar maior energia na realização das atividades, de querer saber mais sobre o assunto, enfim, de adotar uma postura de autonomia frente ao estudo, mesmo quando os temas abordados são menos atraentes e mais complicados.

Sem dúvida há uma relação de causa e efeito entre o trabalho do professor e a motivação do aluno, inclusive com uma indiscutível reciprocidade e esse aspecto é muito importante e intensifica a determinação e a persistência do primeiro, na adoção de estratégias potencialmente motivacionais, estimuladas pelo efeito que promovem no segundo, com o objetivo final da aprendizagem.

No modelo tradicional (ZABALA, 1998), a concepção de aprendizagem é a de um processo acumulativo por meio de propostas didáticas transmissoras e uniformizadoras e está relacionada a uma avaliação de caráter sancionador, centrada exclusivamente nos resultados, sendo uma maneira seletiva de reconhecer os alunos mais preparados.

Por conta dessa importância, às vezes excessiva, em relação aos resultados é que consideramos importante estabelecer uma conexão entre a motivação e a eficiência das estratégias de ensino. De certa forma, parece haver uma compreensão de que a finalidade maior de uma estratégia é a de promover bons resultados numéricos nas avaliações. Nesse sentido a importância de uma ou outra costuma estar diretamente relacionada aos resultados que proporciona, mas entendidos como uma boa nota na disciplina.

Por esse motivo, entendemos que a análise da eficiência nos remete à questão da avaliação, com toda a complexidade envolvida no tema e nos faz recorrer a conceitos e suscitar desdobramentos que, apesar de muito pertinentes, estão além do escopo do nosso estudo atual.

Para a abordagem mais sucinta neste momento queremos apenas mencionar que uma avaliação mais completa poderia considerar dois processos indissociáveis: o que diz respeito à forma que o aluno aprende e o que se refere a como o professor ensina, comumente relacionados aos processos de aprendizagem e de ensino, respectivamente.

Desta discussão fica evidente a inter-relação entre esses processos e que é importante e necessário, além de analisar e avaliar a aprendizagem, que busquemos encontrar elementos que nos deem indicações a respeito do processo de ensino propriamente dito. Neste sentido, damos ênfase em buscar saber em que medida essas estratégias e as inerentes atividades

propostas são eficientes em promover aquilo que seria o objetivo do ensino que ministramos, sem, no entanto, traduzir exclusivamente em notas e qualificações tradicionais.

4.5.5.1 O Questionário

O instrumento utilizado foi constituído por questões fechadas (Apêndice R), respondidas por meio de uma escala Likert, e questões abertas, dissertativas, para a análise dos dados da pesquisa nos baseamos na Análise de Conteúdo, desenvolvida por Bardin.

O questionário foi composto por onze questões fechadas nas quais os alunos deveriam avaliar as cinco estratégias de ensino (Aula expositiva com quadro branco, Aula expositiva com *PowerPoint*, Aula prática de Laboratório, Aula com simulação interativa PhET e Aula de resolução de problemas/exercícios.) mais utilizadas pelos professores durante os dois primeiros trimestres letivos de 2018 e parte do terceiro trimestre do mesmo ano. Nas primeiras dez questões, cada estratégia de ensino deveria ser avaliada de acordo com o nível de motivação que esta desperta para o estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física e também em relação à sua eficiência na aprendizagem desses conteúdos. Essa avaliação foi realizada a partir de uma escala Likert de cinco pontos que era interpretada numericamente por um índice que variava entre (1) e (5), sendo (1) pouco motivante/eficiente e (5) extremamente motivante/eficiente. Essas respostas foram denominadas espontâneas ou não comparativas. Finalmente, na questão 11 eles foram convidados a colocar em ordem de importância, em relação à motivação e à eficiência, as cinco estratégias de ensino, considerando também uma escala Likert, variando de (1) a (5), sendo (1) a menos motivante/eficiente e (5) a mais motivante/eficiente. Estas respostas foram denominadas comparativas.

O componente aberto e dissertativo do questionário foi constituído de espaços onde os alunos poderiam tecer comentários em relação às estratégias de ensino, analisando e avaliando cada uma delas. Esses comentários não foram limitados e nem orientados por qualquer tipo de direcionamento, estando livre a manifestação. A intenção era a de verificar quais as estratégias os alunos consideram mais motivadoras e mais eficientes, para os conteúdos de Física e explicitar, na medida do possível, qual a orientação motivacional deles ao desenvolverem as atividades propostas nessas estratégias.

Participaram desta etapa da pesquisa 98 alunos das turmas que haviam participado também das outras atividades, já descritas, e que estiveram presentes nas aulas em que elas foram desenvolvidas. Não incluímos alunos que porventura tenham sido transferidos para o

Colégio em períodos posteriores, de modo a garantir que os respondentes do questionário tivessem o conhecimento necessário para contribuir de forma adequada com o trabalho.

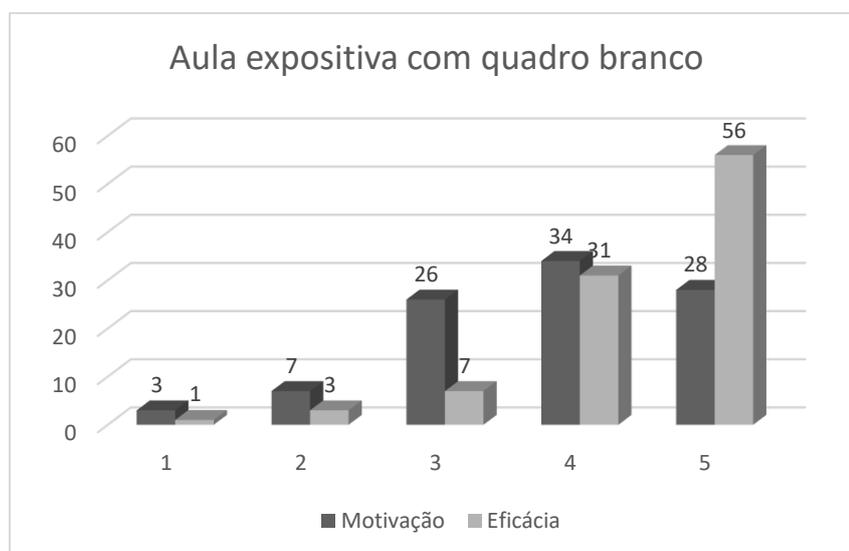
A seguir apresentamos os resultados decorrentes da investigação realizada e as discussões que os mesmos suscitaram, à luz do referencial teórico que adotamos.

4.5.5.2 Resultados e discussões

Iniciamos a apresentação dos resultados pela parte quantitativa do questionário, ou seja, com base na análise das respostas dos alunos para as questões fechadas.

Nas duas primeiras questões, solicitamos que os alunos classificassem as aulas expositivas (dialogadas) com uso de quadro branco. A questão 1 solicitava que essa classificação deveria levar em consideração a motivação que as mesmas despertaram em relação ao estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física, lembrando que o nível (1) era relacionado a menor motivação e o nível (5) a maior motivação. A questão 2 solicitava que essa classificação deveria levar em consideração a eficácia, ou seja, se facilitou/colaborou para a aprendizagem dos conhecimentos físicos associados, ou ainda, em que medida a atividade colaborou para que os estudantes dominassem os conceitos associados, sendo que o nível (1) era relacionado a menos eficaz e o nível (5) a mais eficaz. O gráfico 10 apresenta os resultados obtidos para as questões 1 e 2.

Gráfico 10 - Classificação da estratégia de ensino aula expositiva (dialogada) com o uso de quadro branco – questões 1 e 2 do questionário.



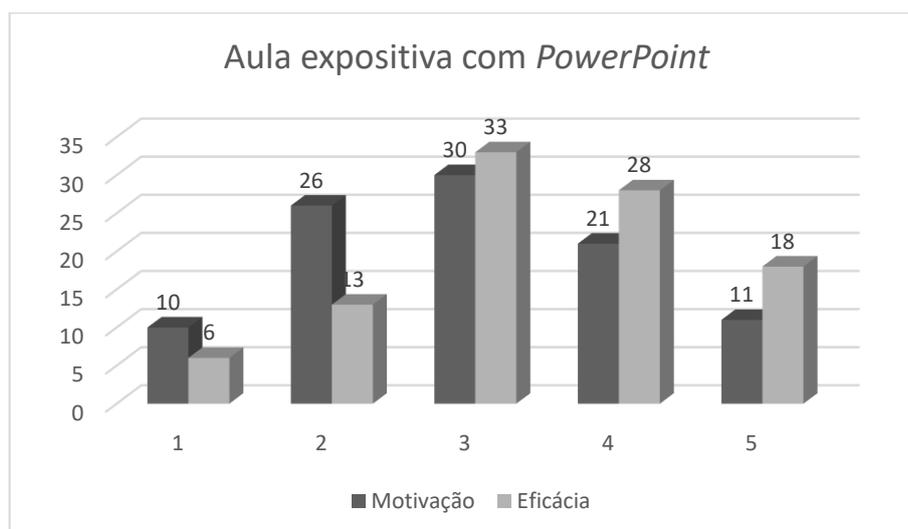
Fonte: Elaborado pela autora.

Da análise do gráfico, fica evidente que os estudantes consideraram a aula expositiva e dialogada com o auxílio do quadro branco mais eficiente para a aprendizagem e compreensão do conteúdo do que motivacional. A maioria dos estudantes, 57%, a consideraram extremamente eficiente, nível (5) na nossa escala. Em relação à motivação, percebemos uma distribuição quase simétrica em torno do nível (4), em cujo valor se concentra o pico do número de respondentes, 35%. Por essa análise consideramos que essa estratégia possui um bom potencial, tanto no quesito de motivação, quanto de eficiência.

As questões 3 e 4 abordavam a respeito das aulas expositivas (dialogadas) com uso de recurso audiovisuais *PowerPoint* levando em consideração também a motivação e a eficácia em relação à aprendizagem dos conhecimentos físicos associados. O gráfico 11 apresenta os resultados obtidos em relação a essa estratégia em termos da Escala Likert adotada.

Observando o gráfico evidenciamos que os estudantes atribuíram à aula expositiva e dialogada com o auxílio do *PowerPoint*, menor eficiência e motivação, comparada com a aula expositiva e dialogada com o uso do quadro branco. Vemos que o pico do gráfico, próximo dos 32%, em ambos os quesitos corresponde ao nível (3), que é o valor intermediário na nossa escala. Por esse motivo esta estratégia encontra-se em uma situação de neutralidade tanto em relação à motivação como a sua eficácia na opinião dos respondentes do questionário.

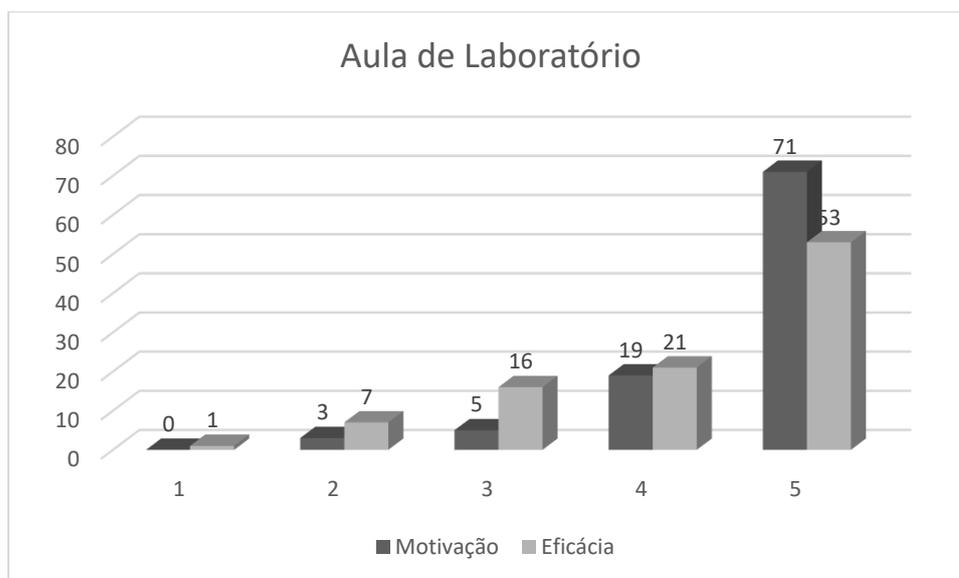
Gráfico 11 - Classificação dos estudantes para a estratégia de ensino: Aula expositiva (dialogada) com uso de recurso audiovisuais *PowerPoint*.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nas questões 5 e 6, a estratégia de ensino abordada foi a aula prática realizada no laboratório. O gráfico 12 apresenta os resultados obtidos no nosso questionário para a classificação dessa estratégia de ensino, na opinião dos alunos, novamente em relação à motivação e à eficácia a partir da escala adotada.

Gráfico 12 - Classificação dos estudantes para a estratégia de ensino: Aula prática realizada no laboratório.

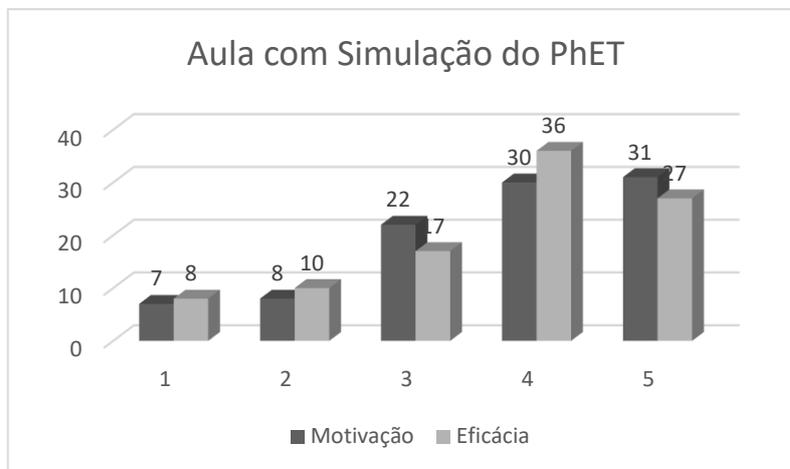


Fonte: Elaborado pela autora.

Neste gráfico fica evidente que os alunos consideram as atividades práticas realizadas no laboratório de Física extremamente motivacional. Mais de 72 % dos estudantes atribuíram-na o maior nível de motivação, nível (5) em nossa escala. Vemos também que nenhum aluno a enquadrou no nível (1), de menor motivação. A elevada concentração de respostas nesse nível maior de motivação e eficácia foi extremamente alentador para nós, uma vez que acreditávamos e apostávamos nessa possibilidade como uma forma de proporcionar sobretudo motivação para o estudo da disciplina, como também na sua capacidade de contribuir para um melhor entendimento dos temas abordados. Sempre houve, no entanto, uma dúvida em relação a como os alunos percebiam essa questão, ou ainda, como eles comparavam essa estratégia de ensino em relação às outras que utilizávamos.

Nas questões 7 e 8, solicitamos que os alunos classificassem as aulas com a utilização das simulações interativa do PhET. O gráfico 13 apresenta os resultados fornecidos pelo questionário.

Gráfico 13: Classificação dos estudantes para a estratégia de ensino: Aulas com a utilização das simulações interativa do PhET.



