



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS - CAMPUS PALMAS
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

TAMARA MICHELLY DE CARVALHO SILVA

**USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COMO FERRAMENTA
AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM
UMA ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO DE PALMAS-TO**

**Palmas
2019**

TAMARA MICHELLY DE CARVALHO SILVA

**USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COMO FERRAMENTA
AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM
UMA ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO DE PALMAS-TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de graduação do Curso Superior de Licenciatura em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas sob a orientação do Prof. Me. Ademar Paulo Junior.

**Palmas
2019**

Silva, Tamara Michelly de Carvalho Silva

Uso de experimentos de Baixo Custo como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Física em uma escola pública do ensino médio de Palmas -TO Tamara Michelly de Carvalho Silva. – Palmas, 2019

71 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura Plena em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, 2019.

Orientador: Prof. Me. Ademar Paulo Junior

1. Experimento de Baixo Custo 2. Ensino Médio 3. Teoria de Vigotsky e Ausubel

I. Uso de experimentos de Baixo Custo como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Física em uma escola pública do ensino médio de Palmas -TO.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

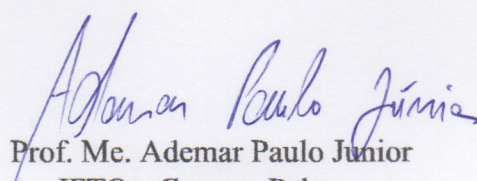
TÍTULO: USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO DE PALMAS-TO

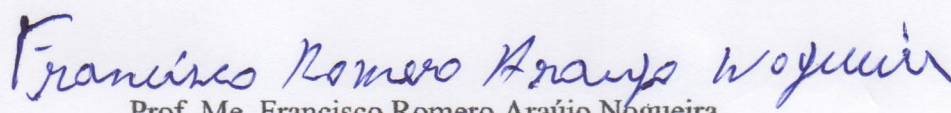
AUTOR: Tamara Michelly de Carvalho Silva

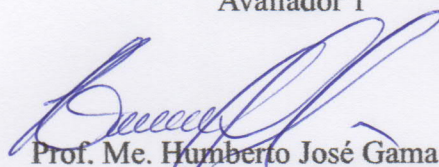
ORIENTADOR: Prof. Me. Ademar Paulo Junior

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Física.

Aprovado em 23 / 08 / 19.


Prof. Me. Ademar Paulo Junior
IFTO - Campus Palmas
Presidente/orientador


Prof. Me. Francisco Romero Araújo Nogueira
IFTO - Campus Palmas
Avaliador 1


Prof. Me. Humberto José Gama da Silva
IFTO - Campus Palmas
Avaliador 2

AGRADECIMENTOS

A quem esteve ao meu lado e meu deu muita força para vencer os obstáculos desse meu percurso de graduação.

Ao meu orientador, Professor Me. Ademar Paulo Junior, pela paciência, carinho e conhecimento e por acreditar no conceito desse projeto.

Aos meus amigos Janaina por estar presente em todos os momentos, pelo carinho e atenção e Rodrigo pelo apoio, carinho e consideração.

Ao Instituto Federal de Educação, ciência e Tecnologia, pelo acolhimento durante o período do curso.

A todos os professores do curso, responsáveis pela minha formação acadêmica. E aos demais que me ajudaram direta e indiretamente para apresentação deste trabalho.

Resumo

Neste trabalho apresentamos um exemplo de aula com experimento de baixo custo no ensino de Termodinâmica com base na teoria de Vigotsky e Ausubel. O material foi aplicado no primeiro bimestre do ano de 2019 em uma turma do segundo ano do ensino médio em uma escola estadual do município de Palmas-TO. Tendo como objetivo proporcionar ao aluno uma aula experimental onde pudesse viver a Física no cotidiano. O referencial teórico baseia-se na teoria da aprendizagem de Lev Semyonovich Vigotsky, que tem como principal foco a interação social entre indivíduos levando em consideração o ponto de vista do aluno antes e depois da experimentação. A metodologia consistiu em uma aula expositiva (revisão do conteúdo) e a experimentação de baixo custo realizada em grupos e, após essas etapas, a análise e cálculo dos dados experimentais e a construção de gráficos com o auxílio do computador. Os dados obtidos foram analisados e comparados com o que diz a literatura acerca do tema. Este trabalho mostra que é possível realizar uma aula experimental com materiais de baixo custo no ensino de Termodinâmica, proporcionando aos alunos confrontar os conhecimentos que já possuem.

Palavras-chaves: Física. Termodinâmica. Ensino Médio. Experimento de baixo custo. Teoria de Vigotsky.

Abstract

In this paper we present an example of a class with low cost experiment in teaching thermodynamics based on Vygotsky theory. The material was applied in the first two months of 2019 in a second year high school class in a state school in the city of Palmas-TO. Aiming to provide the student with an experimental class where he could live physics in everyday life, The theoretical framework is based on Lev Semyonovich Vygotsky's theory of learning, which has as its main focus the social interaction between individuals taking into account the point of view of student before and after experimentation. The methodology consisted of a lecture (content review) and the experimentation of the bass performed in groups and, after these steps, the analysis and calculation of experimental data and the construction of graphics with the aid of the computer. The obtained data were analyzed and compared with what the literature says about the subject. This work shows that it is possible to conduct an experimental class with low cost materials in the teaching of thermodynamics, providing students to confront the knowledge they already have.

Palavras-chaves: Physics. Thermodynamics. High school. Low cost experiment. Vygotsky's theory

.

SUMÁRIO

Introdução	9
1 Experimentação no ensino de Física	12
1.1 A prática experimental no ensino de Física, contexto histórico.	12
1.2 Fracassos e suas causas	14
1.3 A experimentação e o conceito de Ciência.....	15
1.4 Leis que apoiam a experimentação no Ensino Médio	15
2 Laboratório Tradicional	17
2.1 Definição e objetivos.....	17
2.2 Teoria precede o experimento	17
2.3 Papel do laboratório tradicional	18
3 Experimentos de baixo custo.....	19
3.1 Definição e Benefícios	19
3.2 Abordagens experimentais: quantitativa e qualitativa	20
3.3 Valorização do conhecimento prévio do educando	20
4 Referencial Teórico.....	22
4.1 Um pouco sobre a vida de Vigotsky.....	22
4.2 As raízes genéticas do pensamento e da linguagem.....	22
5 Conteúdos, Métodos e estratégias	26
5.1 Seleção de conteúdos	26
5.2 Métodos e estratégias.....	26
5.3 A prática experimental orientada pela teoria de Vigotski	27
5.4 Vigotsky e a Teoria de Ausubel	28
6 Metodologia	31
7 Análise dos resultados.....	35
7.1 Análise do pré-teste	35
7.2 Análise do pós-teste	47
8 Considerações finais.....	59

Referências.....	60
APÊNDICE	64

Introdução

A escola tem sido criticada pela baixa qualidade de ensino e pela incapacidade de preparar o estudante para o mercado de trabalho ou para universidade, e também pela incapacidade de crianças e adolescentes de tomar decisões e avaliar alternativas de maneira crítica (BORGES,2002).

Com frequência, a Física é ensinada de forma abstrata e longe da realidade do aluno. Para Mesquita e Lelis (2015), o ensino médio ainda se caracteriza de forma descontextualizada e enciclopédica.

Esse cenário tira do ensino elementos importantes como a aprendizagem de habilidades e torna difícil a aprendizagem de conceitos. Do ponto de vista afetivo, faz com que o aluno tenha desinteresse pelo conhecimento científico (SANTOS; PIASSI; FERREIRA. 2004). A experimentação é um excelente meio para estabelecer a relação entre a teoria e a prática, possibilita testar suposições sobre os fenômenos físicos (SOUZA, 2013, pg.13). É de consenso de alunos e professores que realizar atividades experimentais no ensino de física é fundamental para o aprendizado, entretanto há uma grande necessidade de alinhar teoria e prática (GASPAR,2014).

Para Oliveira (2010) atividades experimentais, principalmente se desenvolvidas em grupo, favorecem uma série de habilidades como divisão de tarefas, responsabilidade individual e com o grupo. O trabalho em grupo é apontado como uma estratégia de ensino que favorece a socialização, pois os alunos aprendem a conciliar as suas intenções com as dos demais favorecendo o diálogo e a autonomia coletiva (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

Galiazzi e Gonçalves (2004) quando instigados os alunos são estimulados a expressar suas ideias, e o conhecimento expresso pelo aluno, na discussão de um experimento, pode proporcionar o início do ciclo de aprendizagem, assim o professor pode mapear o conhecimento dos alunos sobre o tema estudado.

Podemos atribuir a experimentação um caráter motivador, apesar de ser bastante questionado, a experimentação sem dúvida contribui para despertar a atenção dos alunos mais dispersos na aula (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

A maior parte dos professores não realiza atividades experimentais por acreditar ser de difícil manuseio, pois em sua concepção, são atividades que demandam muito tempo, espaço e materiais específicos. Pontos que geram insegurança, o que faz com que o professor não inclua esse tipo de atividade em

suas aulas (SANTOS; PIASSI; FERREIRA. 2004). A utilização de atividades experimentais é apontada por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (MORAES; MORAES,2000).

Para GASPAR (2014), alguns profissionais reconhecem o próprio despreparo para realizar atividades experimentais. Segundo eles, trata-se de uma consequência da formação deficiente nesse aspecto. No entanto, poucos se dão conta que a verdadeira dificuldade é de natureza pedagógica. Vale ressaltar que existem instituições que possuem estrutura para possibilitar a diversificação do método de ensino, contudo há um despreparo e falta de profissionais e professores habilitados para o ensino de Física utilizando laboratórios (BORGES,2002).

A experimentação, quando realizada com materiais simples, os quais o aluno tem condições de manipular e controlar, pode facilitar o aprendizado de conceitos e despertar o interesse pela ciência (SANTOS; PIASSI; FERREIRA. 2004). Nesse contexto, para minimizar as dificuldades com a aprendizagem em Física dos alunos as aulas podem ser realizadas com o auxílio de experimentos de baixo custo.

Este trabalho de conclusão de curso apresenta uma proposta para aplicação de experimento de baixo custo no ensino de Termodinâmica para o ensino Médio, no esforço de aliar a teoria à prática no dia-a-dia do aluno.

O trabalho apresenta uma discussão acerca do surgimento da prática experimental no ensino de Física, Aborda a importância das concepções científicas e a teoria de Vigotsky e de Ausubel e suas implicações para o ensino.

No capítulo 1, Conceitua a experimentação no ensino de Física, apresenta uma análise da prática experimental no seu contexto histórico, alguns projetos que tinham como objetivo a reformulação do ensino de Física assim como o fracasso e suas causas, é discutida a experimentação e o conceito de ciência e por fim Leis que apoiam a experimentação no ensino Médio.

No capítulo 2, temos a definição e objetivos do laboratório didático, discutimos a relação entre teoria e experimentação e o papel do laboratório didático tradicional. O capítulo 3, descreve a definição e benefícios da experimentação de baixo custo, as abordagens experimentais de um ponto de vista qualitativo e quantitativo e a valorização do conhecimento prévio do educando.

No capítulo 4, Aborda um pouco da história e teoria da aprendizagem de Vigotsky que serviu como base para aplicação da experimentação de baixo custo em uma turma de 2º ano do ensino Médio. O capítulo 5 traz conteúdos, métodos e estratégias, orienta o professor quanto a seleção dos conteúdos métodos e estratégias, viabilidade e escolha do tipo de atividade experimental e seleção do conteúdo com base na teoria de Vigotsky.

Capítulo 6, apresentamos a metodologia aplicada em sala de aula, no capítulo 7 Resultados e Discussões com base em respostas dos questionários. No capítulo 8 são feitas as considerações finais e apresentadas as referências.

1 Experimentação no ensino de Física

1.1 A prática experimental no ensino de Física, contexto histórico.

A experimentação possui papel crucial na Física, desde a contribuição de Teorias físicas até para entendimento de um fenômeno físico. A história aponta que Galileu Galilei (1564 – 1642) foi o primeiro cientista moderno que, combinando a experimentação, obtia relações matemáticas para explicar seus resultados. Seu estudo foi crucial para formulação das leis do movimento e da gravitação de Newton no final do século XVII. Acredita-se que, em 1582, durante uma missa em Pisa, Galileu notou um grande candelabro oscilando levemente, usando seu pulso para marcar o tempo percebeu que embora oscilasse cada vez menos o candelabro, o tempo entre duas oscilações consecutivas era praticamente o mesmo. Repetiu a experimentação em sua casa usando uma pedra amarrada em uma corda onde chegou à conclusão que, embora a oscilação dependesse do comprimento da corda, o período não dependia do peso da pedra, ou seja, uma pedra leve oscila com o mesmo peso de uma pedra pesada. Galileu possuía estilo próprio, não acreditando cegamente em Aristóteles (384 – 322 a.C), e propunha experimentos dizendo para não acreditar em autoridade e sim na razão (GLEISER, 2006).

A experimentação vem sendo difundida e defendida principalmente nos anos 60-70, foi amplamente incorporada por meio de projetos de ensinos nacionais e internacionais nas escolas brasileiras consolidando a experimentação como estratégia de ensino-aprendizagem (HILGA; OLIVEIRA, 2012). Em meados do século XIX, os livros franceses dominavam o ensino em Física e foram adotados em muitos países até as primeiras décadas do século XX (GASPAR, 2014).

O ensino até o final de 1950, consistia na descrição de equipamentos de demonstração que os professores apresentavam aos alunos para a realização das atividades experimentais. A maioria dos equipamentos permitia apenas abordagens do tipo conceitual e qualitativa, enquanto poucos permitiam a realização de medidas. A maioria dos equipamentos de experimentação eram muito caros, pois eram feitos artesanalmente e em dimensões grandes para serem vistos à distância, desse modo nem toda escola possuía acervo de experimentos (GASPAR, 2014).

Sendo assim, o ensino tradicional da época era caracterizado pelo uso de equipamentos de demonstração apresentados e manipulados pelo professor, sendo essa prática didática exclusiva na maioria das escolas. Nesse contexto de Ensino Tradicional, o professor era figura central e detinha a autoridade do saber. Ao aluno, cabia a observação do experimento que consistia na reprodução ou memorização das atitudes e palavras do professor. Quanto ao currículo das escolas, esse eram impostos por regulamentos oficiais ou seguidos a partir do livro didático (GASPAR,2014).