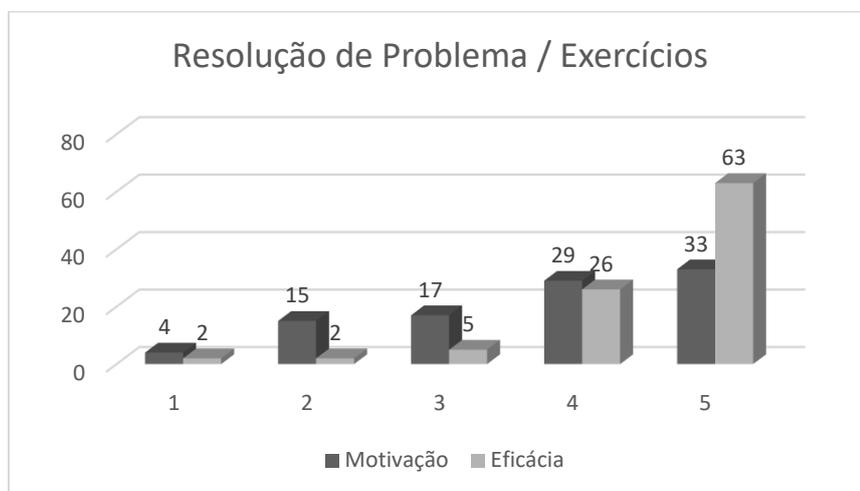
Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando esse gráfico, verificamos que os picos para eficácia e motivação ocorrem nos níveis (4) e (5), respectivamente, com grande concentração de respostas nesses dois níveis. Isso indica que, na opinião dos alunos, essa estratégia tem grande potencial para contribuir para a disciplina, sendo esse recurso bem recebido por eles. Verificamos, por outro lado, que alguns alunos têm maiores dificuldades em utilizar essas ferramentas computacionais. Este fato já havia sido constatado durante a realização das atividades e precisa ser considerado quando desenvolvemos esse tipo de trabalho.

Nas questões nove e dez, a estratégia de ensino abordada foi a aula de resolução de problemas/exercícios. O gráfico 14 apresenta como os alunos classificaram essa estratégia de ensino na nossa escala, igualmente em relação à motivação e eficiência.

É possível verificar, que o número de estudantes que a consideram extremamente eficiente, ou seja, no nível (5), em torno de 64% do total, é quase o dobro do valor dos estudantes que a consideram extremamente motivacional, em torno de 34%. Em uma análise mais minuciosa das justificativas encontradas nas respostas dos questionários é possível entender melhor esse resultado. Eles entendem que ao resolverem os problemas propostos e desenvolverem a prática em relação aos mesmos, ficam mais bem preparados para as avaliações, pois serão cobrados a partir de questões com semelhante profundidade. Essa discussão será realizada mais à frente.

Gráfico 14 - Classificação dos estudantes para a estratégia de ensino: aula de resolução de problemas / resolução de exercícios.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda em relação às questões 1 a 10, apresentadas anteriormente, os dados propiciam uma outra possibilidade de comparação entre as estratégias avaliadas, a partir do cálculo dos valores médios obtidos por cada uma delas em relação aos dois quesitos estudados. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados dessas questões a partir da média aritmética dos índices atribuídos na escala de Likert, como mencionamos anteriormente.

Tabela 1 - Comparação das médias registradas pelas diferentes estratégias de ensino nas dimensões motivação e eficiência – respostas espontâneas.

Estratégia	Motivação	Eficiência
Aula expositiva com quadro branco	3,785	4,408
Aula expositiva com <i>PowerPoint</i>	2,969	3,398
Aula prática de Laboratório	4,612	4,204
Aula com simulação interativa PhET	3,714	3,636
Aula de resolução de problemas/exercícios	3,735	4,540

Fonte: Elaborada pela autora.

A Tabela 1 nos mostra que a aula prática de laboratório é a atividade mais bem avaliada no quesito motivação, seguida pela aula expositiva com quadro branco. No quesito eficiência a aula de resolução de problemas/exercícios é a que obtém a melhor avaliação, seguida da aula expositiva com quadro branco e da aula experimental. Cabe ressaltar que

essas três estratégias obtiveram média acima de 4, ou seja, são consideradas eficientes pelos alunos.

Na Tabela 2 apresentamos os resultados obtidos como resposta à questão 11 do questionário, a qual tinha como objetivo obter uma ordenação das referidas estratégias, com interesse de classificá-las, de modo comparativo, segundo a opinião dos alunos. Esta questão foi incluída com o intuito de ratificar ou explicitar divergências nos resultados obtidos nas questões de 1 a 10, nas quais as estratégias eram avaliadas separadamente.

Tabela 2 - Comparação das médias registradas pelas diferentes estratégias de ensino nas dimensões motivação e eficiência – respostas comparativas.

Estratégia	Motivação	Eficiência
Aula expositiva com quadro branco	3,133	3,684
Aula expositiva com <i>PowerPoint</i>	2,184	2,429
Aula prática de Laboratório	4,214	3,153
Aula com simulação interativa PhET	2,520	1,980
Aula de resolução de problemas/exercícios	2,908	3,735

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados apresentados na Tabela 2 permitem verificar que as estratégias mais bem avaliadas, no quesito de motivação são novamente a aula prática de laboratório e a aula expositiva com quadro branco, enquanto no quesito eficiência as atividades com melhores índices são novamente a aula de resolução de problemas/exercícios e a aula expositiva com quadro branco.

Em relação à motivação, os dados mostram que a aula prática de laboratório é bem avaliada pelos alunos, tendo como justificativas principais o fato de envolverem atividades diferentes, empolgantes, interativas, realizada em ambiente diferente e que permite relacionar a teoria com a prática. Quanto à aula expositiva com quadro branco, os dados mostram que elas são consideradas interativas, que permitem a participação dos alunos, permitem o diálogo, conversa informal, que facilitam o estudo em casa a partir das anotações realizadas durante a aula.

No que diz respeito à eficiência os dados indicam que a aula de resolução de problemas/exercícios é associada a promover um direcionamento do conteúdo para as avaliações, por dar indicações de como esses conteúdos serão cobrados e por estar associada a resolver, entender e treinar. A aula expositiva com quadro branco, por sua vez, por ter o

conteúdo no caderno, o que facilita a fixação, por poder contar com os resumos da professora, por ver e fazer junto com esta, por permitir anotar do “seu jeito”, entre outros motivos expressados pelos alunos.

Na busca de procurar entender e contextualizar esses resultados, procuramos nas respostas da parte qualitativa as opiniões e os comentários emitidos pelos alunos para justificar as suas preferências relativas às atividades analisadas.

Quadro 33 - Categorias formadas a partir da Análise de Conteúdo empregada nas respostas dos estudantes, sobre a motivação e eficiência, em relação as estratégias de ensino.

Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Prendem a atenção	Atividades com ênfase ao lúdico	A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico.
Aula descontraída		
Desafio		
Brincar/interagir		
Aulas divertidas		
Empolgantes		
Aulas diferentes		
Ambiente diferente		
Sair da rotina	Atividades em ambientes diferenciados	A motivação intrínseca ligada ao relacionamento interpessoal.
Fora da sala de aula		
Imagens		
Aplicações	Atividades que associam textos, imagens, animações e simulações	
Visualizar		
Interativa		
Participação dos alunos		
Retirar dúvidas com o professor	Atividades que proporcionam o contato interpessoal, a interação professor/aluno e entre pares	
Ver e fazer junto com o professor		
Interação da turma		
Diálogo		
Conversa informal		
Competição		
Resolver	Atividades que proporcionam o desenvolvimento de habilidade superior e perícia em relação aos temas.	A motivação intrínseca vinculada à maestria e ao desenvolvimento de habilidades e competências.
Treinar		
Entender		
Entendimento do conteúdo		
Compreensão	Atividades que proporcionem a construção de diferentes representações e busca da significação.	Aspectos de motivação extrínseca.
Ver o que errei		
Aplicar o que se aprendeu		
Relacionar a teoria com a prática	Atividades com apelo, compromisso ou vinculação evidente com o resultado.	
Ver na prática		
Assim que será cobrado		
Memorizar as fórmulas	Atividades que proporcionem a busca de superação de dificuldades de aprendizagem.	Aspectos de motivação extrínseca.
Aprender com os erros		
Ter o conteúdo direcionado		
Facilita o estudo em casa		
Ter o conteúdo no caderno		
Copiar ajuda a memorizar/entender		
Resumo feito pelo professor		
Fixação do conteúdo		
Anotar do seu jeito		
Anotar o conteúdo facilita a fixação		

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir são descritos com maior detalhamento os resultados obtidos na parte qualitativa do questionário e a sua análise.

A interpretação dos resultados foi realizada, como anteriormente, pelo método de análise de conteúdo proposto por Bardin (2007). Desta forma realizamos a codificação em função da repetição de palavras presentes nos discursos escritos e de trechos selecionados das falas dos participantes, assim constituindo as unidades de registro e posteriormente efetuando a categorização. Do agrupamento progressivo das categorias, fundamentadas nas narrativas dos participantes, das observações *in loco* realizadas pela professora pesquisadora e sob a ótica do referencial teórico, emergiram as quatro categorias finais apresentadas no Quadro 33.

Algumas respostas evidenciaram certas similaridades com aquelas encontradas nas análises, das oitos questões, do questionário respondido em 2017, assim optamos por assumir a mesma denominação, já utilizada.

A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico

De acordo com as manifestações dos alunos, abordados pela pesquisa, entre as atividades didáticas que mais lhes chamam a atenção e lhes despertam maior interesse em participar ativamente, estão aquelas que são geradoras de satisfação pessoal. Atividades que tenham, sobretudo, aspectos de descontração e lembrem a forma de brincar e interagir com os colegas. Tais atividades precisam ter um caráter de novidade, algo que não tenha a ver com a sua rotina escolar, normalmente vista como uma aula estática em que o professor ensina e eles passivamente ouvem e aprendem.

Quanto mais o ambiente for diferente da sala de aula tradicional, com cadeiras em fileiras e um quadro branco à frente, que normalmente é utilizado para passar o conteúdo que deve ser copiado, estudado e aprendido para ser reproduzido em uma prova, mais dinâmica, empolgante e com maior atenção dos alunos a aula ou atividade será desenvolvida. Além disso, se a atividade contar com a associação de textos, imagens e animações ela terá um potencial para prender a atenção dos mesmos e propiciar um maior interesse em participar e continuar prestando atenção e se dedicando às tarefas relacionadas, realizando exercícios e aplicações do conteúdo estudado.

A adoção de atividades didáticas com perfil capaz de explorar a novidade ou o lúdico, pode ser decisiva para a obtenção de alunos mais propensos à participação em sala de aula e assim promover uma aprendizagem significativa. De acordo com Pintrich e Schunk (1996) a motivação intrínseca é favorecida por atividades que promovam o desafio, a curiosidade, controle e a fantasia. Situações que apresentem uma certa complexidade, que estejam

vinculadas ao surpreendente, ao inesperado e que permitam a intensa participação do aluno, fornecem incentivo importante e devem ser contempladas nos planejamentos dos professores.

Da mesma forma, os resultados obtidos em nossa pesquisa, condizem com o que expressa Guimarães (2001), quando afirma que o aluno obtém gratificação e satisfação ao dominar uma tarefa desafiadora. A curiosidade e a fantasia são estimuladas por atividades que envolvam componente de apelo cognitivo, incluindo a curiosidade sensória, ativada pela variabilidade visual e auditiva e a curiosidade cognitiva, por eventos inesperados ou paradoxais.

Motivação baseada na afetividade

Dentre as possibilidades de desenvolvimento de atividades com características de cunho motivacional, percebe-se, evidentemente, que as mais promissoras são as que desenvolvem um senso de equipe ou de trabalho cooperativo. De qualquer forma, sempre que a atividade permita ou proporcione o contato e a interação entre pessoas, principalmente daqueles que se entendem como pertencentes a um grupo, há uma significativa adesão e uma notável necessidade de colaboração. Assim ocorre no ambiente escolar, na grande maioria das situações, principalmente se há a possibilidade de interação com os colegas e com o professor, em ambiente de maior informalidade, que permita o diálogo e a livre manifestação. Essa é claramente uma evidência comprovada por meio do estudo que realizamos.

As possibilidades de interagir, de ser acompanhado pelo professor, de encontrar apoio e colaboração em tempo real, de poder dividir suas preocupações com os pares em relação aos conteúdos esclarecendo suas dúvidas e poder acompanhar a realização de exercícios modelo, de crescer coletivamente são possibilidades de atividades manifestamente apontadas pelos alunos como aquelas que são representativas das que despertam seu interesse e favorecem a motivação para a aprendizagem.

De acordo com Zabala (1998) para potencializar a aprendizagem é preciso criar um ambiente seguro e ordenado, com multiplicidade de interações que promovam a cooperação e a coesão do grupo. Tais interações são presididas pelo afeto, que contemplem a possibilidade de se engajar e realizar as modificações oportunas, nas quais convivam a exigência de trabalhar e a responsabilidade de realizar o trabalho autonomamente. Para o autor, é necessário oportunizar situações em que os alunos participem intensamente na resolução das atividades e no processo de elaboração pessoal. Inicialmente, os alunos podem seguir os modelos ou as diferentes ações propostas pelos professores, com uma ajuda intensa por parte desses. Posteriormente, esta ajuda é retirada progressivamente, assegurando a passagem de

competências no nível interpessoal, quando todos trabalham juntos, para o nível intrapessoal, quando eles sejam capazes de agir de forma autônoma.

Em relação à componente “social” da motivação, que é discutida por diversos autores (DECI; RYAN, 1985; MARTINEZ; HAERTEL, 1991), percebe-se a importância do papel motivacional do contato interpessoal. Esses autores destacam a importância na aprendizagem da convivência em um meio cooperativo e da satisfação e do prazer produzidos pelo trabalho conjunto. Este apelo social, ou necessidade de pertencer ou se sentir parte de um contexto, de sentir-se amado, aceito, aprovado e estimado, é uma componente importante da motivação que pode ser bem utilizada como fator motivacional, a partir do desenvolvimento de atividades que proporcionem a interação professor/aluno e entre pares.

A motivação intrínseca vinculada à maestria e ao desenvolvimento de habilidades e competências

Outro aspecto, verificado em nossa pesquisa, é que a motivação intrínseca pode ser proporcionada pelas diferentes estratégias de ensino, por meio de atividades desenvolvidas com os alunos, que lhes motivem a ir mais a fundo no estudo dos conteúdos. Nesta categoria destacam-se expressões utilizadas pelos participantes da pesquisa como: resolver, entender, compreender e treinar. Essas ações manifestadas são características de indivíduos focados em desenvolver competências e habilidades e exercitar capacidades adquiridas no âmbito da disciplina de modo a obter um domínio mais completo dos fatos e conceitos, não ficando satisfeitos com um conhecimento apenas superficial dos mesmos.

A predisposição em aprender com seus próprios erros, avaliando-os com critério e buscando compreender em que medida as suas decisões durante a execução de um exercício ou de uma tarefa não foram as mais adequadas, são indícios de que o aluno busca a consecução da atividade considerando-se o centro do processo de aprendizagem. Esse processo de reavaliação das próprias atitudes demonstra também a busca pela autonomia, na medida em que consegue entender quais as escolhas são mais eficientes para resolver o problema, desenvolvendo um método geral ou estratégia de resolução.

Também é possível verificar que as estratégias utilizadas são consideradas motivadoras por permitirem a aplicação daquilo que foi aprendido e possibilitar o relacionamento entre a teoria com a prática, ou, ainda, que possam “enxergar” acontecendo, quando da realização de experimentos, um fenômeno analisado teoricamente ou previsto a partir de tais considerações. Desse modo, percebe-se que a situação se apresenta revestida de

significado para o aluno, ou seja, ela faz sentido para ele, pois trata-se de algo que “está acontecendo”.

De acordo com Martinez e Haertel (1991) uma das dimensões da motivação intrínseca é o denominado apelo à maestria, a qual é vista como uma propensão natural do ser humano relacionada ao interesse individual em exercitar capacidades que permitam interagir de modo competente em seu ambiente. Esse conceito também está presente nos estudos de Harter (1980), no qual a busca pela maestria é uma componente motivacional. Da mesma forma, a experiência de dominar uma tarefa desafiadora, desenvolvendo competência e autonomia, traz gratificação e satisfação. Segundo Guimarães (2001) um indivíduo, movido por motivação intrínseca, procura oportunidade para exercitar novas habilidades.

Também nesta categoria, os dados obtidos na análise estão em consonância com Laburú (2006), uma vez que ele mostra que as atividades motivadoras com propriedades baseadas na dimensão do interesse por “apelo à satisfação de alto nível”, são utilizadas para instigar a motivação, invocando a maestria, com objetivo de solucionar problemas ou de recorrer à competência intelectual, a fim de controlar o ambiente experimental defrontado. Segundo o autor, é nessa dimensão que se coloca a possibilidade de abstração conceitual.