Em 1955, iniciou-se nos Estados Unidos um movimento de renovação do ensino de ciências experimentais que se estendeu à Europa e posteriormente aos demais continentes abrangendo mais de cinquenta países. A manifestação desse movimento como renovação foi atribuído ao PSSC, O Physical Science Study Committee, um dos mais reconhecidos currículos de Física do mundo (FILHO,2000a). Sendo este, baseado na proposta experimental no ensino de física, na qual a realização de atividades experimentais que o livro continha daria ao aluno a possibilidade de simular o papel de um cientista. Do ponto de vista do PSSC os alunos redescobriram as leis da física, baseado na experimentação antes de qualquer abstração por meio de fórmulas ou gráficos (GASPAR, 2014).

O PSSC foi um marco de incoerências, e, apesar de ser o projeto mais disseminado por meio de inúmeras traduções, não teve sucesso desejado no ensino secundário americano. Já no Brasil, formou toda uma geração de professores sendo porta de entrada para as disciplinas de Instrumentação no ensino de Física (Alves Filho, 2017).

Em 1975 a universidade de Harvard (Harvard Project Physics) apresenta seu texto básico, que tem como objetivo apresentar uma grande variedade de materiais experimentais, o Project Physics Course (conhecido como Projeto Harvard). Para Alves Filho (2017), o projeto possuía o objetivo maior de organizar um curso orientado humanisticamente. Outras duas diretrizes foram incorporadas: como atrair e descobrir os fatores que influenciam a aprendizagem da ciência. A participação ativa do aluno tinha como objetivo torná-lo um pequeno cientista fazendo vivenciar as dificuldades e alegrias próprios das descobertas.

No Brasil era criado o Projeto de Ensino de Física (PEF), elaborado em colaboração com uma equipe de cientistas (pesquisadores de física nuclear) e professores com experiência no ensino médio (Alves filho, 2012). O enfoque do

PEF era que o aluno pudesse aprender física de um modo ativo e individual, e na crença de que a atividade experimental é essencial para a compreensão de conceitos físicos. Destaca-se que o PEF deu bastante ênfase em o aluno resolver problemas sozinho sem necessidade de ajuda do professor, pois bastaria apenas recorrer ao próprio livro-texto (GASPAR,2014).

O período ou “era dos projetos” foi extremamente fértil, a dinâmica de organização e didática foi revolucionária, a disseminação desses projetos em diferentes países promoveu um incentivo a professores e a investigações no ensino, hoje em dia podemos perceber uma área de crescimento (FILHO, 2000a).

1.2 Fracassos e suas causas

Todos os projetos aqui apresentados não obtiveram sucesso, sendo que a ineficiência da distribuição dos kits experimentais e a obtenção dos guias dos professores afetam em especial o PEF. Dentre as causas do fracasso desses projetos, podemos destacar a falta de conhecimento da realidade educacional por parte dos elaboradores dos projetos. A maioria dos profissionais eram físicos dedicados a pesquisa no campo da física nuclear, porém estes eram leigos em pedagogia (GASPAR, 2014).

Outra causa que podemos apontar é a convicção de que o aluno aprenderia sozinho por meio do material produzido. As ideias defendidas pelo PSSC e PEF de que os alunos poderiam redescobrir as leis da física, repetindo e memorizando, a concepção de pequeno cientista e a passividade do aluno, é algo revolucionário para a época em que foram apresentados. Isto, porém, não elimina a leitura de que a importância maior ainda está no processo de ensinar como se faz ciência (FILHO, 2000a).

1.3 A experimentação e o conceito de Ciência

A julgar pelo fracasso dos projetos educacionais, podemos mencionar um erro do ponto de vista epistemológico, uma vez que, é falsa a premissa de que leis científicas possam obrigatoriamente ter sido descobertas a partir da observação (GASPAR,2014). Para muitos o método científico pode ser exemplificado em cinco passos: Observação, formulação do problema, elaboração de hipóteses, realização de experiências para testar essas hipóteses e conclusão (MOREIRA; OSTERMANN, 1993).

Dessa forma, se assim é feita à ciência assim também ela deve ser ensinada, o que não corresponde à prática, nesse sentido é que os projetos propostos falharam. “Em parte, as dificuldades com as atividades práticas derivam de uma postura equivocada quanto à natureza da Ciência” (HODSON, 1988 apud BORGES, 2002).

Sabemos que a observação de um fenômeno não está isenta de concepções, em outras palavras, o que é observado depende das concepções, das crenças, princípios, teorias e valores do observador. Chegamos à conclusão de que a observação, apesar de essencial, deve estar aliada ao conhecimento científico daquilo que se deseja observar. Entretanto, apesar da observação não há garantia que se possa explicar o fenômeno observado, então a teoria pode preceder à observação, ou seja, o relato da observação também está impregnado de teoria (MOREIRA; OSTERMANN, 1993).

Desse ponto de vista, chegamos à conclusão que sem referencial teórico anterior à prática, é praticamente impossível que um aluno redescubra uma lei física apenas pela observação. Entretanto, devidamente orientados por um professor, que previamente tem o conhecimento do fenômeno, os alunos podem vir a redescobrir a lei física (GASPAR,2014).

1.4 Leis que apoiam a experimentação no Ensino Médio

É necessário que se compreenda que a escola contribui significativamente para o desenvolvimento da sociedade, pois uma das responsabilidades é preparar o cidadão para o conhecimento da sociedade bem como o domínio do científico-tecnológico e o conhecimento das linguagens, fazendo com que haja progresso (BRASIL, 1996). A Lei Nº 9.394, de 20 de

dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB), explana que “a educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996).

Segundo a mesma lei o ensino médio:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Segundo os parâmetros curriculares Nacionais, “a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação” (BRASIL, 2000, p. 5). Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs+), a contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida. Consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo, projetando-o para análise, competência conhecida como crítico-analítica, na intenção de formar um cidadão. Para isso, a Física deve ter competência para lidar com os fenômenos naturais e suas tecnologias presentes no cotidiano (BRASIL, 2002).

2 Laboratório Tradicional

2.1 Definição e objetivos

As atividades experimentais têm ocupado diferentes lugares nas aulas de Física, condizentes com as tendências da época e com as diferentes visões do laboratório didático e tipos de atividade (HILGA; OLIVEIRA, 2012).

“No que é denominado laboratório tradicional, o aluno realiza atividades práticas, envolvendo observações e medidas, acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor” (TAMIR, 1991 apud BORGES, 2002). Em geral, os alunos formam pequenos grupos e trabalham com auxílio de um roteiro. O objetivo da atividade vai de uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas 'aulas teóricas', descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, 'ver na prática' o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. Alguns dos méritos desse tipo de atividade são, por exemplo, trabalhar em pequenos grupos, possibilitando ao aluno interagir com as montagens e instrumentos específicos do laboratório, outro mérito é o caráter mais informal (BORGES, 2002).

Segundo Macedo (2010), é feito um esforço de horas para seguir uma “receita de bolo”, nem sempre clara, após o tratamento de dados, chega-se à uma conclusão previamente conhecida, mas nem sempre ao significado da atividade experimental realizada. Freire (2014) enfatiza que falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado e bem-comportado, falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos vem sendo, realmente, a suprema inquietação desta educação. O aluno tem a liberdade e o poder de decisão bastantes limitados no laboratório, isto porque fica tolhido pelo tempo de permanência ou pelas restrições no roteiro (BORGES, 2002).

2.2 Teoria precede o experimento

A divisão entre teoria e prática está muito presente em nossa sociedade e também na atividade científica. Na prática educativa, tem consequências significativas, o processo de aprendizagem científica costuma se resumir à

acumulação de conteúdos conceituais deixando de lado os aspectos aplicados (IGNASI ORÒ, 1999, p.22).

SERÉ, COELHO e NUNES (2003, p. 40) afirmam que “o aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento”. Dessa forma as atividades experimentais são enriquecedoras para os alunos uma vez que os incitam a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, dando à oportunidade de relacionar esses dois mundos de forma a dar um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens, possibilitando um olhar crítico frente aos resultados (SÉRÉ, COELHO e NUNES, p.39).

2.3 Papel do laboratório tradicional

Os professores de ciências acreditam na grande melhoria do ensino com a introdução de aulas práticas no currículo. Curiosamente, várias escolas possuem equipamentos e laboratórios. No entanto, por diversas razões não são utilizados seja pela falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades e também pelo fato do laboratório permanecer fechado e sem manutenção (BORGES, 2002).

“O laboratório tradicional tem como principais características uma organização e estrutura rígida; supervisão do professor; reduzida liberdade de ação do aluno sobre o experimento e ênfase no relatório” (FILHO,2000a, p.67). O “tratamento das ideias prévias” é o que justifica o laboratório didático, pois se torna possível perceber quais são as argumentações utilizadas pelos estudantes para entender um fenômeno envolvido, à partir daí o professor pode mapear as diferentes interpretações e discutir, colocando-as em cheque ou afirmando-as. Outra razão para o laboratório didático é que ele torna o ambiente mais descontraído porque envolve a realização de atividades que fogem à aula expositiva, ambiente que proporciona liberdade de expor suas concepções sem receio de julgamento. (FILHO,2000a).

3 Experimentos de baixo custo

3.1 Definição e Benefícios

É comum no ensino de Física a falta da prática experimental, pelo uso excessivo do método expositivo, do livro didático e de listas de exercícios. Nesse contexto, Araújo e Abib (2003) destaca que as atividades experimentais podem ser facilmente integradas a uma aula com ênfase expositiva, procurando despertar o interesse do estudante para o tema abordado.

Para MARCOS (2015, p.19) “O experimento de baixo custo é aquele cujo material seja reutilizado ou adquirido facilmente no mercado comparado com o valor dos experimentos vendidos comercialmente”. Os experimentos didáticos denominados de “baixo custo” vêm, há tempos, sendo uma linha de desenvolvimento de aparelhos e experimentos didáticos muito empregada no ensino de Física (TISSANDER, 1893 apud LABURÚ; SILVA; BARROS, 2008, p. 169).

Conhecendo as dificuldades que envolvem laboratórios nas instituições de ensino, observamos que a utilização da experimentação é escassa, e desse modo, o uso da experimentação de baixo custo pode ser útil. Os experimentos de baixo custo apresentam várias vantagens, podemos citar a reposição imediata e o baixo custo de manutenção assim como a facilidade de manuseio, além da realização operacional estar ao alcance de alunos e professores, condição que favorece a relação de ambos com os materiais, na medida que, não há grandes dificuldades para lidar com eles (LABURÚ; SILVA; BARROS, 2008).

A proposta de se lidar com materiais simples, portanto, não advém apenas do fator custo, mas da necessidade de que o aluno possa dominar todo o processo de conhecimento, através da construção, por seus próprios meios, dos aparatos que servirão de objeto de estudo. A familiaridade com os materiais utilizados aproxima o aluno do conhecimento científico, porque mostra que a ciência física se aplica ao mundo real, que está a sua volta. Mais do que isso, permite a ele testar hipóteses de forma criativa, a partir das propriedades conhecidas ou supostas dos materiais e dos testes realizados com eles. (SANTOS; PIASSI; FERREIRA. 2004).

A vantagem para o professor é trabalhar com equipamentos de seu completo domínio, o que permite concentrar a atenção para a relação experimento-teoria e não para a necessidade de dominar técnicas e manejar instrumentos, o qual é motivo de desmotivação, pois carrega um temor implícito de impotência (LABURÛ; SILVA; BARROS,2008).

Logo, os experimentos e equipamentos de baixo de custo por serem simples, são de fácil compreensão, isso permite motivar e concentrar o aluno na teoria e experimentação e não na compreensão do equipamento (LABURÛ; SILVA; BARROS,2008).

3.2 Abordagens experimentais: quantitativa e qualitativa

Araújo e Abib (2003), ressaltam que as atividades experimentais quantitativas permitem o conhecimento de alguns procedimentos da investigação científica como por exemplo: a utilização correta de equipamentos e instrumentos de medida, análise e tratamento estatístico de dados, dentre outros. Podemos ressaltar, que nesse tipo de atividade, apesar de haver uma participação ativa do aluno, a maioria utiliza roteiros fechados o que classifica esse tipo de atividade como verificacionista. De modo geral, acaba por não enfatizar conceitos importante como o momento de discussão e aprofundamento acerca do conteúdo.

Nesse caso, “as abordagens qualitativas nos experimentos de baixo custo podem surtir efeitos impactantes na compreensão de conceitos de física pelos alunos” (MARCOS, 2015, p.20).

3.3 Valorização do conhecimento prévio do educando

Ao ser apresentado à ciência, o adolescente, em geral, possui apenas como bagagem o conhecimento de sua concepção de mundo, construído à base do senso comum. Significa que o conhecimento do qual se utiliza para explicar o mundo físico é uma construção sociocultural de seu meio ambiente permeada pela experiência livre. No seu contato com a ciência, lhe é apresentado à experimentação como um instrumento comprobatório daquele conhecimento científico ensinado e não como uma ferramenta de que à ciência faz uso (FILHO, 2000a).

O senso comum, presente no conhecimento prévio do aluno, é uma ferramenta importante que, para o entendimento de conhecimentos de ciências, e pode ser um grande aliado no desenvolvimento de formas mais produtivas de aprendizagem, assim como as atividades experimentais, pois aproxima o que o aluno conhece do que é cientificamente aceito (FILHO, 2000).

4 Referencial Teórico

4.1 Um pouco sobre a vida de Vigotsky

Lev Semenovitch Vigotsky nasceu em 1896 em Orsha, cidade localizada em Belarus (antiga Bielorrússia) e morreu em 11 de junho de 1934 de tuberculose. Apesar do interesse por ciências humanas e sociais, estudou medicina na universidade de Moscou que, na época, oferecia uma cota destinada a judeus. Depois de um mês, transferiu-se para o curso de direito que também acolhia judeus e passou a estudar história e filosofia na Universidade Shanavsky (GASPAR,2014).