Elementos de motivação extrínseca

Nesta categoria classificamos as falas dos alunos participantes da pesquisa, nas quais estão presentes elementos que costumam ser caracterizados como pertencentes à classe de motivadores extrínsecos. Nessas manifestações percebe-se, de forma direta ou indireta, a preocupação com a avaliação cognitiva das atividades. Nesse sentido, verificamos que o aluno crê que a sua participação lhe proporcionará resultados melhores nesses processos avaliativos. Iniciativas como anotar o conteúdo ensinado pelo professor, tendo um caderno organizado em que possa concentrar as anotações realizadas e os resumos feitos pelo professor e, a partir desse material promover a fixação, às vezes por meio de memorização, manifesta o desejo de precaver-se e de estar preparado para os momentos de cobrança, principalmente em disciplinas nas quais têm maiores dificuldades.

Como se percebe, eles desenvolvem a sua intuição para a realização de determinadas atividades, em que o professor estabelece um trabalho de organização do conhecimento, seja pela realização de problemas/exercícios e aplicações diversas dos conteúdos, seja pela apresentação de resumos, que evidenciam aspectos importantes relacionados aos temas, e que, serão alvo de cobranças em avaliações. Nessas situações, a motivação para o seu envolvimento nas atividades, com empenho especial e atenção redobrada, está, em geral,

relacionado aos resultados que isto lhe trará. Por isso, é importante ter o conteúdo direcionado ou estar atento ao que e como será cobrado.

Esta forma de participação e envolvimento na realização de tarefas em função dos resultados que ela trará, como notas, elogios ou prêmios, é característica de motivação extrínseca (GUIMARÃES, 2001). No ambiente escolar, este é o caso quando o aluno está fundamentalmente dedicado a obter boas notas e para isso passa a dedicar-se prioritariamente às atividades pela resposta que elas podem fornecer nas avaliações. Se a memorização da fórmula e a internalização de determinado conceito ocorre de forma literal e arbitrária (MOREIRA, 1999), apenas para que o aluno possa obter uma nota boa na prova a aprendizagem não é significativa e ele age apenas movido por motivadores extrínsecos.

No que se refere à motivação extrínseca, como relata Guimarães (2001), deve-se levar em conta que ela predomina nas atividades desenvolvidas pelos indivíduos em sociedade. No contexto escolar, ela destaca-se na avaliação, uma vez que os alunos, ao almejar bons resultados, passam a se envolver ativamente nessas atividades, ainda mais que grande parte dos professores entende que essa forma de motivar é a mais adequada, ou, ao menos, a mais fácil de ser aplicada.

Um aspecto importante a ser salientado é que uma determinada atividade pode ser iniciada a partir de um motivador intrínseco, em função, por exemplo, da curiosidade que a proposta tenha despertado no aluno, mas, no decorrer do seu desenvolvimento esse caráter acabe por se perder devido às dificuldades inerentes à mesma. Nesse caso, Laburú (2006) informa que a motivação extrínseca pode ser determinante para a conclusão da tarefa.

Um outro aspecto apresentado por Lepper *et al* (2005), é que a motivação intrínseca e a motivação extrínseca coexistem em sala de aula e que o mais importante é analisar a frequência de cada comportamento. Em relação ao envolvimento extrínseco dos estudantes com a escola, os autores sugerem que, com o avanço nas séries, as pressões externas, a competição e a busca por recompensas aumentam, o que, por suposição, aumentaria a motivação extrínseca. Além disso, é de considerar que o aluno possa envolver-se em uma atividade pelo prazer inerente e ao mesmo tempo estar atento às consequências extrínsecas deste envolvimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa surgiu de uma inquietação pessoal quanto à um problema frequente encontrado em sala de aula: alunos apáticos, desmotivados e desinteressados. Com base na nossa liberdade de cátedra, enquanto professores, temos a possibilidade de diversificar nossos meios de ensino, considerando que em sala de aula temos uma diversidade muito grande de perfis de alunos, com seus diferentes graus de motivação e propensão para aprender. Entre essas estratégias de ensino passíveis de serem utilizadas estão as atividades práticas ou atividades experimentais. No entanto, para que sejam utilizadas de forma adequada, percebemos a necessidade de estudá-las, analisá-las, empregá-las e, quando necessário, reestruturá-las, para que elas, além de sua função pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem, desempenhem importante função motivacional para os estudantes.

Surge então nosso problema: *Quais os princípios de design necessários para proposição de atividades práticas que contribuam para motivação dos alunos proporcionando melhorias no processo de ensino de Física?*

Procuramos respondê-lo em todo o andamento do nosso trabalho, iniciamos com a busca de um referencial teórico que balizasse nosso estudo e, principalmente, desse uma direção sobre os vários vieses da motivação

A partir de uma revisão na literatura percebemos que, apesar de existir um número razoável de publicações referentes a atividades experimentais, a ampla maioria era destinado ao Ensino Superior, dos poucos artigos destinados ao Ensino Médio não havia nenhum que relacionasse a atividade experimental com a motivação dos alunos.

Em função das características específicas do trabalho que pretendíamos realizar, identificamos e passamos a utilizar uma estratégia baseada em *Educational Design Research*, que é uma concepção de pesquisa que nos instrui a conhecer e analisar problemas do contexto educacional, buscando possíveis soluções. Nossa pesquisa se concentrou, principalmente, nas implementações buscando gerar conhecimento sobre características e funções das atividades práticas para que essas possam embasar nossos princípios de *design* que serviriam de base nas construções de futuras atividades.

Com nossos princípios iniciais de *design* desenvolvemos e implementamos as atividades práticas, em seguida analisamos, refletimos e reestruturamos-las, quando necessário, para que elas apresentassem o melhor desempenho possível, constituímos um trabalho cíclico em que ocorre uma retroalimentação do processo, refinando-se os resultados obtidos nas sucessivas etapas.

A partir dessa lógica da aplicação e da reaplicação após as alterações ou reestruturações necessárias das atividades, desenvolvemos um instrumento prático e funcional para organizar o nosso estudo, o qual proporciona uma visão holística do procedimento adotado. Trata-se da Matriz Organizacional Panorâmica, que permite visualizar as diferentes etapas ou fases de aplicação de cada uma das atividades. Nesta matriz a atividade e a etapa de aplicação constituem os elementos. Essa formulação tornou-se necessária dada a grande quantidade de dados obtidos na análise do procedimento que adotamos, mostrando-se importante para uma melhor sistematização dos mesmos.

Em nossa proposta, a Matriz Operacional Panorâmica mostrou-se muito útil, pois implementa uma sistemática que permite de forma clara e objetiva, transitar horizontalmente ou verticalmente de um elemento para outro, propiciando uma melhor elaboração, implementação e reflexão sobre cada versão da atividade desenvolvida. Essa reflexão permite reelaboração de determinada atividade, que será novamente utilizada no ano letivo seguinte e ainda nos fornece subsídios para a elaboração da próxima atividade que será realizada no mesmo ano letivo, porém referente a outro conteúdo.

No início de nosso estudo, os principais princípios de *design* foram incorporados em atividades práticas desenvolvidas e aplicadas contendo determinadas características iniciais, sendo substituídas progressivamente por outras que incluíam as inovações e reestruturações tendo em vista os indicadores presentes nos diferentes instrumentos utilizados em nossa análise. Um dos aspectos analisados, apenas como ilustração geral dos resultados obtidos no nosso estudo, é o Grau de direcionamento das atividades, também denominado grau de abertura (PELLA; SHERMANN, 1969). As atividades iniciais estavam relacionadas com menores graus de abertura (I e II) sendo substituídas por abordagens mais abertas posteriormente. Este procedimento está de acordo com autores (OLIVEIRA, 2010), que destacam que inicialmente deve-se utilizar atividades mais simples, tais como as atividades de demonstração e de verificação e, à medida que os alunos forem se familiarizando com a experimentação, pode-se introduzir atividades mais abertas, com elementos mais característicos de atividades investigativas. De acordo com alguns estudiosos como Ribeiro, Freita e Miranda (1997), as deficiências formativas apresentadas pelos alunos implicam na necessidade de uso da experimentação baseada em um modelo estruturado nas etapas iniciais e, somente em etapas posteriores, poderiam ser utilizadas abordagens não estruturadas

Além da função pedagógica no processo de construção do conhecimento, esperamos que as atividades práticas também possuam função motivacional para os estudantes. Por isso é tão importante esse processo cíclico de análise e exploração, *design* e construção, avaliação e

reflexão, na busca por princípios de *design*, para alcançarmos nosso objetivo. Acreditamos que a construção de roteiros definitivos, que possam ser aplicados em qualquer turma de qualquer escola, é utópica. É necessário que esse processo se torne parte do fazer docente, como corriqueiro e seja implementado sempre, para que possamos aprimorar e modificar nossa prática docente, objetivando sempre a melhoria tanto no processo de ensino quanto na aprendizagem.

No ano de 2017 oito atividades práticas, sobre as temáticas: Movimento Oscilatório, Ondas Sonoras, Reflexão da luz, Refração da luz, Propagação do Calor, Dilatação e calorimetria, foram implementadas nas três turmas de Segundo Ano de uma Escola Pública Federal, já no ano de 2018, as oito atividades práticas foram implementadas nas quatro turmas do Segundo Ano do Ensino Médio. É importante ressaltar que o número de turmas variou conforme as turmas existentes no Colégio, como acreditamos no potencial das atividades práticas e estas estão incorporadas no nosso fazer docente, não consideramos deixar nenhuma turma sem sua implementação.

A partir da análise das respostas aos instrumentos da pesquisa que delineamos, 11 categorias finais emergiram, relacionando a motivação com os meios de ensino utilizados, principalmente, a atividade prática. No Quadro 34 sumarizamos estas categorias finais emergentes da Análise de Conteúdo aplicada aos questionários respondidos pelos alunos, das sete turmas, dos anos letivos de 2017 e 2018.

Os elementos que compõem essas diversas categorias são representativos da opinião dos participantes da pesquisa em relação aos fatores motivacionais proporcionados pelas atividades, os quais, além de indicadores, passaram a ser influenciadores das reestruturações das atividades realizadas posteriormente, sendo incorporados nas mesmas.

A partir da análise das categorias apresentadas no Quadro 34, emergentes da nossa pesquisa, por meio dos nossos instrumentos, dos intensos cotejos, contemporâneos ou extemporâneos, com as observações do Diário de Bordo, bem como com nosso estudo comparativo das atividades implementadas fomos em busca das respostas para o questionamento de quais, dentre os utilizados contextos e abordagens das atividades experimentais, foram os mais propícios para, além da função pedagógica, fomentar a motivação dos estudantes, compondo assim nossos princípios de *design*.

Quadro 34 - Categorias finais emergentes da Análise de Conteúdo realizada nos questionários respondido pelos alunos das turmas de 2017 e 2018.

Tema abordado	Categorias finais
Características das atividades atraentes	Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade
	Motivação baseada na afetividade
	Motivação baseada no desafio e na liberdade
Dificuldades observadas na realização das atividades práticas	Obstáculo na compreensão e execução da atividade
	Ausência de ludicidade e novidade
Atribuição de notas às atividades práticas	A nota como protagonista no processo de aprendizagem
	A diversidade, o empenho e a complexidade devem ser avaliados
Características marcantes das aulas de laboratório	Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade
	A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico
	Motivação baseada na afetividade
Contribuição das atividades práticas para processo de ensino	Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade
	Motivação fomentada pelo contexto didático
A motivação relacionada com as diferentes estratégias de ensino	A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico
	A motivação baseada na afetividade
	A motivação intrínseca vinculada à maestria e ao desenvolvimento de habilidades e competências
	Aspectos de motivação extrínseca

Fonte: Elaborado pela autora.

Os principais achados da nossa pesquisa, que nos fornecem evidências que nos ajudam a responder o nosso questionamento, e que também contribuem para reforçar ou propor melhorias nas nossas atividades didáticas e na nossa prática pedagógica de forma geral, estão presentes e podem ser extraídos a partir de uma análise destas categorias, como procuramos explicitar a seguir.

Obstáculo na compreensão e execução da atividade / Motivação baseada na compreensão e na realização da atividade

Muitos são os obstáculos que podem estar presentes durante a realização de uma tarefa ou atividade escolar, o que torna mais importante a observação e exploração dos detalhes, por parte do professor, durante a execução das atividades.

O tempo sugerido para a realização de uma tarefa é um aspecto importante no momento dos planejamentos. A inadequação deste pode comprometer o sucesso e a realização a contento de uma determinada atividade. As dificuldades inerentes à realização das tarefas constantes nas atividades podem levar alguns alunos a sentirem-se frustrados por não conseguir realizá-las ou atingir o resultado esperado na primeira tentativa, demandando mais tempo e a possibilidade de repetir uma atividade ou parte dela. Uma vez que cada aluno tem seu “próprio tempo”, é necessário que o professor proporcione a eles a possibilidade para que possam seguir seus ritmos, testarem suas hipóteses, fazerem e refazerem a atividade quantas

vezes forem necessárias, para que o objetivo da mesma seja alcançado. Percebe-se, portanto, a importância da análise, *design* e o planejamento das atividades, os quais devem ser elaboradas de modo que elas possam ser concluídas apropriadamente, principalmente as que envolvem maior complexidade na sua execução, aumentando assim a possibilidade de sucesso. Desse modo o professor, ao elaborar a proposta da atividade, deve preocupar-se em propor um objetivo claro e coerente.

O êxito na resolução das tarefas associadas à atividade e a percepção de que consegue gradativamente desenvolver as etapas com menos “ajuda”, são fundamentais para proporcionar um maior envolvimento do aluno nas atividades posteriores. Quando o aluno consegue compreender o que é solicitado em cada tarefa e conceber qual o procedimento que deve adotar para a sua consecução, não o fazendo de maneira apenas mecânica, seguindo os passos sugeridos, com evidente direcionamento, ele sente-se capaz e esse sentimento o motiva para se empenhar ainda mais na atividade.

O fato de termos percebido algumas citações referentes a dificuldades na compreensão e interpretação dos objetivos das atividades, como fatores geradores de insatisfação por parte dos alunos, também é compreensível. Com relação a isso, acreditamos que com o decorrer do desenvolvimento desse tipo de atividade eles passem a apresentar maior desenvoltura, a partir das habilidades que vão sendo adquiridas.

Ao salientar que uma maneira de aumentar a motivação dos alunos é aumentar a expectativa de êxito na tarefa proposta, e que a motivação é causa e também consequência da aprendizagem, vemos que os respondentes do questionário afirmam sentir-se desmotivados quando não são capazes de realizar uma tarefa devido ao fato de não a terem compreendido adequadamente.

A motivação intrínseca vinculada à maestria e ao desenvolvimento de habilidades e competências

Resolver, entender, compreender e treinar, são ações manifestadas por indivíduos focados em desenvolver competências e habilidades e exercitar capacidades adquiridas no âmbito da disciplina de modo a obter um domínio mais completo dos fatos e conceitos.

A predisposição em aprender com seus próprios erros, avaliando-os com critério e buscando compreender em que medida as suas decisões durante a execução de um exercício ou de uma tarefa não foram as mais adequadas, são indícios de que o aluno busca a consecução da atividade considerando-se o centro do processo de aprendizagem. Esse processo de reavaliação das próprias atitudes demonstra também a busca pela autonomia, na

medida em que consegue entender quais as escolhas são mais eficientes para resolver o problema, desenvolvendo um método geral ou estratégia de resolução.

Da análise e reflexão sobre essas três categorias finais emergiram alguns elementos que devem ser considerados como princípios de *design* na construção das atividades práticas:

- Elaborar atividades com clareza em seu objetivo, para que os estudantes consigam compreendê-la e realizá-la com êxito.
- Elaborar atividades mais curtas e objetivas para que os alunos, com ritmos diferentes, consigam concluir com êxito a tarefa.
- Sempre que possível realizar as atividades com dois períodos consecutivo, para que os todos os estudantes, independente de seus ritmos consigam finalizar a tarefa, e aqueles que necessitam refazê-la, tenham esse tempo.
- Levar um plano B: desafios, exercícios extras ou até mesmo atividades extras, para que os alunos que finalizarem a atividade não fiquem ociosos.