Sua produção escrita foi vastíssima tendo escrito, aproximadamente, 200 trabalhos científicos, com vastos conteúdos que vão da neuropsicologia até a crítica literária (OLIVEIRA,1995).

4.2 As raízes genéticas do pensamento e da linguagem

Para Vigotsky, o pensamento existe porque a palavra existe, ou seja, o pensamento não existe independente da palavra e não se vale apenas dela para ser expresso, sendo seu objetivo principal demonstrar que a espécie humana se diferencia das demais espécies por ser capaz de criar uma estrutura mental própria que não advém de uma herança genética. Assim, ao longo da história da civilização - filogênese- o ser humano construiu um enorme acervo cultural que é contínuo e precisa ser repassado para a mente de cada indivíduo. Em outras palavras, as conquistas do ser humano precisam ser passadas durante sua ontogênese - ou do seu nascimento à morte (GASPAR,2014).

Dedicou-se principalmente ao estudo daquilo que chamamos de funções superiores, isto é, interessou-se por compreender os mecanismos psicológicos mais sofisticados, como a capacidades dos seres humanos de pensar em objetos ausentes. Esse tipo de atividade é considerado superior a partir do momento que se distancia do simples processo de virar a cabeça, processo que é considerado elementar. Um exemplo da diferença de processo superior e elementar, é que poderíamos ensinar um animal como acender a luz de um quarto, porém, o animal jamais seria capaz de não acender a luz porque há alguém dormindo no quarto, visto que esse é um comportamento superior (OLIVEIRA,2019).

Um conceito central para a compreensão das concepções Vigotskianas sobre o funcionamento psicológico é o conceito de mediação. Este é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação que deixa de ser direta e passa a ser indireta, ou seja, mediada por um elemento. Vigotsky distingue dois tipos: os instrumentos e os signos. A importância dos instrumentos, tem relação com o trabalho e este como meio de ação transformadora do homem e da natureza. Portanto o instrumento é um elemento interposto entre o trabalhador e o objeto. Os signos possuem importância análoga ao instrumento, porém no campo psicológico uma vez que age como auxiliar, para solucionar um dado problema psicológico (OLIVEIRA,2019).

Um momento crucial no desenvolvimento cognitivo da criança ocorre quando pensamento e fala se cruzam, nessa fase temos o início da assimilação do signo, pois a criança necessita nomear cada coisa (GASPAR,2014).

De forma simplificada, conceito é o significado de uma palavra e Vigotsky estabelece três fases principais para descrever o processo de desenvolvimento de conceitos no cérebro humano. A primeira fase é chamada de amontoados ou fase das agregações sincréticas, se inicia na época precoce da infância, aqui Vigotsky não estabelece limites etários para esse desenvolvimento, apenas sugere que se inicia na vida da criança e se completa na puberdade, (se possível indique a idade). A segunda fase, do pensamento por complexos que é mais longa que a primeira é dividida em cinco estágios (complexo associativo, coleções, complexo em cadeia, complexo difuso e o quinto e último estágio, o estágio dos pseudoconceitos). A terceira fase é definida pela fase de Conceitos Potenciais (GASPAR,2014).

Vigotsky classifica como conceitos científicos todos os conceitos aprendidos na educação formal e como espontâneos todos conceitos originários de uma educação informal. Estudos levaram a confirmar a sua hipótese de que a criança faz uso dos conceitos espontâneos antes de ser capaz de defini-los, ela conhece o conceito e o objeto ao qual se refere mas não está consciente do próprio ato do pensamento, já o desenvolvimento dos conceitos científicos começa com uma definição verbal e formal com sua aplicação em operações não espontâneas (GASPAR; MONTEIRO, 2010).

A teoria de Vigotsky se apoia em duas ideias básicas: a aprendizagem como fator determinante do desenvolvimento cognitivo e a relação entre motivação e pensamento, para ele a motivação é o ponto de partida para a

aprendizagem, assim para Vigotsky a interiorização da linguagem só ocorre se à mente se dispor a assumir essa tarefa o que faz com que o pensamento se origine da motivação, assumindo que para aprender é preciso ir além do pensar mas também querer (GASPAR,2014).

A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) trata-se de uma espécie de desnível intelectual, no qual a criança desempenha tarefas na qual ela não conseguiria sozinha, por estar acima do seu nível de desenvolvimento, com a ajuda de um adulto ou alguém mais capaz. A implicância mais importante da ZDP refere-se ao aprendizado e desenvolvimento, pois define que o bom aprendizado é aquele que se adianta ao desenvolvimento (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010)

Na ideia da ZDP o professor deve levar em consideração não só os conteúdos que já estejam ao alcance dos alunos, e sim apresentar conteúdos que estejam além da sua Zona de desenvolvimento proximal, tarefa que é difícil. Fica claro que a ideia de Vigotsky não é estabelecer limite de faixa etária para a aprendizagem e sim conscientizar o professor de que testes só avaliam o atual ou real conhecimento do aluno e que, na verdade, o testes não servem para contar toda a história sobre a aprendizagem do aluno, pois estes omitem o principal fator que é a capacidade de aprender assuntos de nível acima em colaboração com alguém mais capacitado (GASPAR,2014).

Segundo IVIC (1989) não existe um consenso sobre o conceito de interação social, porém é essencial a sua condição para o processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, a interação social só pode existir em relação a uma tarefa se houver entre os parceiros alguém capaz para fazê-la (GASPAR; MONTEIRO, 2010).

“[na criança] o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. [...] Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha, mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação” (VYGOTSKY, 2001, p. 331 apud GASPAR; MONTEIRO, 2010, p. 234).

“Se, na interação social que implique colaboração o desenvolvimento decorre da imitação, é indispensável a presença do parceiro mais capaz, aquele que detém o conhecimento e possa ser ou fazer-se imitado” (GASPAR; MONTEIRO, 2010, p. 234).

Destaca-se também que a mente do aluno passa a construir novas estruturas com o tempo, pois aprender leva tempo e, nesse processo, o aluno pode conseguir uma estrutura mental semelhante à do professor (GASPAR,2014).

“A interação social é, portanto na perspectiva Vigotskiana, o veículo fundamental para a transmissão dinâmica (de Inter para intrapessoal) do conhecimento social, histórica e socialmente construído” (MOREIRA,1999, p. 112).

5 Conteúdos, Métodos e estratégias

Para Gaspar (2014) a teoria de Vigotsky pode orientar os professores em relação a dois tópicos:

- a seleção dos conteúdos e
- os métodos e estratégias indicadas para essa apresentação.

5.1 Seleção de conteúdos

A seleção dos conteúdos é uma escolha difícil para o professor, pois, dificilmente, ele consegue ministrar todos os conteúdos recomendados pelos currículos para os alunos. Gaspar (2014) ressalta que devem ser apresentados conteúdos que o aluno não possui estrutura mental formada, dessa forma a postura para o conteúdo é avançada, porém o pensamento deve se apoiar em conceitos já existentes.

Para Zanon e Freitas (2007), as atividades experimentais devem possuir questões investigativas e serem desenvolvidas sob a orientação do professor, e estes devem estar de acordo com aspectos da vida dos alunos compostos por problemas reais e desafiadores.