Das observações e reflexões, podemos considerar elementar os princípios de *design* em relação ao contexto que:

- Durante a realização das atividades, é necessário atenção constante do professor, principalmente para os estudantes com dificuldade na execução para que não percam a motivação em realizar e terminar a atividade.

Motivação baseada na afetividade

Para muitos alunos é importante, durante a realização de uma atividade, que ocorra de forma mais intensa uma interação entre eles e seus pares e com o professor. A possibilidade de dialogar de forma mais informal com o professor, solicitando assistência durante o desenvolvimento da atividade representa um fator que contribui bastante para o seu engajamento nas tarefas. Outros com maior dificuldade de se manifestar no grande grupo, ficam mais à vontade quando interagem em pequenos grupos ou até mesmo em duplas.

Diversos estudantes enfatizaram que trabalhar em pequenos grupos ou até em dupla, fomenta a discussão, a argumentação o levantamento de ideias e hipóteses facilitando a compreensão, resolução e conclusão das atividades. Ao propiciar ambiente de argumentação, discussão e cooperação estamos possibilitando ao aluno ser protagonista no processo de aprendizagem, permitindo que ele interaja com o ambiente, com os materiais e com os demais colegas. Essa troca de ideias entre os alunos é desejável e necessária para que eles desenvolvam a reflexão, capacidade de argumentação, escutar e aceitar os argumentos dos colegas.

Da análise e reflexão, verificamos que a motivação gerada pela afetividade e contato interpessoal, deve ser considerada como princípios de *design* na construção das atividades:

- Criar oportunidades através de questionamentos ou observações com o objetivo de fomentar a discussão, a troca de ideias e a argumentação entre os estudantes.
- Planejar as atividades para que possam ser executadas em grupos com poucos integrantes.
- Quando possível for, dar preferência às atividades, com quantidades suficientes, para que os estudantes se reúnam em duplas ou trios.
- Proporcionar a interação e discussão entre os estudantes e, também, entre o professor e os estudantes.

Das observações e reflexões, podemos considerar elementar os princípios de *design* em relação ao contexto que:

- Ao corrigir os roteiros/relatórios, o professor deve acentuar o esforço e a dedicação dos estudantes.
- Durante a realização das atividades ou na correção dos roteiros/relatórios, verificamos ser mais efetivo e motivacional, não apenas indicar a resposta como errada, mas fazer um questionamento ao estudante, levando-o a raciocinar sobre a sua conclusão.

Motivação baseada no desafio e na liberdade

A análise dos dados, de 2017, nos mostra que, entre as atividades preferidas pelos alunos, as duas mais citadas são as atividades de Composição e Decomposição da Luz e a de Calor Específico, as quais são classificadas como de Grau III e IV, na escala de classificação sugerida por Pella e Shermann (1969). No ano de 2018 as escolhidas foram a de Propagação do Calor e novamente a de Calor Específico, cujas classificações quanto ao Grau de liberdade são, novamente, III e IV. Estas atividades têm em comum o fato de terem maior grau de abertura, no sentido de que elas estavam baseadas em roteiros menos direcionados. Nessas atividades os roteiros forneciam o objetivo a ser alcançado e os alunos deveriam elaborar hipóteses e decidir sobre os procedimentos a serem adotados e como elaborar as conclusões.

Percebe-se que a atividade mais aberta colabora para reduzir a passividade do aluno, colocando-o como protagonista da sua aprendizagem. Ela provoca um maior comprometimento deste e o envolve mais profundamente com as tarefas inerentes.

Avaliamos que um elemento que deve ser considerado como princípio de *design* na construção das atividades práticas é:

- Elaborar atividades, sempre que possível, com maior Grau de liberdade. Atividades, classificadas, segundo Pella e Shermann (1969), com Graus III e IV, nas quais cabe ao estudante elaborar hipóteses, decidir o procedimentos a ser seguido, obter dados e concluir sobre a atividade.
- Inserir questões nos roteiros que possibilitem aos estudantes o pensar e raciocinar sobre a atividade.

A nota como protagonista no processo de aprendizagem

A nota é realmente um fator preponderante da motivação escolar. É a tradicional resposta “tudo deve valer nota”. Ainda é comum a verificação de que quando uma atividade vale nota acaba aumentando o empenho dos alunos e a seriedade como ela é tratada. É também muito comum os docentes, principalmente do Ensino Médio, ouvirem a pergunta: “vale nota?” geralmente escutam-na ao propor uma tarefa, exercício ou atividade. No entanto, esse tipo de motivação pode aqui ser considerada benéfica para aprendizagem, pois como alguns alunos citaram, a nota estimula a realizarem a tarefa com mais empenho.

Diversos alunos, argumentaram que eles aprendiam muito nas aulas do laboratório, por serem aulas mais dinâmicas e tranquilas, eles geralmente vão muito bem nos roteiros/relatórios produzidos, e que devem compor a nota trimestral.

A diversidade, o empenho e a complexidade devem ser avaliados

As atividades realizadas no laboratório são atividades essencialmente diferentes daquelas realizadas na sala de aula. Os alunos demonstraram compreender essa diferença, ao afirmarem que algumas atitudes e procedimentos adotados no laboratório não podem ser avaliados em uma prova convencional.

Durante as atividades práticas os estudantes podem levantar hipóteses, propor estratégias de resolução e tirar conclusões que são discutidas com os colegas. Esse processo de produção de argumentação é muito rico e produtivo para a geração do conhecimento. Muitos alunos não se contentam em somente atingir o objetivo, eles estão interessados em discutir e questionar o processo que os leva a concluir de uma determinada forma, bem como analisar diferentes procedimentos que podem melhorar o experimento e acarretar uma redução do erro.

A possibilidade de avaliar-se por meio da atribuição de uma nota às atividades práticas é justificada também, pelo próprio entendimento que os alunos têm de que essas atividades colaboram efetivamente para a compreensão dos conteúdos aos quais elas estão relacionadas. Muitas vezes é durante a realização da atividade que os alunos relacionam os conceitos teóricos, aprendidos em sala de aula, com a prática e isso lhes possibilita a real percepção do

que eles significam tornando-os, muitas vezes, capazes de utilizá-los em outros contextos. É da importância que percebe na execução da atividade que advém a necessidade de valorizar esse trabalho por meio da nota.

Elementos de motivação extrínseca

Em muitas falas dos alunos participantes da pesquisa estão presentes elementos que costumam ser caracterizados como pertencentes à classe de motivadores extrínsecos. Nessas manifestações percebe-se, de forma direta ou indireta, a preocupação com a avaliação cognitiva das atividades. Nesse sentido, verificamos que o aluno crê que a sua participação lhe proporcionará melhores resultados nesses processos avaliativos. Esta forma de participação e envolvimento na realização de tarefas em função dos resultados que ela trará, como notas, elogios ou prêmios, é característica de motivação extrínseca (GUIMARÃES, 2001). No ambiente escolar, este é o caso quando o aluno está fundamentalmente dedicado a obter boas notas e para isso passa a dedicar-se prioritariamente às atividades pela resposta que as mesmas podem fornecer nas avaliações.

Com a análise e reflexão dessas categorias finais, evidenciamos que alguns elementos que devem ser considerados como princípios de *design* na construção das atividades práticas são:

- Elaborar algumas atividades valendo nota, acreditamos que não devem ser todas, pois dessa forma acabaria com o elemento ocasional.
- Ao elaborar as avaliações pensar em algumas questões que tenham relação com as atividades práticas, com o intuito dos estudantes perceberem a sua importância, mesmo que não valha, diretamente, nota.

Durante a execução das atividades o professor pode:

- Propor que os roteiros/relatórios sejam entregues individualmente e no final da aula no laboratório.
- Sempre que possível, dialogar, questionar, bem como elogiar os estudantes, não só pelo resultado, mas também por seu empenho no desenvolvimento da tarefa.

A motivação intrínseca proporcionada pela curiosidade, a fantasia e o lúdico

Quando os alunos saem da sala de aula e dirigem-se ao laboratório, é fácil de perceber que eles criam a expectativa de encontrar algo novo, empolgante, divertido e, muitas vezes, inusitado. Se isto não acontece muitos ficam frustrados e desmotivados, esse panorama ficou evidente durante a realização das atividades práticas e nas respostas dos questionários respondidos por eles.

Entre as atividades didáticas que mais lhes chamam a atenção e lhes despertam maior interesse em participar ativamente, estão aquelas que são geradoras de satisfação pessoal. Atividades que tenham, sobretudo, aspectos de descontração e lembrem a forma de brincar e interagir com os colegas. Tais atividades precisam ter um caráter de novidade, algo que não tenha a ver com a sua rotina escolar.

A adoção de atividades didáticas com perfil capaz de explorar a novidade ou o lúdico, pode ser decisiva para a obtenção de alunos mais propensos à participação em sala de aula e assim promover uma aprendizagem significativa. De acordo com Pintrich e Schunk (1996) a motivação intrínseca é favorecida por atividades que promovam o desafio, a curiosidade, controle e a fantasia. Situações que apresentem uma certa complexidade, que estejam vinculadas ao surpreendente, ao inesperado e que permitam a intensa participação do aluno, fornecem incentivo importante e devem ser contempladas nos planejamentos dos professores.

Da mesma forma, os resultados obtidos em nossa pesquisa, condizem com o que expressa Guimarães (2001), quando afirma que o aluno obtém gratificação e satisfação ao dominar uma tarefa desafiadora. A curiosidade e a fantasia são estimuladas por atividades que compreendam componente de apelo cognitivo, incluindo-se a curiosidade sensorial, ativada pela variabilidade visual e auditiva e a curiosidade cognitiva, por eventos inesperados ou paradoxais.

As atividades, por ocorrerem em um ambiente diferente, quebram a rotina e a monotonia que muitas vezes se instaura na sala de aula. É nesse ambiente descontraído que as dúvidas e os questionamentos surgem e há possibilidade de eliminar ou reduzir o acúmulo de dificuldades. Devemos aproveitar essa oportunidade ímpar para além de sanar as dúvidas, incentivar nossos alunos.

Ausência de ludicidade e novidade

Como podemos perceber na análise segunda pergunta do questionário, respondido pelos estudantes no ano de 2017, na qual pretendíamos descobrir elementos que geravam descontentamento, uma das categorias oriundas das justificativas foi a Ausência de ludicidade e novidade. De maneira coerente, verificamos que quando uma atividade promove a curiosidade, a fantasia e o lúdico, proporciona a motivação intrínseca, e como consequência, a atividade agrada os estudantes.

O anseio manifestado pelos alunos por atividades dinâmicas e diferentes é fácil de ser entendido, bem como os motivos que os levaram a reclamar de alguns roteiros muito direcionados onde, segundo eles, ficavam apenas anotando medidas e realizando cálculos,

tarefas aquém de suas expectativas. Nesses momentos os adjetivos utilizados em relação às atividades, das quais não haviam gostado, foram: simples, parada, entediante e monótona.

Diante do exposto, surge a necessidade de planejar atividades com princípios de *design*, sempre que possível, que:

- As atividades sejam dinâmicas, que os estudantes possam interagir com o aparato experimental.
- As atividades práticas possuam elementos lúdicos.
- Colocar elementos que sejam inesperado ou tragam resultados inesperados.

Durante a execução das atividades devemos incentivar os estudantes a:

- Terem liberdade para mexer, fazer, refazer a atividade proposta, tomar decisões e executá-las com preciosismo.

Motivação fomentada pelo contexto didático

Quando o professor faz uso de estratégias de ensino diferentes nas quais é possível relacionar o conteúdo teórico com situações práticas ou situações do dia a dia, torna a aprendizagem significativa. Essa foi a opinião da maioria dos alunos, que disseram ter gostado das atividades práticas porque elas deram sentido e facilitaram a compreensão de vários conteúdos já estudados anteriormente. É importante, sempre que possível, trazer situações didáticas que possibilitem a relação entre o conteúdo estudado com situações corriqueiras, para que essa ligação contribua para a aprendizagem.

Podemos repensar algumas atividades para que essas possam ser utilizadas como problematização inicial, usando seus resultados para a construção do conhecimento.

Mesmo quando a componente principal de tais atividades esteja ligada ao entretenimento, é preciso considerar no planejamento das mesmas o desenvolvimento de competências e habilidades que são os objetivos primordiais do processo de ensino. Nesse sentido, é necessário ter em mente que elas devem ser geradores de conhecimento, de modo que, em determinadas situações imagine-se que o aluno aprende divertindo-se, sendo este, possivelmente o maior desafio do professor.

Portanto, surge a necessidade de planejar atividades com princípios de *design*, sempre que possível, que:

- Relacionem fenômenos corriqueiros, inclusive do dia a dia dos alunos com o conteúdo que está sendo estudado.

- Que tenham semelhança com o ambiente dos alunos, de acordo com as suas características, gostos, interesses atuais ou até mesmo curiosidades que tenham sobre os temas em estudo.
- Apresentar situações-problemas, desencadeadoras da relação entre a teoria e a prática.

Pelo exposto, a análise dessas categorias revela a presença de aspectos motivacionais em um amplo espectro, envolvendo características de motivação diferenciadas em relação às atividades didáticas em geral e às atividades práticas especificamente. Além disso, como já nos referimos, os alunos são muitos e diferentes entre si, com opiniões, gostos e expectativas distintas. Todos, ainda, inseridos em um contexto que se altera dinamicamente.

Por tudo isso, trazer a sala de aula para o objeto de investigação implica em tratar o tema em um longo período. Na verdade, trata-se de uma perspectiva de trabalho, uma metodologia a ser incorporada no fazer docente. Assim as mudanças que esperamos no processo de ensino são frutos do método e não fruto de intervenções ou momentos pontuais.

Em relação à motivação, temos que ter clareza que ela é resultado de complexas interações do indivíduo com o seu ambiente sociocultural que a influenciam de diversas formas. No contexto escolar, os fatores determinantes estão inseridos na sala de aula, que fornece o contexto para a orientação da motivação dos alunos. A utilização de adequadas estratégias de ensino pelo professor pode, portanto, determinar de modo decisivo incentivando e influenciando esta orientação.

A motivação intrínseca tem sido apontada como um importante mediador no processo de aprendizagem, por isso, para propiciar uma aprendizagem significativa o professor pode e deve utilizar-se de estratégias de ensino que promovam a autonomia e a maestria, em uma esfera de intenso contato interpessoal.

Quis o destino que no ano de 2020 nós nos deparássemos com uma situação inesperada que mudaria radicalmente a nossa maneira de ensinar e de nos relacionarmos com os nossos alunos. A pandemia de COVID 19 nos forçou a partir de sua chegada com uma nova situação: a do ensino remoto com aulas totalmente a distância, algumas síncronas e outras assíncronas, em um primeiro momento, e mais recentemente, com um ensino híbrido, em que as aulas são parte remotas e parte composta por aulas presenciais com a necessidade de adaptações e protocolos rígidos de distanciamento social.

Tivemos que nos reinventar, aprender a usar novos recursos tecnológicos e buscar soluções para o novo desafio. Confesso que para mim foi extremamente difícil a adaptação a esse novo formato. Nem tanto pela necessidade de ministrar as aulas *on line* por meio de

plataformas ou gravadas, mas pela falta do contato direto com os alunos. Falta também das aulas práticas no laboratório e, assim, da inexistência dos momentos e das possibilidades que elas proporcionam. Foi difícil não poder utilizar esse recurso que tanto prezo e tanto tenho utilizado para ensinar com tantas vantagens que tenho tentado demonstrar por meio deste estudo.

As atividades práticas estão presentes no meu fazer pedagógico há muito tempo. Ao longo desse tempo fui modificando-as a ponto de que algumas tenham se tornado tão lapidadas e adaptadas quase a ponto de considerá-las imprescindíveis. É da minha vivência que tenho percebido nesses anos as dificuldades recorrentes dos estudantes com alguns assuntos, e ao elaborá-las e posteriormente modificá-las, tenho percebido que elas se prestam bastante para ajudar a sanar essas dificuldades.

As atividades surgiram com esse intuito de mostrar, facilitar e instigar, mas hoje percebo que elas vão além desses objetivos iniciais. Para alguns professores elas podem ainda ser consideradas simplórias, e eu mesma por algumas vezes pensei assim. Porém agora durante a Pandemia, quando não pude realizar as atividades práticas e proporcionar esses momentos para meus alunos, percebi mais ainda o quão importante é a sua contribuição. Deparei-me novamente com algumas dificuldades dos alunos que poderiam ser tão facilmente minimizadas com as atividades práticas, seja observando, manuseando os aparatos ou alterando as variáveis.

A utilização das atividades práticas requer dedicação e trabalho. É necessário pensar no planejamento, com a organização do material, a testagem para se prever os possíveis desdobramentos e possíveis imprevistos que porventura possam ocorrer durante a implementação, em seguida é necessário montar os aparatos experimentais, levar as turmas e acompanhar a realização. Nesta etapa o professor é requisitado constantemente, seja para sanar dúvidas ou contemplar as descobertas dos alunos ou em função dos referidos problemas de execução ou de interpretação. Terminada uma aula, é hora de reorganizar tudo para a próxima turma. Posteriormente, ainda há a avaliação e análise dos roteiros/relatórios produzidos por eles, para que na aula seguinte possam ser devolvidos e seja possível realizar o fechamento da atividade. É trabalhoso, mas, ao analisarmos prós e contras, percebemos que com certeza é um trabalho que compensa e propicia muitos ganhos pedagógicos. Tenho muito claro que a aula prática, apesar de exaustiva, é muito gratificante.

Para que essas atividades se tornem cada mais eficientes pedagogicamente e propulsoras motivacionais e, por outro lado, não sejam um fardo pesado, é necessário que as incorporem no nosso trabalho docente. Além disso, adotando-se a metodologia do processo

cíclico de análise e exploração, *design* e construção, avaliação e reflexão, podemos aperfeiçoar nosso fazer pedagógico visando sempre a aprendizagem dos alunos e as melhores condições para elas possam ocorrer.

Para finalizar, gostaria de salientar que, neste estudo estávamos preocupados com o viés do processo de ensino de promover situações de aprendizagem em estreita conexão com os interesses dos alunos, realizando etapas sucessivas, um processo de retroalimentação, baseado na percepção dos mesmos frente as atividades desenvolvidas e também nas observações percebidas durante suas implementações. Para que as mudanças que esperamos no processo de ensino sejam frutos do processo como um todo e não de intervenções ou momentos apenas pontuais.

6 REFERÊNCIAS

- ABREGO, B. et al. Montagem de um conjunto experimental destinado à verificação do princípio da incerteza de Heisenberg. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, nº 3, 2013.
- AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B. Uma proposta inovadora de ensino de física experimental no início do Século XX. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1601, 2015.
- ALVES FILHO, J. DE P. **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: DO MÉTODO À PRÁTICA CONSTRUTIVISTA**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- AMORIM, H. S. DO; DIAS, M. A.; SOARES, V. Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, nº 4, p. 4310–4319, 2015.
- ANASTASIOU, L. DAS G.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 67–100.
- ANDRADE-NETO, A. V.; LEYVA-CRUZ, J. A. Análise teórica e proposta para determinação experimental do coeficiente de atrito de rolamento em um plano inclinado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, nº 4, p. 4303, 2015.
- ANDRADE, N. S. DE et al. Investigação teórica e experimental do efeito termiônico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, nº 1, 2013.
- ANDRADES, J. C.; SCHIAPPACASSA, A.; SANTOS, P. F. Desenvolvimento de um periodímetro microcontrolado para aplicações em física experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 2503-2-2503–11, 2013.
- ARAÚJO, M. S. T. DE; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.
- ARNOLD, F. J. et al. Estudo do amortecimento do pêndulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4311–4311, 2011.
- AZEVEDO, G. T. DE et al. Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº 3, 2017.
- BACAS, P.; MARTÍN-DÍAS, M. J. **Distintas Motivaciones para aprender ciências**. 1ª ed. Madrid: Narcea, SA de Ediciones, 1992.
- BARBOSA, L. H. et al. El Soplador mágico: un experimento discrepante en el aprendizaje de la ley de presión hidrodinámica de Bernoulli. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4309–4309, 2011.

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3^o edição ed. Lisboa: Edições 70, Lda, 2007.
- BERAHA, N.; CARUSELA, M. F.; EL HASI, C. D. Dinámica del movimiento rotacional: propuesta de experiencias sencillas para facilitar su comprensión. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n^o 4, 2009.
- BONVENTI JR., W.; ARANHA, N. Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n^o 2,2, p. 2504–2509, 2015.
- BORDENAVE, J. E. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 19. ed. [s.l.] Vozes, 1998.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. p. 2–11, 2002a.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002b.
- BORGES, P. A. P.; TONIAZZO, N. A.; SILVA, J. C. Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n^o 2, 2009.
- BORTOLINI-RICARDO, S. M. **O professor pesquisador**. 1^a ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.
- BORUCHOVITCH, E. **A motivação do aluno**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2009.
- BRASIL. Parâmetros curriculares Nacionais. p. 122, 1998.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. [s.l: s.n.].
- BRUNETTO, R. S.; CRISTINA, A.; RIBEIRO, M. Equipamento experimental para determinação de dados pVt para sistemas gasosos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n^o 3, p. 363–367, 2005.
- BUENO, B.; GARCIA, T. Êxito Escolar: as Regras da Interação na Sala de Aula. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, 2019.
- CAMPOS, M. C. DA C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.
- CARLIN, N. et al. A aproximação de lente fina é sempre válida em experimentos para determinação de distâncias focais? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n^o2, p. 299–304, 2007.
- CARLIN, N. et al. Estudo experimental do movimento de partículas carregadas em campos etricos e magnéticos : seletor de velocidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. n. 2, p. 2308, 2009.
- CARRASCOSA ALÍS, J. et al. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157–181, 2006.

CARVALHO, A. M. P. DE P. O professor no Ensino de Ciências como investigação. In: CARVALHO, A. M. P. DE P. et al. (Eds.). **Ciências no Ensino Fundamental - O conhecimento físico**. 1ª ed. São Paulo: Editora Scipione, 1998. p. 199.

CARVALHO, A. M. P. DE et al. **Ensino de Ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

CARVALHO, L. R. M. DE; AMORIM, H. S. DE. Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 1–7, 2014.

CASTRO-PALACIO, J. C. et al. Using a smartphone acceleration sensor to study uniform and uniformly accelerated circular motions. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 22–26, 2014.

CATELLI, F. et al. “Demonstração” da lei da inércia? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, 2016.

CATELLI, F.; LIBARDI, H. CDs como lentes difrativas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 2307, 2010.

CAVALCANTE, M. A. Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, nº3, p. 343–348, 2005.

CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 2501.1-2501.6, 2008.

CAVALCANTE, M. A.; SILVA, E. DA; PRADO, R. DO. O Estudo de Colisões através do Som. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p. 150–157, 2002.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4503–4503, 2011.

CAVALCANTE, M. DE A.; RODRIGUES, E. DA S. Uso do “Espelho de Lloyd” como método de ensino de óptica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 1–4, 2012.

CHAIB, J. P. M. C.; ASSIS, A. K. T. Experiência de Oersted em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 41–51, 2007.

CHINAGLIA, D. L. et al. Espectroscopia de impedância no laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4504, 2008.

COLL, C. et al. **Os conteúdos na Reforma**. 1ª edição ed. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

COLORADO, U. DO. **PHET Simulações Interativas**, 2019.

COLUCI, V. R. et al. Ilustração de incertezas em medidas utilizando experimentos de queda

livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013.

CORVELONI, E. P. M. et al. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n° 3, 2009.

COSTA, G. G. G.; PIETRONERO, R. C.; CATUNDA, T. Experimentos com supercapacitores e lâmpadas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 01–06, 2013.

COSTA, E. V. Medidas de Intensidade Luminosa. Polarização. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p. 37–40, 2002.

DAMASIO, F.; STEFFANI, M. H. Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n°4, p. 593–597, 2007.

DARTORA, C. A. et al. Caracterização experimental da permissividade dielétrica de materiais através da técnica de refletometria no domínio do tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1315, p. 1–5, 2014.

DECI, E. L. Intrinsic Motivation, Extrinsic Reinforcement, and Inequity. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 22, n. 1, p. 113–120, 1972.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. **Intrinsic motivation and selfdetermination in human behavior**. New York: Plenum Press, 1985.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNABUCO, M. M. **Ensino de Ciências fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DEWEY, J. **Democracia e educação: introdução à filosofia da educação**. 3ª-Tradu ed. São Paulo: Nacional, 1959.

DIONISIO, G.; MAGNO, W. C. Photogate de baixo custo com a porta de jogos do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. n. 2, p. 287–293, 2007.

DORTA, M. P.; SOUSA, E. C. P. DE; MURAMATSU, M. O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, p. e4503-2-4503–9, 2016.

DWORAKOWSKI, L. A. et al. Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, 2016.

ERROBIDART, H. A. et al. Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1507, 2014.

FANARI, M. DE LOS Á.; ARLEGO, M.; OTERO, R. The double slit experience with light from the point of view of Feynman's sum of multiple paths. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. n. 2, p. 2308, 2014.

FARRINGTON, C. **Academic mindsets as a critical component of deeper learning**. Chicago: The University of Chicago Consortium on School Research, 2013.

FAUTH, A. C. et al. Demonstração experimental da dilatação do tempo e da contração do espaço dos múons da radiação cósmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 585–591, 2007.

FERREIRA, N. C. **Proposta de Laboratório para a escola brasileira - Um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 1978.

FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n° 3, p. 203–211, 2004.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259–272, 2003.

FONSECA, P.; SANTOS, A. C. F.; MONTENEGRO, E. C. A very simple way to measure coaxial cable impedance. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 373–375, 2007.

GALLARDO, M.; LAQUIDARA, A. P.; ALMANDOS, J. R. Abordaje de la enseñanza de aspectos importantes de la física moderna a través del uso de un laser de xenon multi-ionico pulsado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n° 4, p. 535–542, 2007.

GANCI, A.; GANCI, S. Demonstration experiments in electrostatics: low cost devices. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n° 2, p. 1–14, 2012.

GARCÍA CONTRERAS, O. J.; MUÑOZ BRAVO, J. E.; FAJARDO, F. Construcción y caracterización de un tubo Ranque-Hilsch. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4305, 2008.

GARCIA, R. L. et al. Resfriamento de um cilindro de aço: estudo experimental da convecção e radiação do calor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n° 4, 2017.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. DE C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n° 2, p. 227–254, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª edição ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOMES, C. A.; LÜDKE, E. Uso da ressonância em cordas para ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n° 3, p. 1–5, 2011.

GONÇALVES, B. et al. Nova metodologia para aferição da temperatura final de hastes metálicas em um experimento de dilatação térmica linear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n° 2, 2013.

GOYA, A.; LABURÚ, C. E.; PAULO, S. Estudo comparativo de rolamento e a determinação do início de deslizamento de uma esfera num plano inclinado. **Revista Brasileira de Ensino**

de Física, v. 36, n. 2, p. 2502, 2014.

GRANDINI, A.; GRANDINI, C. R. Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n° 3, p. 251–256, 2004.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. (Eds.). . **A motivação do aluno**. Petrópolis: Editora Vozes, 2001. p. 37–57.

GUTIERRE, H. G. et al. Sistema fotodetector econômico para utilização em laboratórios de ensino e pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n° 3, 2017.

HARTER, S. A. **A scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom**. Colorado: University of Denver, 1980.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 1504, 2016.

HESSEL, R. et al. Contadores eletrônicos no laboratório didático Parte I. Montagem e aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n° 1, p. 4901, 2008.

HESSEL, R. et al. Uso de um compressor de ar para aquário como marcador de tempo em experimentos de cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n° 3, p. 1–11, 2017.

HESSEL, R.; CANOLA, S. R.; VOLLET, D. R. An experimental verification of Newton's second law. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n° 2, p. 2504, 2013.

HESSEL, R.; FRESCHI, A. A.; SANTOS, F. J. DOS. Lei de indução de Faraday: Uma verificação experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 2015.

HESSEL, R.; PERINOTTO, Â. C. Usando um voltímetro para medir tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4316–4316, 2011.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências (TRADUÇÃO). **Education philosophy and theory**, v. 20, p. 53–66, 1988.

HODSON, D. **Teaching And Learning Science: Towards a Personalized Approach**. 1^a ed. UK: McGraw-Education, 1998.

HOFSTEIN, A. V. I.; LUNETTA, V. N. The Laboratory in Science Education : Foundations for the Twenty-First Century. 2003.

HOLTON, G. The Project Physics Course , Then and Now. n. November 2001, p. 779–786, 2003.

HOLZ, S.; BATTISTEL, O.; SAUERWEIN, I. Panorama dos artigos sobre Atividades

Experimentais publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física no período compreendido entre 2002 e 2017. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 1, p. 136–166, 2020.

IACHEL, G. et al. A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4502–4508, 2009.

IFUSP. **Projeto de Ensino de Física**. Rio de Janeiro: Instituto de Física da Universidade de São Paulo - FENAME, 1980.

JESUS, V. L. B. DE; JUNIOR, M. A. V. M. Uma discussão sobre hidrodinâmica utilizando garrafas PET. v. 33, nº 1, p. 1–8, 2011.

JESUS, V. L. B. DE; SASAKI, D. G. G. Video-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 3503, 2014.

JESUS, V. L. B. DE; SASAKI, D. G. G. O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, nº 1, p. 1–8, 2015.

JUNIOR, M. A. V. M.; JESUS, V. L. B. DE. Refração luminosa em recipientes preenchidos parcialmente com água: análise de problemas e proposta experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº 3, 2017.

KAKUNO, E. M. Montagem e teste de detector Geiger Muller usando tubo SBM19. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. n. 1, p. 1315, 2014.

KOBAL, M. C. **Motivação intrínseca e extrínseca nas aulas de Educação Física**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 1996.

KOVACEVIC, M. S.; SIMIC, S. Plastic optical fiber as a tool for experimenting with simple pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. n. 3, 2010.

LABURÚ, C. E. Fundamentos Para Um Experimento Cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382–404, 2006.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. DA; SALES, D. R. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, nº 1, p. 1–15, 2010.

LAGANÁ, C. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, nº 3, 2011.

LAMA, L. S. DEL; MULATO, M. Saline oscillator as a teaching experiment. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4310–4310, 2011.

LAUDARES, F.; LOPES, M. C. S. M.; CRUZ, F. A. O. Usando sensores magnéticos em um trilho de ar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, nº 3, p. 233–236, 2004.

LEPPER, M. R.; CORPUS, J. H.; IYENGAR, S. S. Intrinsic and extrinsic motivational

orientations in the classroom. Age difference and academic correlates. **Journal of Educational Psychology**, v. 97 (2), p. 184–196, 2005.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, F.; VENCESLAU, G.; BRASIL, G. A downward buoyant force experiment. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 2309, p. 2–6, 2014.

LONGHINI, M. D.; NUNES, M. B. T.; GRILLO, G. A. Flutuação dos corpos: elementos para a discussão sobre sua aprendizagem em alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n° 3, 2011.

LÓPEZ, J.; VERCIK, A.; COSTA, E. J. X. Meios granulares e experimentos simples para a sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1308–1312, 2008.

LUCA, R. DE; GANCI, S. A measurement of g with a ring pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. n. 3, p. 3301, 2011.

LÜDKE, E. Um indutímetro para laboratório didático de eletromagnetismo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 1505, 2010a.

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° , n. 1, p. 1505, 2010b.

LÜDKE, E. Um método para experimentação com baixas capacitâncias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n° 3, 2012.