5.2 Métodos e estratégias

A postura do professor, referente aos métodos e estratégias, deve apoiar-se na promoção de interações sociais em sala de aula. Nesse sentido, o professor pode orientar seu pensamento de modo que possa respeitar os limites da ZDI de cada aluno. Quanto aos limites da ZDP podemos destacar que, desde que o professor conheça bem seus alunos, o mesmo pode avaliar de forma razoável o limite de cada um (GASPAR,2014).

Quanto à motivação, ela é baseada em despertar emoções através do interesse despertado em aprender o conteúdo a ser apresentado, tendo sempre em mente que o aluno começa a aprender em colaboração com o professor, mas para que tenham o domínio do conteúdo é necessário tempo e esforço. Cabe ao professor, orientar e estimular o aluno por meio de trabalhos com lições ou deveres a serem realizados em casa (GASPAR,2014).

Guimarães (2009) destaca que a experimentação não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”. Ao ensinar ciências, o professor deve levar em consideração o referencial teórico que orienta a observação.

Pensar na experimentação como um viés metodológico é uma possibilidade para a aprendizagem significativa e o professor deve ser o articulador desse processo, propondo discussões e reflexões (TAHA et al, 2016).

5.3 A prática experimental orientada pela teoria de Vigotski

Todas as implicações pedagógicas da teoria de Vigotsky são válidas para o ensino experimental. Do ponto de vista de sua teoria, todo o conteúdo de ciências, (humanas, exatas ou biológicas) pode ser ensinado e aprendido por meio das mais variadas estratégias pedagógicas, desde que estas promovam a interação social e que tenham a participação de um parceiro mais capaz que domine o conteúdo que é ensinado, como o professor (GASPAR,2014).

Nesse sentido, Bonadiman e Nonenmacher (2007) acentuam que as atividades propostas considerem a atual realidade escolar, como por exemplo grande número de alunos por turmas, poucas aulas semanais. Dessa forma, elas se caracterizam por serem simples, breves, dirigidas e visam atingir objetivos específicos bem definidos. Isso ajuda no maior aproveitamento do tempo e desempenho do trabalho experimental.

“A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (GUIMARÃES, 2009).

Podemos considerar três tipos básicos: demonstração experimental, atividade experimental realizada em grupos de alunos, e atividade ou projeto experimental extraclasse realizada por grupos de alunos.

Para GASPAR e MONTEIRO (2005), atividades de demonstração no ambiente escolar podem ser quaisquer atividades que não envolvam o uso do quadro. No entanto, atividades experimentais de demonstração tem como objetivo apresentar fenômenos e conceitos de Física.

Já a atividade experimental realizada em grupos de alunos é indicada quando se utilizam equipamentos simples e que podem ser operados pelos alunos durante a duração da aula. Nesse caso, roteiros para orientar a atividade

são essenciais, já que é difícil para o professor acompanhar todos ao mesmo tempo (GASPAR,2014).

Há muitas críticas dirigidas a roteiros que, segundo a teoria de Vigotsky, são infundadas, pois o aluno aprende o conteúdo com a interação social e não com a simples realização de medidas ou cálculos. Além disso, vale lembrar que a interação também pode vir de questões propostas no roteiro (GASPAR,2014).

O termo atividade experimental designa atividades que permitem apresentar fenômenos e conceitos de Física que priorizem à apresentação qualitativa. Atividades dessa natureza não se restringem a sala de aula, podendo ser apresentadas em outros ambientes (GASPAR; MONTEIRO, 2010, p. 234).

Segundo a teoria de Vigotsky, a experimentação pode ser realizada de duas formas no que se refere a abordagens de conteúdos curriculares. A primeira é a motivação causada pela atividade e também por ser possível prever e, em seguida, conferir o resultado de algumas experiências e a concretização de conceitos físicos princípios e leis da física (GASPAR,2014). Bonadiman e Nonenmacher (2007) acentuam que o aprender em Física está de maneira essencial atrelada ao gostar, que por sua vez tem muito a ver com a maneira que é ensinada e com o fazer pedagógico do professor.

5.4 Vigotsky e a Teoria de Ausubel

O conceito central de teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, processo em que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação se relaciona de uma maneira não arbitrária a uma estrutura cognitiva do indivíduo. Nesse processo, a nova informação relaciona-se com um “subsunçor”, uma estrutura de conhecimento específica já existente, ou uma espécie de “âncoradouro”. Para Ausubel, a aprendizagem acontece quando a nova informação “âncora-se” em conceitos que já existem na estrutura cognitiva (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010). Fica claro que na perspectiva ausubeliana, que o conhecimento prévio do aprendiz é crucial para uma aprendizagem significativa (MOREIRA; CABALLERO,1997).

No contexto de sala de aula, pode-se dizer que só há aprendizagem significativa quando o conteúdo se “âncora” em um conceito existente na estrutura cognitiva do aluno. Se o aluno não possuir em sua estrutura os subsunçores para o novo conteúdo se relacionar acarretará somente em uma

memorização de definições sem a compreensão do significado sem que haja aprendizagem significativa, sendo assim o professor precisa ficar atento ao conhecimento prévio dos alunos (JUNQUEIRA; SILVA,2013).

A aprendizagem significativa ocorre por meio da aquisição/construção de significados (MOREIRA; CABALLERO,1997). Para Vigotsky a relação do homem com o mundo físico e social é sempre mediada. Essa mediação a torna mais complexa, os mediadores referem-se ao uso de instrumentos e signos. O desenvolvimento dessas funções ocorre a partir do uso dos signos que são instrumentos específicos humanos, isto é, mediadores da natureza psicológica humana que tornam as ações complexas e sofisticadas produzindo novas relações com o ambiente e uma nova organização do próprio comportamento (CORRÊA,2017).

Nesse contexto, Ausubel conceitua que é no decorrer da aprendizagem significativa que o significado lógico dos materiais de aprendizagem se transforma em um significado psicológico para o aprendiz, essa transformação é análoga à internalização de instrumentos e signos de Vygotsky, pois os materiais de aprendizagem são essencialmente instrumentos e signos no contexto de uma matéria de ensino. Por exemplo, a Física seria como um sistema de signos e teria seus instrumentos (procedimentos e equipamentos). Aprender Física de uma maneira significativa seria internalizar os significados aceitos e construídos para estes instrumentos e signos no contexto da física (MOREIRA; CABALLERO,1997).

Ausubel acredita que a aprendizagem por recepção pode ocorrer sob a forma de aprendizagem mecânica ou significativa quando o conteúdo a ser aprendido é apresentado ao estudante na sua forma final. Portanto, a tarefa de aprender não parte de qualquer descoberta independente do estudante, dele somente é exigido a internalização/incorporação do material que lhe é apresentado, de forma que possa ser acessível ou reproduzível futuramente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980 apud SILVA; SCHIRLO).

Na visão de Vigotsky, a internalização de significados depende de uma interação social. Porém, assim como no ponto de vista de Ausubel, eles podem ser apresentados na sua forma final, ou seja, o aprendiz não tem que descobrir o que significam os signos e como usar os instrumentos, somente se apropria e dessas construções por meio da interação social (MOREIRA; CABALLERO,1997).

A interação social também é relevante para Ausubel que atribui importância da linguagem na aprendizagem significativa (MOREIRA; CABALLERO,1997). A linguagem é um recurso extremamente importante na facilitação da aprendizagem significativa, tanto que nas primeiras descrições de sua teoria, Ausubel usava a terminologia aprendizagem verbal significativa (MOREIRA,2010), pois a linguagem está ligada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade (Postman; Weingartner, 1969 apud MOREIRA). A aprendizagem significativa envolve a captação de significados que envolve uma negociação que depende essencialmente da linguagem (MOREIRA; CABALLERO,1997).

Portanto, tem muito sentido falar da aprendizagem significativa com um enfoque vigotskiano, em um nível que o argumento poderia ser invertido e teria muito sentido falar em interação social Vigotskiana da perspectiva ausubeliana da aprendizagem. Isso quer dizer que a aprendizagem significativa depende da interação social e de troca de significados via interação social (MOREIRA; CABALLERO,1997).

6 Metodologia

Ao definirmos as questões que pretendemos investigar neste trabalho, a abordagem metodológica utilizada foi de natureza qualitativa, pois considera a relação entre o real e o sujeito. Requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, o ambiente natural é a fonte de coleta de dados pelo pesquisador, que é um instrumento chave. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O estudo será em caráter exploratório, quanto aos objetivos, pois tem como finalidade buscar mais informações sobre o determinado tema, até com a finalidade de ser chegar a um problema específico ou estabelecer uma hipótese, com base em estudos anteriores (MARQUES et al., 2006).

E do ponto de vista dos procedimentos técnicos, o estudo de campo que, tem o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, consiste em fatos e observações de variáveis que são relevantes para avaliá-los (PRODANOV; FREITAS, 2013)

Nesta direção, a pesquisa foi realizada em uma escola de ensino médio da rede estadual de ensino no setor sul de Palmas- TO, com estudantes da faixa etária entre 11 e 18 anos, com turmas do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e 1º ao 3º ano do ensino médio. Segundo Exame Nacional de Ensino Médio - ENEM de 2015, emitido em 2015 pelo INEP/MEC, a média da escola é 545,45 de em Ciências Naturais e suas Tecnologias.

A estrutura da escola conta com: Sala da diretoria, Sala dos professores, Quadra de esportes coberta, Cozinha, Biblioteca, Banheiro masculino e feminino sala de professores, Secretaria e Coordenação.

Com um total de 786 alunos matriculados em três turnos matutino, vespertino e noturno, conforme distribuição da tabela 1:

Tabela 1 - Número de Matriculados na escola

Turmas	Número de matriculados
6º ano do ensino Fundamental	33
7º ano do ensino Fundamental	34
8º ano do ensino Fundamental	35

9º ano do ensino Fundamental	69
1º ano do ensino Médio	233
2º ano do ensino Médio	201
3º ano do ensino Médio	181

Foram escolhidas duas turmas de 2º ano do ensino Médio, com base nas dificuldades observadas pelo professor, no caso referente a dificuldade de aprendizagem dos estudantes com o conteúdo, com aplicação de um questionário pré-teste e um pós-teste e posterior comparação dos resultados. Segundo ele, eram turmas que apresentavam deficiências básicas e que a experimentação os ajudaria a fixar melhor o conteúdo. A primeira turma tem um total de 30 alunos e a segunda um total de 21 alunos.

A abordagem metodológica foi aplicada em duas turmas, totalizando 34 alunos. No dia da experimentação cada turma tinha um total de 13 e 21 alunos respectivamente. As atividades foram desenvolvidas no horário de aula, no caso um horário de aula para cada turma, que tem uma duração prevista de 50 min. O experimento escolhido foi o da Lei de Boyle-Mariotte, porque os alunos haviam visto o conteúdo recentemente e dessa forma poderiam fixar melhor as ideias.

Para analisar o nível de interesse e aprendizagem dos estudantes, a escolha foi a aplicação de questionário para mensurar a afinidade e conhecimento dos estudantes com a Física, a experimentação e o conteúdo. Dessa forma optou-se por dois questionários um pré-teste e um pós-teste, ambos com sete questões, conforme vemos no apêndice A e C. Os dados coletados serviram para a elaboração do perfil das dificuldades encontradas e apresentadas pelos estudantes e a questão do aprendizado da disciplina de Física após a experimentação.

No questionário pré-teste foram elaboradas sete perguntas com o objetivo de identificar se o aluno gosta da disciplina de física, quais as maiores dificuldades no estudo da física, o que é um experimento físico, se já realizou ou presenciou experimentos de baixo custo, qual a opinião sobre experimentos de baixo custo, por fim, foi pedido para conceituar a lei de Boyle-Mariotte e transformação isotérmica.

No questionário pós-teste foram elaboradas sete perguntas com o objetivo de identificar se o aluno gosta da disciplina de física após a experimentação de baixo custo, se conseguiu relacionar o conteúdo com o que estava ocorria

durante a prática, se conseguiu assimilar o experimento com o conteúdo visto na teoria, se adquiriu novos conhecimentos e se a atividade experimental auxiliou em sua aprendizagem, por fim, foi pedido para conceituar a lei de Boyle-Mariotte e transformação isotérmica.

A primeira turma, e mais numerosa, só tinha 13 alunos no dia da experimentação, já a segunda turma que estava em maior número, tinha um total de 21 estudantes.

O experimento consistia em variar a pressão, em uma seringa previamente tampada com cola quente, utilizando uma garrafa com volume de água que os alunos alteravam. Foi acordado com o professor da disciplina que o experimento ocorreria no dia 14/06/2019. Antes do horário previsto de 50 min, os estudantes responderam o questionário pré-teste. Conforme observado pela pesquisadora, a maioria dos alunos sentiu insegurança e dúvida na hora de respondê-lo, sobretudo nas questões que pediam para definir a lei de Boyle-Mariotte, porém os estudantes puderam tirar suas dúvidas. Já no horário previsto de 50 min, após a execução do pré-teste, a pesquisadora realizou uma breve revisão sobre o tema, utilizando o *Datashow*, em seguida foi lido com os estudantes o roteiro experimental e realizada uma simulação do que seria executado por eles pela própria pesquisadora.

Deu-se início a experimentação. Como acordado com os alunos os mesmos levaram uma garrafa PET e uma seringa de 3 ml. Foi solicitado aos alunos que formassem grupos de 4 membros e iniciaram a atividade conforme o roteiro experimental sendo que ao decorrer da atividade puderam sanar todas as dúvidas relacionadas ao preenchimento do questionário. A medida que os estudantes terminavam de colher os dados referente ao volume na seringa de 3 (ml), foram auxiliados a calcular o peso e a pressão exercida na seringa, a descrição do procedimento experimental é dada com mais detalhes no apêndice B. Terminada a execução da atividade e após o término do tratamento dos dados os estudantes puderam visualizar o gráfico Pressão X Volume a partir dos dados experimentais que foram obtidos, através de uma planilha previamente preparada no programa Excel.