LÜDKE, E. et al. Velocidade do som no ar e efeito Doppler em um único experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 1–4, 2012.

LÜDKE, E. et al. Um experimento para ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1503–1506, 2013.

LÜDKE, E. Estudando Campos Magnéticos e histerese com um anel de Rowland. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 221, 2017.

LÜDKE, E.; CAUDURO, P. J. Um experimento hemodinâmico em sala de aula para ensino de biofísica da circulação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 1–5, 2013.

LÜDKE, E.; GRAÇA, C. O. Estudando campos elétricos de linhas trifásicas pelo método da cuba eletrolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1–3, 2011.

LUIZ, F. F.; SOUZA, LUIZ EDUARDO S DOMINGUES, P. H. Um sistema automático de baixo custo para medidas de intervalos de tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n° 2,e, 2016.

LUNAZZI, J. J.; MAGALHÃES, D. S. F. Fazendo imagens com um simples elemento difrativo ou refrativo: o axicon. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n° 2, p. 2051,

2009.

M. MÜLLER, J. L.; FABRIS, F.; CAÇÃO JR., E. Um Experimento para Medir Velocidades como Instrumento Motivador no Aprendizado de Conceitos da Ótica Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 273–277, 2003.

MACKENNEY, S.; REEVES, T. C. **Conducting Educational Design Research**. 1. ed. New York: Routledge, 2012.

MAGNO, W. C. et al. Realizando experimentos didáticos com o sistema de som de um PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n° 1, p. 117–123, 2004.

MAGNO, W. C.; ANDRADE, M.; ARAÚJO, A. E. P. DE. Construção de um gaussímetro de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n° 3, p. 1–8, 2011.

MARTINEZ, M. E.; HAERTEL, E. Components of interesting science experiments. **Science Education**, v. 75, n.4, p. 471–491, 1991.

MARUŠIĆ, M.; SLIŠKO, J. Many high-school students don't want to study physics: active learning experiences can change this negative attitude! **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 1–11, 2012.

MCKENNEY, S.; REEVES, T. C. **Conducting Educational Design Research**. New York: Routledge, 2012.

MICHA, D. N. et al. “Vendo o invisível”. Experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 01–06, 2011.

MILL, G. N.; SANTOS, V.; PAIVA, A. D. M. Projeto de uma mesa giratória para simulação de escoamentos geofísicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4302, 2015.

MILLAR, R.; DRIVER, R. Beyond processes. **Studies in Science Education**, v. 14, p. 33–62, 1987.

MORALES, C. A. C.; MORA, C. Experimentos de mecânica con temporizador de bajo costo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n° 4, 2012.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **A teoria da teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2006.

MULLER, M.; SILVA, J. C. C. DA; FABRIS, J. L. Um experimento simples usado na produção de placas de zonas de Fresnel. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n° 4, p. 603–608, 2005.

MURRAY, E. J. **Motivação e emoção**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1986.

NASCIMENTO, S. S. DO; VILLANI, C. E. P. A argumentação e o Ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 3, p. 187–209, 2003.

NEVES, U. M. Ensinando sobre ondas transversais, ondas estacionárias e ondas polarizadas utilizando um simples motor a pilha. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n° 1, p. 2–3, 2013.

NOVAK, J. D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, I. N. DE; QUERER, B.; BA, C. As Mudanças Ocorridas Nos Programas De Ensino Da Física, Os Laboratórios Didáticos De Física E a Inclusão De Novas Tecnologias No Desenvolvimentodos Experimentos Remotos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 51–68, 2016.

OLIVEIRA, F.; PAIXÃO, J. A. Atividade experimental “hands-on” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n°1, e, p. 1–13, 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. . Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n.1, p. 139–156, 2010.

PARANHOS, R. R. G.; LOPEZ-RICHARD, V.; PIZANI, P. S. Lâmpada de Hg para experimentos e demonstrações de física moderna: introdução ao efeito fotoelétrico e outros tópicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4502–6, 2008.

PAVONI, J. F. et al. Uma montagem experimental para a medida de fluorescencia. v. 36, n° 4, 2014.

PEDROSO, L. S. et al. Construção de um luxímetro de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, p. 1–8, 2016.

PELLA, M. O.; SHERMANN, J. A Comparison of Two Methods of Utilizing Laboratory Activities in Teaching the Curse IPS. **School Science and Mathematic**, v. 69, p. 303–314, 1969.

PERALTA, L.; REGO, F. Detecção da radiação térmica emitida por um filamento de tungstênio aquecido. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n° 1, p. 1–6, 2016.

PEREIRA, O. C. N. et al. Uma abordagem teórica e experimental do oscilador harmônico em duas dimensões utilizando curvas de Lissajous. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n° 2, 2014.

PEREIRA, W. et al. Medida de Calor Específico e Lei de Resfriamento de Newton: Um Refinamento na Análise dos Dados Experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n° 4, p. 392–398, 2003.

PEREIRA, W.; SILVA, C. M. D. P. S.; FERREIRA, T. V. Velocidade do Som no Ar: Um Experimento Caseiro com Microcomputador e Balde D’agua. **Revista Brasileira de Ensino**

de Física, v. 25, nº1, n. 1, p. 74–80, 2003.

PEROTONI, M. B.; NUNES, S.; SILVA, N. Construction and measurement of an electromagnetic noise generator based on an automotive coil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº 4, p. e4310, 2017.

PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. D. O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, p. 4503-1-4503–10, 2010.

PIEDRAHITA, Y.; FAJARDO, F. Construcción de una cámara anecoica para la caracterización de la pérdida de transmisión sonora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 9, 2012.

PINTÃO, C. A. F.; DE SOUZA FILHO, M. P. Estudo Experimental do Momento de Inércia de uma Placa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, nº 4, p. 455–459, 2002.

PINTÃO, C. A. F.; SOUZA FILHO, M. P. DE; USIDA, W. F. Estudo experimental do momento de inércia de um cone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, nº2, p. 237–243, 2005.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivation in education - theory, research and applications**. New Jersey: Merrill Prentice Hall, 1996.

PIZETTA, D. C. et al. Uma avaliação experimental do tubo de ondas sonoras estacionárias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº 3, 2017.

PIZETTA, D. C.; MASTELARO, V. R. Construção de um dilatômetro e determinação do coeficiente de dilatação térmica linear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1313, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. 5ª ed. Porto Alegre: Artimed, 2009.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D. A Hipótese e a experiência científica em Educação em Ciências - Contributos para uma reorientação epistemológica. In: CACHAPUZ, A. et al. (Eds.). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 264.

RAMIREZ, A. R. G.; CINELLI, M. J.; IRIGOITE, A. M. Automação para obtenção de dados de uma experiência de Física: 2ª Lei de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, nº 4, p. 609–612, 2005.

RAMOS, T. C.; VERTCHENKO, L. Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 01–09, 2011.

REIS, N. T. O. et al. Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, nº 1, 2008.

REIS, T. O. et al. Construção de uma balança simples para determinação da tensão superficial de líquidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1503–1507, 2015.

RIBEIRO, D. T.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, P. S. Indução eletromagnética em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n° 4, 2012.

RIBEIRO, F. Motivação e aprendizagem em contexto escolar. **PROFFORMA**, v. N° 3, 2011.

RIBEIRO, J. L. P. Internal reflection on a watch glass surrounded by water: A simple experiment and a variation. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n° 2, p. 7–9, 2014a.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. F. S. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 4403, 2012.

RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. S.; MIRANDA, D. E. A problemática do ensino de Laboratório de física na UEFS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 19, 1997.

RIBEIRO, P. Construção geométrica e demonstração experimental da formação da “imagem ciclópica” em uma associação de dois espelhos planos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n°4, 4, 2014b.

RIBEIRO, P. Uma atividade experimental sobre sombras inspirada em um cartum. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n° 3, 2015.

ROBERT, R. Bobina de Helmholtz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n°1, p. 40–44, 2003.

ROCHA, F. S. DA; FRAQUELLI, H. A. Roteiro para a experiência de levitação de um ímã repellido por um supercondutor no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n1, p. 11–18, 2004.

RODRIGUES, C. L.; AMARAL, M. B. **Problematizando o óbvio: ensinar a partir da realidade do aluno**. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO. **Anais...**Caxambu: 1996

ROSA, C. T. W. DA R. **A METACOGNIÇÃO E AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA Florianópolis**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

ROSA, P. F. O. et al. Desenvolvimento de instrumentos virtuais para obtenção e caracterização de propriedades físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 1–8, 2016.

RUMBERGER, R. W.; PALARDY, G. J. Test scores, dropout rates, and transfer rates as alternative indicators of high school performance. **American Educational Research Journal**, v. 42, n. 1, p. 3–42, 2005.

SANTOS, A. L. DOS et al. Experimento demonstrativo de levitação supercondutora: Ferramenta para problematização de conceitos físicos. **Revista Brasileira de Ensino de**

Física, v. 37, n. 2, p. 2505-1-2505-8, 2015.

SANTOS, E. I. DOS; PIASSI, L. P. DE C.; FERREIRA, N. C. **Atividades Experimentais de Baixo Custo como Estratégia de Construção da Autonomia de Professores de Física: Uma experiência em Formação continuada**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. **Anais...**Jaboticatubas, MG: 2004

SANTOS, L. F.; PEREIRA, C. J. Composição de cores através da calibração radiométrica e fotométrica de LEDs: teoria e experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 1-8, 2013.

SASAKI, D. G. G.; JESUS, V. L. B. DE. Avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa em óptica geométrica através da investigação das reações dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº2, 2017.

SCHÖN, D. A. **Educando o Profissional Reflexivo**. 1ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

SILVA, E. R. DA; MURAMATSU, M. O fenômeno do speckle como introdução à metrologia óptica no laboratório didático. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 283-286, 2007.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. S. Proposta de Laboratório de Física de baixo custo para Escolas da rede Pública de Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, v. 39, nº 1, p. 1-5, 2017.

SILVEIRA, S.; GIRARDI, M. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº 4, 2017.

SILVEIRA, M. V; BARTHEM, R. B. Ensino da visão cromática através de aparato com LED's coloridos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, nº 3, 2016a.

SILVEIRA, M. V; BARTHEM, R. B. Disco de Newton com LEDs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, nº 4, 2016b.

SISMANOGLU, B. N. et al. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. n. 1, p. 1501, 2009.

SOARES, R. R.; BORGES, P. D. F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 1-11, 2010.

SOGA, D.; PAIVA JR., R. D.; MURAMATSU, M. Comprimento focal de lentes esféricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº3, p. e3506, 2017.

SOUZA, A. R. DE et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 01-05, 2011.

SOUZA, L. A. DE; MARESTONI, L. D. 1 2 3 4. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**,

p. 1079–1093, 2016.

SOUZA, L. A. et al. Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4311-1-4311-6, 2015.

STEWART, S. M. Some simple demonstration experiments involving homopolar motors. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 275–281, 2007.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação na escola. O que é, como se faz.** 4ª edição ed. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

TOLEDO, R. S. et al. Haciendo hologramas en la escuela y en la casa. **Revista brasileira de ensino ...**, v. 32, n° 3, p. 1–7, 2010.

TRIANA, C. A.; FAJARDO, F. Experimental study of simple harmonic motion of a spring-mass system as a function of spring diameter. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, 4, p. 4305, 2013.

TURCHIELLO, R. DE F. et al. Efeito de Lente Térmica: uma demonstração de baixo custo para laboratórios de ensino sobre a capacidade da luz em modificar o índice de refração de um meio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. e3501-1-e3501-6, 2016.

VERTCHENKO, L.; DICKMAN, A. G. Verificando a lei de Boyle em um laboratório didático usando grandezas estritamente mensuráveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n° 4, p. 4312, 2012.

VERTCHENKO, L.; VERTCHENKO, L. Verification of Malus's Law using a LCD monitor and Digital Photography. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, 2016.

VIANA, J. C.; ARNOLD, F. Desenvolvimento de um sistema automatizado para medição de impedância elétrica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n°2, e, 2017.

VILLALBA, J. M. et al. Estudio experimental de la inducción electromagnética entre dos bobinas: Dependencia con la corriente eléctrica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n°1, p. 1–7, 2015.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Editora Martins Fontes, 2001.

WHITE, R. T. The link between the laboratory and learning. **International Journal of Science Education**, v. 18, 7, p. 761–774, 1996.

WITTER, G.P., LOMONACO, J. F. B. **Psicologia da aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1984a.

WITTER, G.P., LOMONACO, J. F. B. **Psicologia da Aprendizagem.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1984b.

ZABALA, A. **A prática Educativa Como ensinar.** 1ª ed. Porto Alegre: Artimed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Pêndulo Simples**Habilidades e competências:**

Ao término dessa atividade o aluno deverá ter competência para:

- extrapolar os conhecimentos desenvolvidos em sala de aula para situações reais do dia a dia;
- manipular equações conceituais para encontrar dados de seus interesses;
- identificar as forças dissipativas atuantes em situações problemas envolvendo o movimento oscilatório, e sua interferência nos resultados numéricos encontrados.

Objetivos:

Determinar a aceleração da gravidade local.

Material necessário:

- cronômetro;
- transferidor;
- pendulo de fio fino;
- duas massas diferentes;
- régua.

Procedimento experimental:

1- Faça variações no comprimento (l) do pêndulo e determine o respectivo período para cada um desses comprimentos (trabalhe com pequenas angulações). Efetue as medidas necessárias e complete a tabela abaixo. Seja cuidadoso na obtenção das medidas de tempo.

Comprimento l (m)	Tempo de 10 oscilações	Período t (s)

2- escolhendo um comprimento fixo, repita o procedimento acima para massas diferentes.

Massa (kg)	Tempo de 10 oscilações	Período t (s)

3- repita o procedimento para ângulos diferentes, mantendo os outros parâmetros constantes.

Ângulo	Tempo de 10 oscilações	Período t(s)

Tarefas:

- 1- Com base nos dados experimentais que você obteve, explicita qual é a dependência entre o período de oscilação de um pêndulo simples, com a massa e com o comprimento do fio.
- 2- Calcule o valor da gravidade local, utilizando os dados que você obteve e registrou.
- 3- Compare o valor obtido no item anterior com o valor: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

APÊNDICE B

Tubos Sonoros**Habilidades e competências:**

Ao término dessa atividade o aluno deverá ter competência para extrapolar os conhecimentos desenvolvidos em sala de aula para situações reais do dia a dia.

Objetivos:

Verificar a dependência entre a frequência produzida e a coluna de ar.

Material necessário:

- tubos plásticos (5, 10 e 15 cm);
- béquer contendo água;
- régua.

Procedimento experimental:Etapa 1: treinando o sopro

- feche uma extremidade do tubo de 15 cm com o dedo e sopre tangencialmente na outra abertura.
- a intensidade e a posição do sopro, talvez, exijam um pouco de prática.
- quando a coluna de ar entra em oscilação ouve-se um som bem definido.

Etapa 2: variando os tubos

- mergulhe uma extremidade tubo no recipiente com água.
- em seguida, sopre tangencialmente na outra extremidade, de modo a colocar a coluna de ar em oscilação.
- varie a profundidade em que o tubo é mergulhado na água e observe a variação na altura do som.

1- quando ele é mais grave e quando ele é mais agudo?

2- como isto está relacionado com a coluna de ar?

Etapa 3: gerando sons

- fechando novamente uma das extremidades do tubo de 15 cm com o dedo, sopra com bastante força (você deve ouvir um som bem agudo).
- sopra nos tubos de 7,5 e 5 cm e compare as alturas.

3- qual delas mais se aproxima do som agudo do tubo de 15 cm?

4- isso concorda com a teoria de formação das oscilações em um tubo fechado em uma das extremidades?

Questões relativas ao resultado

5- qual a dependência (qualitativa) entre a frequência produzida e o comprimento da coluna de ar?

6- qual o comprimento de um tubo que produz como fundamental a oscilação que é o segundo harmônico de outro tubo? (considere os três tubos disponíveis)

7- calcule as frequências fundamentais, do segundo e terceiro harmônicos para os tubos de 15, 7,5 e 5 cm de comprimento. Utilize 340 m/s como a velocidade do som no ar.

8- quando sopramos o tubo mergulhado na água, mesmo tomando bastante cuidado para não movê-lo, podemos notar que no início ocorre uma pequena variação na altura do som. Por que isso acontece?

9- o que acontece quando aumentamos a intensidade do sopro em um tubo mergulhado na água, sem movê-lo, acontece o mesmo quando fechamos o tubo com o dedo? Por quê?

10- o que aconteceria se fizéssemos um furo no tubo? Ainda seria fácil conseguir a ressonância?

APÊNDICE C

Reflexão – Espelhos Planos**Habilidades e competências:**

Ao término dessa atividade o aluno deverá ter competência para:

- reconhecer as leis da reflexão;
- compreender e reconhecer os princípios da propagação da luz;
- compreender a imagem virtual e suas características.

Objetivos:

Observar a reflexão da luz e comprovar a leis que regem esse fenômeno.

Material necessário:

- fonte luminosa;
- chapas de fenda única e múltiplas fendas;
- espelhos planos;
- sistema representativo: terra-lua;
- aparato com transferidor;
- régua.

Procedimento experimental:

1. Coloque o espelho no transferidor e, na fonte de luz coloque a chapa com fenda única.
2. Desenhe o esquema no seu caderno representando a superfície refletora e a normal. Ligue a fonte de luz, e variando a angulação preencha a tabela abaixo:

Ângulo de incidência	Ângulo de reflexão

3. A qual conclusão você pode chegar?
4. Enuncie as duas leis da reflexão.
5. Agora substitua a chapa com fenda única pela chapa de múltiplas fendas, e observe os raios de incidências e os refletidos. Qual a conclusão que você chegou?

6. Em seguida coloque o espelho plano no zero de uma régua, e coloque um objeto a a 5 cm do espelho, a que distância do espelho ficará a imagem? E se duplicarmos a distância do objeto o que acontecerá com a distância da imagem?
7. Pegue uma folha de papel e escreva a letra f, posicione o papel em frente ao espelho, que conclusões você pode chegar a respeito da imagem? Caracterize a imagem observada.
8. Utilizando o sistema terra-lua, represente o eclipse solar e o eclipse lunar. Depois desenhe o esquema em seu caderno.
9. Utilizando dois espelhos planos e um transferidor. Varie o ângulo entre os dois espelhos e observe o número de imagens formadas.

Ângulo	Nº de imagens

10. Escreva a equação de associação de espelhos e verifique sua veracidade.

c) Utilizando o espelho côncavo:

1- Escreva o que ocorre com a imagem quando o objeto é posicionado no centro do espelho.

2- Baseado na resposta anterior, encontre e determine o centro do espelho.

Varie a posição da vela e caracterize-a as imagens formadas nas diferentes

APÊNDICE E

Composição E Decomposição Da Luz**Habilidades e competências:**

Ao término dessa atividade o aluno deverá ter competência para extrapolar os conhecimentos desenvolvidos em sala de aula para situações reais do dia a dia.

Objetivos:

Compreender e visualizar a composição e decomposição da luz.

Material necessário:

- dois prismas;
- fonte de luz e chapa de fenda simples;
- lápis de cor;
- régua;
- anteparo.

Procedimento experimental:

- Com o material disponível produza a decomposição da luz e ilustre a montagem.

1- A luz que você utilizou era mono ou policromática? Justifique.

2- Relacione o comprimento da onda com o desvio cor.

3- Relacione a frequência com o desvio da cor

4- Qual das cores possui maior velocidade?

a) No ar?

b) Dentro do prisma?

- Agora monte um experimento onde você consiga fazer a composição da luz.

5- Ilustre a montagem experimental.

6- Quais são as suas conclusões a respeito do estudo sobre a composição e decomposição da luz que você realizou?

Experimento 2

Material: Fonte de calor e três termômetros.

i. Posicione os termômetros a distâncias iguais da fonte de calor, porém variando as posições (em cima e dos lados).

ii. Espere um pouco e observe a temperatura dos termômetros.

2. a) As temperaturas registradas nos três termômetros foi a mesma? Se ocorreu alguma diferença, explique porque ela ocorreu.

Experimento 3

Material: Fonte de calor dois termômetros e dois corpos de prova de nylon (branco e preto).

i. Observe a temperatura inicial dos dois termômetros.

ii. Posicione os termômetros a distâncias iguais da fonte de calor.

iii. Ligue a fonte de calor

iv. Faça a leitura dos dois termômetros de 2 em 2 minutos e anote.

3. a) Faça um gráfico $T \times t$ para cada corpo de prova.

3. b) Explique por que ocorreu diferença na variação da temperatura.

3. C) Após desligar a fonte de calor, verifique (pela temperatura registrada nos termômetros), qual resfria mais rapidamente.

Experimento 4

Material: Fonte de calor (lâmparina), chapa em alumínio com furos, parafina e esferas de aço.

- i. Passe parafina em todos os orifícios da chapa, e em seguida coloque uma esfera.*
- ii. Ligue a lâmparina e aproxime a uma das extremidades da chapa de alumínio.*
- iii. Observe o que vai acontecer.*

4. a) As esferas caíram todas ao mesmo tempo? Justifique.

4. b) Qual o processo de propagação de calor ocorreu? Ele propagou matéria? Justifique.

APÊNDICE G

Dilatação Linear**1 Habilidades e competências:**

Ao término dessa atividade o aluno deverá ter competência para:

- Compreender quais os fatores influenciam na dilatação;

2 Introdução

As consequências habituais de variação na temperatura de uma substância são alterações em suas dimensões e mudança de sua fase. Consideraremos as dilatações que ocorrem sem mudança de fase, o modelo simples de uma rede cristalina onde os átomos são mantidos juntos, em uma disposição regular, por forças intermoleculares. Tais forças são semelhantes as que seriam exercidas por um conjunto de molas que ligassem os átomos. Estes átomos apresentam vibração, com amplitude da ordem de 10^{-9} cm e frequência de 10^{13} Hz. Quando a temperatura é elevada, a amplitude de vibração aumenta assim como a distância média entre os átomos, o que acarreta uma dilatação do corpo. A variação de qualquer dimensão linear do sólido, como o comprimento, largura ou espessura, denomina-se **dilatação linear**. Seja um sólido com comprimento inicial L_0 , sujeito a variação de temperatura ΔT , que causa variação no seu comprimento ΔL . Esta variação é proporcional a variação da temperatura e ao comprimento inicial, isto é: $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$. A constante de proporcionalidade α é denominada coeficiente de dilatação linear. Seu valor depende da natureza do material que constitui o sólido. Na tabela seguinte, apresentamos os valores de dilatação linear para alguns materiais.

Material	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Latão	$2,0 \times 10^{-5}$
Prata	$1,9 \times 10^{-5}$
Ouro	$1,4 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Ferro	$1,2 \times 10^{-5}$
Aço	$1,1 \times 10^{-5}$
Vidro comum	$0,9 \times 10^{-5}$
Vidro pirex	$0,3 \times 10^{-5}$
Zinco	$6,4 \times 10^{-5}$

2 Objetivo

Ao término desta atividade o aluno deverá ser capaz de:

- Definir dilatação linear e coeficiente de dilatação linear;
- Compreender a relação entre a variação da temperatura e a variação de comprimento do material utilizado;
- Identificar o material utilizado comparando o coeficiente de dilatação com o valor tabelado.

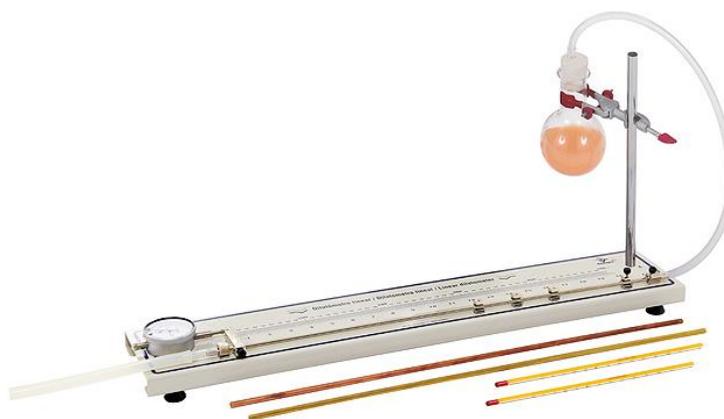
3 Material

Balão volumétrico 205 ml, manta de aquecimento, mangueira de borracha, termômetro, dilatômetro, tubos metálicos, rolha de borracha e luva.

4 Montagem do aparato experimental

a)

- Escolha uma haste metálica.
- Prenda a haste metálica no apoio da extremidade direita da base por meio do parafuso (500 mm).
- Zere o relógio registrador da dilatação.
- Meça a temperatura inicial.
- Conecte na haste metálica a saída de vapor.
- Espere 1 minutos: meça a temperatura nas seguintes posições 0 mm e 500 mm, e registre a dilatação.



Repita os passos acima para as outras duas barras.

	0 mm	500 mm	T (média)	T_0	ΔT	ΔL
Barra 1						
Barra 2						
Barra 2						

b) Mude o parafuso fixador para 300 mm.

- Escolha uma haste metálica.
- Prenda a haste metálica no apoio da extremidade direita da base por meio do parafuso (500 mm).
- Zere o relógio registrador da dilatação.
- Meça a temperatura inicial.
- Conecte na haste metálica a saída de vapor.
- Espere 2 minutos: meça a temperatura nas seguintes posições 0 mm e 300 mm, e registre a dilatação.

Repita os passos acima para as outras duas barras.

	0 mm	300 mm	T (média)	T ₀	ΔT	ΔL
Barra 1						
Barra 2						
Barra 2						

Terminada a tomada de medidas, retorne à sala de aula.

6 Análise dos dados

1) Em um gráfico de $L \times \Delta T$, trace o comportamento das três barras.

$L_0 = 300 \text{ mm}$	$L_0 = 500 \text{ mm}$

2) A partir dos dados experimentais determine o coeficiente de dilatação linear das hastes.

3) Classifique o material das varras comparando o valor encontrado com o tabelado.

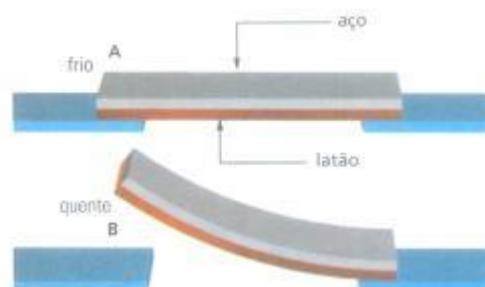
4) Cite as possíveis causas de erro.

5) Diga quais os fatores que influenciam na dilatação, e de que maneira.

6) Lâmina Bimetálica

A lâmina bimetálica é um dispositivo utilizado em alguns aparelhos bem conhecidos, como o pisca-pisca (encontrado em árvores de Natal, por exemplo) e o ferro elétrico de passar roupas. Ela é formada por dois metais diferentes, colados fortemente. A lâmina só se mantém retilínea na temperatura em que foi feita a colagem.

Explique como funciona a lâmina bimetálica.



APÊNDICE H

Calorimetria**Habilidades e competências:**

Ao término dessa atividade o aluno deverá ter competência para:

- Determinar a potência de uma fonte de calor;
- Determinar o calor específico de uma substância desconhecida;
- Compreender a grandeza fluxo de calor;
- Perceber que na natureza existe a dissipação do calor, e quais os fatores que influenciam nessa dissipação.

Objetivos:

Determinar o calor específico de uma substância desconhecida.

Material necessário:

- Dois balões volumétricos;
- Dois béqueres;
- Água e substância desconhecida;
- Termômetro;
- Cronômetro;
- Manta de aquecimento.

Sugestão: Apesar do nosso objetivo ser determinar o calor específico de uma substância desconhecida, primeiro calcule a potência da manta de aquecimento.

Faça o que se pede:

- 1- Descreva os passos e os procedimentos;
- 2- Calcule a quantidade de calor, qual o tipo de calor é característico e por quê?
- 3- Calcule a potência da fonte de calor, em Watts.
- 4- Determine o calor específico da substância desconhecida.

Observação: vocês devem descrever os procedimentos e apresentar todos os cálculos efetuados.

APÊNDICE I

Questionário 2017

Caro aluno, esse questionário é anônimo, e tem o objetivo de melhorar / aprimorar as atividades realizadas no laboratório de Física!

Ao longo do ano de 2017 realizamos 8 atividades no laboratório de Física:

- 1) Pêndulo Simples;**
- 2) Ondas Mecânicas – Tubos Sonoros;**
- 3) Reflexão – Espelhos Planos;**
- 4) Reflexão – Espelhos Esféricos;**
- 5) Composição e Decomposição da Luz;**
- 6) Propagação do Calor;**
- 7) Dilatação;**
- 8) Calor Específico.**

1. Qual a atividade que você mais gostou? Por quê?

2. Qual a atividade que você menos gostou? Por quê?

3. O tempo destinada para as atividades foi suficiente? Por quê?

4. As atividades devem valer nota? Por quê?

5. Você, antes do segundo ano, já tinha feito atividades experimentais? Quando?

6. Você gostou de ter aulas no Laboratório? Por quê?

7. Você acha que as aulas de laboratório facilitam o ensino? Por quê?

8. Quais são suas sugestões para as atividades experimentais.

Obrigada, sua opinião é muito importante!

APÊNDICE J

Pêndulo Simples

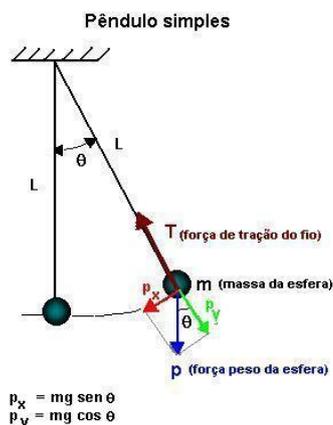
Vamos lembrar...

Um fenômeno é **periódico** quando se repete em intervalos de tempos iguais. Sendo o **período** o tempo necessário para que ocorra uma repetição (oscilação ou revolução) completa. Para a realização de um fenômeno periódico ou movimento oscilatório é necessário uma **força restauradora**, que tenta reestabelecer a posição de equilíbrio (toda vez que o corpo for retirado de sua posição de equilíbrio). Em um sistema sem forças dissipativas a amplitude e o período do movimento são constantes.

Um corpo realiza um **movimento harmônico simples (MHS)** quando oscila numa trajetória retilínea periodicamente em torno da posição de equilíbrio.

Pêndulo Simples

O pêndulo simples é um sistema constituído por uma partícula de massa m , suspensa por um fio ideal. Para pequenas oscilações, abertura (θ) não superior a 10° , a partícula (objeto) realiza um movimento harmônico simples.



A força responsável pelo movimento (força restauradora) é a componente x da força peso. O período de oscilação (T) do pêndulo simples, depende do comprimento do fio (L) e da aceleração local da gravidade (g):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Objetivo:

Determinar a aceleração da gravidade local.

Material necessário:

Tripé, corpos de massas variadas, fio, transferidor, régua e cronômetro (celular).



Determine a aceleração da gravidade local.

Atenção: vocês devem descrever os procedimentos e apresentar os cálculos.

APÊNDICE K

Ondas Mecânicas**Objetivo:**

Diferenciar ondas longitudinais de ondas transversais;

Visualizar a interferência de ondas;

Relacionar comprimento de onda e frequência.

Compreender a qualidade fisiológica do som: altura.

Atividade 1

Material necessário: bacia com água e lápis.

- i. Utilizando a bacia com água e um lápis gere ondas com frequências diferentes. Relacione o comprimento de onda com a frequência.

- ii. Agora, utilizando dois lápis, gere ondas e descreva o que você está observando.

- iii. (Ueg 2010) Com base em seus estudos sobre o movimento ondulatório, responda o que se pede.

- a) A interferência entre duas ondas atrapalha a propagação de ambas? Justifique.

- b) Em uma interferência entre duas ondas ocorre perda de energia? Justifique.

Atividade 2

Material necessário: máquina de ondas e mola presa no teto da sala de aula.

- i. Utilizando a máquina de ondas gere pulsos e descreva suas observações.

- ii. Agora, utilizando a mola presa no teto do laboratório gere pulsos e descreva suas observações.

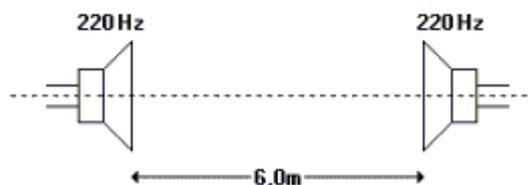
Atividade 3

Material necessário: gerador de ondas com auto falante.

Obs.: deixar a farinha de mandioca em cima do auto falante.

- i. Utilizando o gerador de ondas com o auto falante acoplado (figura ao lado) varie: a forma da onda, a frequência e vá anotando tudo o que você observa e escuta.

- ii. (Unicamp-SP) A velocidade do som no ar é de aproximadamente 330 m/s. Colocam-se dois alto-falantes iguais, um defronte ao outro, distanciados 6,0 m, conforme a figura a seguir. Os alto-falantes são excitados simultaneamente por um mesmo amplificador com um sinal de frequência de 220 Hz.



Pergunta-se:

- qual é o comprimento de onda do som emitido pelos alto-falantes?
- em que pontos do eixo, entre os dois alto-falantes, o som tem intensidade máxima?

APÊNDICE L

Reflexão – Espelhos Planos**Objetivos:**

Observar a reflexão da luz e comprovar a leis que regem esse fenômeno.

Material necessário:

- Fonte luminosa;
- Chapas de fenda única e múltiplas fendas.
- Espelhos planos;
- Sistema representativo: Terra-Lua
- Aparato com transferidor;
- Régua.

Procedimento experimental:

Coloque o espelho disco branco, alinhando com a linha central, e na fonte de luz coloque a chapa com fenda única. Regule a do feixe de luz para que ela vá paralela a linha central.

Ligue a fonte de luz, e variando a angulação preencha a tabela abaixo:

Ângulo de incidência	Ângulo de reflexão

1. A qual conclusão você pode chegar?

1. Agora substitua a chapa com fenda única pela chapa de múltiplas fendas, e observe os raios de incidências e os refletidos. Qual a conclusão que você chegou?

2. Utilizando o espelho plano e a régua:

a) Coloque um objeto a 5 cm do espelho, a que distância do espelho ficará a imagem?

b) Se duplicarmos a distância do objeto o que acontecerá com a distância da imagem?

c) Pegue uma folha de papel e escreva a letra F, posicione o papel em frente ao espelho, que conclusões você pode chegar a respeito da imagem?

4- Utilizando dois espelhos planos e um transferidor. Varie o ângulo entre os dois espelhos e observe o número de imagens formadas.

Ângulo	Nº de imagens

5- Utilizando o sistema Terra-Lua, reproduza o eclipse solar e o eclipse lunar. Depois desenhe os esquemas. Explicando em qual fase da lua ocorre cada eclipse.

Baseado na resposta anterior, encontre e determine o centro do espelho.

4- Projete no anteparo a imagem da vela e caracterize-a nas seguintes posições:

Antes do centro:

Entre o centro e o foco:

Sobre o foco:

Entre o foco e o vértice:

g) (Ufu 2006) Um espelho côncavo tem distância focal igual a f . Um objeto real de altura h é colocado a uma distância d_0 defronte do espelho, sobre o eixo do mesmo. Descreva as características desta imagem (tamanho, direita ou invertida, real ou virtual), em cada uma das seguintes condições:

a) $d_0 > 2f$

b) $d_0 = f$

c) $d_0 < f$

h) (G1 1996) A imagem de um objeto conjugada por um espelho esférico é real, menor e invertida. O espelho é côncavo ou convexo?

APÊNDICE N

Composição e Decomposição da luz**Objetivos:**

Compreender e visualizar a composição e decomposição da luz.

Material necessário:

- Dois prismas;
- Fonte de luz e chapa de fenda simples;
- Lápis de cor;
- Régua;
- Anteparo.

Procedimento experimental:

- *Com o material disponível produza a decomposição da luz, e ilustre a montagem.*

1. Por que a luz que era branca se decompôs?
2. Relacione o comprimento da onda com o desvio cor.
3. Relacione a frequência com o desvio da cor
4. Qual das cores possui maior velocidade?
 - a) No ar?
 - b) Dentro do prisma?

- *Agora monte um experimento onde você consiga fazer a composição da luz.*

1. Ilustre a montagem experimental.

2. Quais são as suas conclusões a respeito do estudo sobre a composição e decomposição da luz que você realizou?

APÊNDICE O

Propagação do Calor**Objetivos:**

Verificar os processos de propagação do calor

Vamos lembrar...

*Condução, convecção e irradiação são diferentes processos de propagação do calor. **Calor é energia térmica em trânsito entre dois ou mais corpos com diferentes temperaturas.***

A condução térmica

Tipo de propagação do calor que consiste na transferência de energia térmica entre as partículas que compõe o sistema. Por exemplo: coloca-se uma das extremidades de uma barra metálica na chama de fogo. Após alguns instantes, percebe-se que a outra extremidade também esquenta, mesmo estando fora da chama de fogo. Esse fato ocorre porque as partículas que formam o material receberam energia e, dessa forma, passaram a se agitar com maior intensidade. Essa agitação se transfere de partícula por partícula e se propaga em toda a barra até alcançar a outra extremidade.

Esse tipo de transferência ocorre com maior ou menor facilidade dependendo da constituição atômica do material, a qual faz com que ele seja classificado condutor ou isolante de calor. Nas substâncias condutoras esse processo de transferência acontece mais rápido como, por exemplo, nos metais. Já nas substâncias isolantes, como na borracha e na lã, esse processo é muito lento.

A convecção térmica

É o tipo de propagação do calor que ocorre nos fluidos em geral em decorrência da diferença de densidade entre as partes que formam o sistema. Por exemplo: na geladeira os alimentos são resfriados dessa forma. Como sabemos, o ar quente é menos denso que o ar frio e é por esse motivo que o congelador fica na parte de cima da geladeira. Dessa maneira, formam-se as correntes de convecção: o ar quente dos alimentos sobe para ser resfriado e o ar frio desce refrigerando os alimentos, mantendo-os sempre bem conservados. Essa também é a explicação do porquê o ar condicionado ser colocado na parte de cima de um ambiente.

A irradiação térmica

*A condução e a convecção são formas de propagação de calor que para ocorrer é necessário que haja meio material, contudo, existe uma forma de propagação de calor que não necessita de um meio material (vácuo) para se propagar, esta é a **irradiação térmica**. Esse tipo de propagação do calor ocorre através dos raios infravermelhos que são chamadas ondas eletromagnéticas. É dessa forma que o Sol aquece a Terra todos os dias, como também é o meio que a garrafa térmica mantém, por longo tempo, o café quentinho em seu interior.*

Procedimento Experimental:

Nas bancadas do laboratório você vai encontrar 5 experimentos distintos.

Faça todos os experimentos e entregue as questões resolvidas no final da aula.

Experimento 1

Material: copos descartáveis, água e lamparina.

- i. Aproxime um copo descartável da chama da lamparina.
- ii. Pegue outro copo descartável coloque água e aproxime da chama da lamparina.

1. a) Quais os processos de propagação do calor que estão envolvidos? Descreva onde e como estes correm.

1. b) Ocorreu alguma diferença entre os procedimentos i ou ii? Por que ocorreu?

Experimento 2

Material: Fonte de calor e três termômetros.

- i. Posicione os termômetros a distâncias iguais da fonte de calor, porém variando as posições (em cima e dos lados)
- ii. Observe as temperaturas dos termômetros, durante uns dois minutos.

Experimento 4

Material: Fonte de calor (lâmpada), chapa suporte em alumínio, parafina e esferas de aço.

- i. Passe parafina em todos os orifícios da chapa, e em seguida coloque uma esfera.
- ii. Ligue a lâmpada e aproxime a uma das extremidades da chapa de alumínio.
- iii. Observe o que vai acontecer.

4. a) As esferas caíram todas ao mesmo tempo? Justifique.

4. b) Qual o processo de propagação de calor ocorreu? Ele propagou matéria? Justifique.

Experimento 5

Material: Fonte de calor (lâmpada), tripé e tela de amianto, béquer com água e serragem.

- i. Coloque o béquer com água e serragem no suporte com tela de amianto e ligue a lâmpada.
- ii. Observe o que vai acontecer.

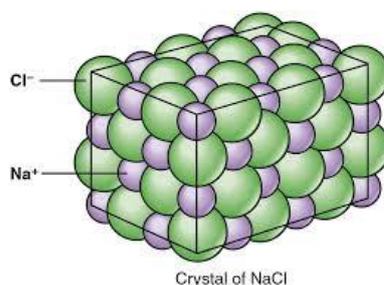
Qual o processo de propagação de calor ocorreu? Ele propagou matéria? Justifique.

APÊNDICE P

Dilatação Linear

Relembrando:

Praticamente todas as substâncias, sejam sólidas, líquidas ou gasosas, dilatam-se com o aumento da temperatura e contraem-se quando sua temperatura é diminuída e o efeito da variação de temperatura, especialmente a dilatação, tem muitas implicações na vida diária.



A dilatação ou contração é sempre volumétrica, porém, em alguns casos quando uma das dimensões é muito maior que as outras duas, estudamos a dilatação linear.

A dilatação é proporcional ao aumento de temperatura, mas não é a mesma para diferentes materiais, ou seja, mesmo para uma mesma variação de temperatura, a dilatação dos corpos não será a mesma para diferentes materiais, pois cada um tem um coeficiente de dilatação característico.

1 Objetivo

Determinar o coeficiente de dilatação linear de três barras constituídas de diferentes materiais.

2 Material

Balão volumétrico 250 ml, manta de aquecimento, mangueira de borracha, termômetro, dilatômetro, tubos metálicos, rolha de borracha e luva.

3 Montagem do aparato experimental

1. Escolha uma haste metálica.
2. Prender a haste metálica no apoio da extremidade direita (certifique-se que a barra encostou no batente do relógio que mede a dilatação) da base por meio do parafuso (500 mm). Cuidado para o furo da haste ficar virado para baixo (para facilitar a saída de



vapor e água).

3. Zere o relógio registrador da dilatação.
4. Meça a temperatura inicial.
5. Conecte na haste metálica a saída de vapor.
6. Espere 2 minutos: meça a temperatura. Deixe o termômetro posicionado no furinho no qual sai o vapor da barra.
7. Registre a dilatação.

Repita os passos acima para as outras duas barras.

Haste	T inicial	T final	ΔT	ΔL
1				
2				
3				

A partir dos dados experimentais determine o coeficiente de dilatação linear das hastes.

Os coeficientes de dilatação são iguais? Justifique.

Quais os fatores que influenciam na dilatação?

APÊNDICE Q

Calorimetria**Relembrando:**

Chamamos de fluxo de Calor ou potência, a energia fornecida ou retirada de um sistema durante certo intervalo de tempo. A potência nominal é aquela produzida por um equipamento ou fonte de calor. A potência efetiva é aquela que realmente é utilizada pelo sistema.

O calor sensível o calor que, ao ser fornecido ou retirado de um sistema, faz variar a temperatura do sistema é denominado de calor sensível. Calor específico é uma característica fundamental de qualquer material. O calor específico da água no estado líquido é 1 cal/g°C.

Objetivos:

- 1- Determinar a potência efetiva de uma manta de aquecimento.
- 2- Determinar o calor específico de uma substância desconhecida.

Material necessário:

Béqueres, água, substância desconhecida, termômetro, balança de precisão e cronômetro (celular).

Problema: Na bancada está disponível um béquer que contém uma substância desconhecida. A tarefa de vocês será determinar o calor específico dessa substância.

Atenção!

Vocês devem descrever os procedimentos, apresentar os cálculos e responder as seguintes questões:

- a. *A potência efetiva da manta de aquecimento é igual a potência nominal? Justifique.*
- b. *Quais os processos de propagação de calor que estão envolvidos na nossa atividade e onde eles ocorrem?*

APÊNDICE R

QUESTIONÁRIO 2

Prezado(a) aluno(a): Durante este ano, na disciplina de Física, os professores utilizaram diferentes estratégias de ensino, com o intuito de diversificar e proporcionar condições mais propícias ao aprendizado dos conteúdos previstos para o período. Gostaríamos agora de contar com a tua colaboração para analisar e avaliar a aceitação e a eficácia destas diferentes propostas. Para tanto solicitamos que respondas as seguintes perguntas deste questionário. Obrigado.

1. Como tu classificarias **as aulas expositivas (dialogadas) com uso de quadro branco**, com base na motivação que as mesmas despertaram em relação ao estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física?

Níveis de 1 a 5, sendo 5 maior motivação e 1 menor motivação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

2. Como tu classificarias **as aulas expositivas (dialogadas) com uso de quadro branco**, com base na eficácia (facilitação/colaboração) para a aprendizagem dos conhecimentos físicos associados? (Em que medida a atividade colaborou, para que você aprendesse ou dominasse os conceitos associados).

Níveis de 1 a 5 sendo 5 mais eficaz e 1 menos eficaz.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

3. Como tu classificarias **as aulas expositivas (dialogadas) com uso de audiovisuais (Power point)**, com base na motivação que as mesmas despertaram em relação ao estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física?

Níveis de 1 a 5, sendo 5 maior motivação e 1 menor motivação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

4. Como tu classificarias **as aulas expositivas (dialogadas) com uso de audiovisuais (Power point)**, com base na eficácia (facilitação/colaboração) para a aprendizagem dos conhecimentos físicos associados? (Em que medida a atividade colaborou, para que você aprendesse ou dominasse os conceitos associados).

Níveis de 1 a 5, sendo 5 mais eficaz e 1 menos eficaz.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

5. Como tu classificarias **as aulas práticas realizadas no laboratório**, com base na motivação que as mesmas despertaram em relação ao estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física?

Níveis de 1 a 5, sendo 5 maior motivação e 1 menor motivação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

6. Como tu classificarias **as aulas práticas realizadas no laboratório**, com base na eficácia (facilitação/colaboração) para a aprendizagem dos conhecimentos físicos associados? (Em que medida a atividade colaborou, para que você aprendesse ou dominasse os conceitos associados).

Níveis de 1 a 5, sendo 5 mais eficaz e 1 menos eficaz.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

6. Como tu classificarias **as aulas com a utilização das simulações interativas do PhET**, com base na motivação que as mesmas despertaram em relação ao estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física?

Níveis de 1 a 5, sendo 5 maior motivação e 1 menor motivação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

7. Como tu classificarias **as aulas com a utilização das simulações interativas do PhET**, com base na eficácia (facilitação/colaboração) para a aprendizagem dos conhecimentos físicos associados? (Em que medida a atividade colaborou, para que você aprendesse ou dominasse os conceitos associados).

Níveis de 1 a 5 sendo 5 mais eficaz e 1 menos eficaz.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

8. Como tu classificarias **as aulas de solução de problemas / resolução de exercícios**, com base na motivação que as mesmas despertaram em relação ao estudo dos conteúdos abordados na disciplina de Física?

Níveis de 1 a 5, sendo 5 maior motivação e 1 menor motivação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

9. Como tu classificarias **as aulas de solução de problemas / resolução de exercícios**, com base na eficácia (facilitação/colaboração) para a aprendizagem dos conhecimentos físicos associados? (Em que medida a atividade colaborou, para que você aprendesse ou dominasse os conceitos associados).

Níveis de 1 a 5, sendo 5 mais eficaz e 1 menos eficaz.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Comentários:

10. Coloque em ordem de importância, com base na motivação e na eficácia as diferentes modalidades de aula. Utilize os níveis de 1 a 5, sendo 5 o mais importante e 1 o menos importante.

Modalidade de aula	Motivação	Eficácia
Expositiva com quadro branco.		
Expositiva com audiovisual.		
Prática de Laboratório.		
Simulação com PhET.		
Resolução de exercícios/problemas.		