Na figura 1 está o gráfico obtido previamente pela pesquisadora na realização do experimento:

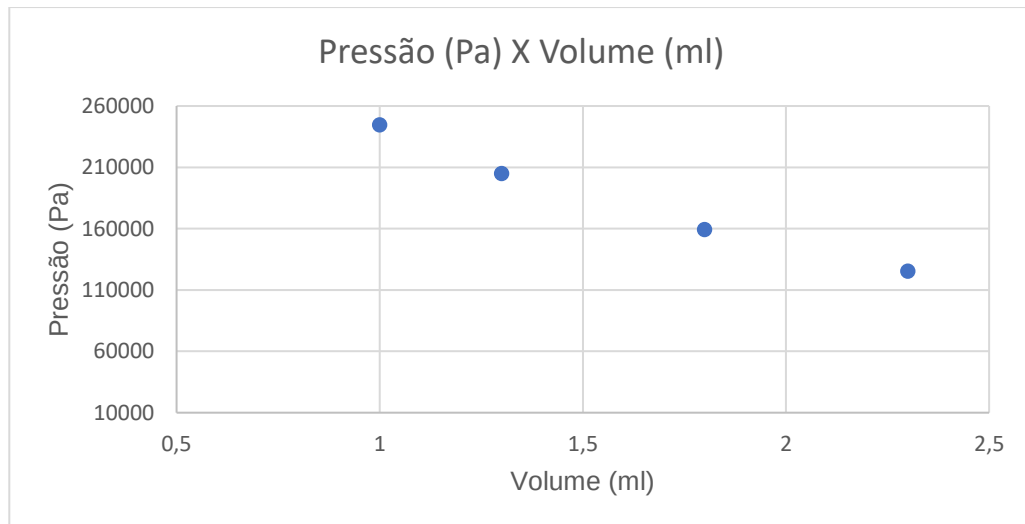


Figura 1 – Lei de Boyle-Mariotte, Gráfico: Pressão (Pa) X Volume (ml).



Figura 2 - Experimento Lei de Boyle-Mariotte



Figura 3 - Experimento Lei de Boyle-Mariotte

7 Análise dos resultados

Nesta seção apresentaremos a análise dos resultados adquiridos durante a implementação do produto educacional, os resultados apresentados estão divididos em pré-teste e pós-teste. Os dados coletados servirão para elaborar o perfil dos estudantes e a colaboração da experimentação de baixo custo para o aprendizado.

O pré-teste é dividido em duas partes, a primeira tem como objetivo avaliar a afinidade do aluno com a disciplina assim como suas dificuldades, a segunda parte deseja avaliar o conhecimento prévio do conteúdo. Já no questionário pós-teste avaliamos a afinidade e conhecimento após a experimentação de baixo custo.

7.1 Análise do pré-teste

Um total de 34 alunos responderam o questionário pré-teste (teste de sondagem).

Na primeira questão foi perguntado se os alunos gostavam da disciplina de Física, sendo dadas 3 opções de respostas objetivas e solicitando uma justificativa da resposta. Essa pergunta tem por objetivo conhecer a afinidade que o estudante possui com a matéria. Os resultados encontram-se na figura 4.

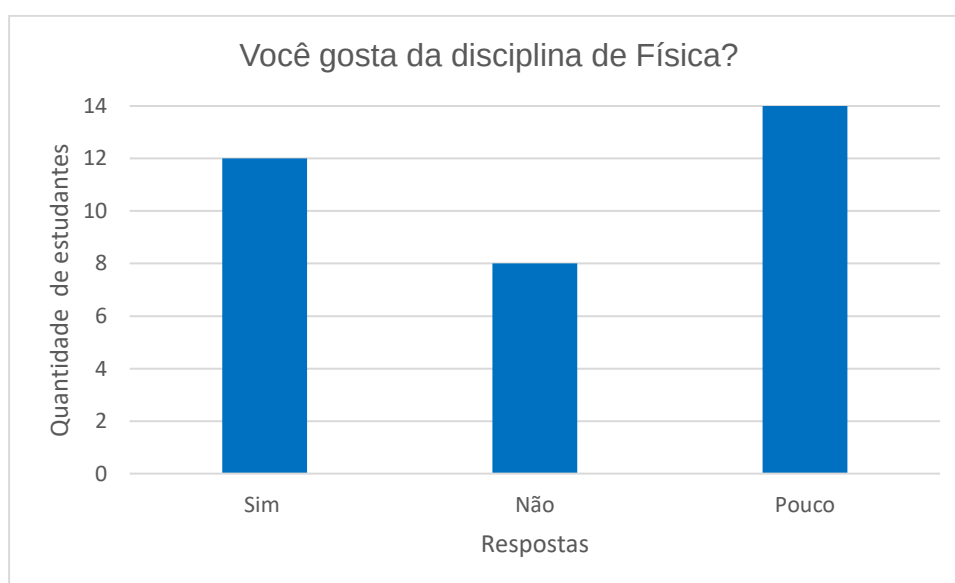


Figura 4 - Análise dos alunos que gostam de estudar física.

Podemos observar na figura 4 que 35% (12 alunos), dos estudantes que realizaram o pré-teste, afirmaram que gostam da disciplina de Física, enquanto que 41% (14 alunos) afirmaram gostar pouco e 24% (8 alunos) não gostarem.

Entre os alunos que relataram gostar da disciplina, separamos as afirmações mostradas na tabela 2:

Tabela 2 - Alunos que gostam de Física

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 1	É só qualidade o ensino de <i>físico</i> ¹
Turma A – aluno 6	acho interessante entender a <i>física</i>
Turma A – aluno 11	porque os conteúdos são legais
Turma B – aluno 1	porque é uma disciplina no qual podemos estudar velocidade, peso, etc...
Turma B – aluno 2	pois ele interage com a gente explica bem
Turma B – aluno 3	porque a física <i>esta presente</i> no nosso dia a dia
Turma B – aluno 6	porque gosto de ver a <i>experiencia</i> acontecer
Turma B – aluno 7	porque revelam coisas que não sabemos
Turma B – aluno 14	ajuda bastante
Turma B – aluno 20	Porque tem umas <i>experiencias</i> muito boas

Aqui podemos notar que o gostar da disciplina de Física, na percepção dos estudantes, está relacionado a qualidade do ensino, aos conteúdos ministrados e a sua aplicabilidade para o cotidiano. Podemos ver também que o gostar está associado ao ensino pedagógico do professor e também na perspectiva de uma Física mais atrativa, ou seja, que faz uso da experimentação como forma de motivar e incitar a curiosidade nos estudantes.

Sendo assim, acreditamos que muitas das dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sala de aula podem ser contornadas por ele mesmo principalmente as relacionadas com a questão do gostar e do aprender (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007), como podemos observar na afirmação do aluno 2 da turma B “pois ele interage com a gente explica bem” . Outro fator é que as estratégias utilizadas pelos docentes devem ser capazes de motivar e sensibilizar o estudante no aprendizado, e escolher o melhor processo de

¹ Os erros de português dos estudantes foram mantidos para a fidelidade da pesquisa.

ensino/aprendizagem que se encaixe com as características dos estudantes e o conteúdo que está trabalhando (MAZZIONI, 2013). Nesse sentido podemos notar o interesse dos estudantes pelo conteúdo de Mecânica, ou pelo conjunto de fenômenos da natureza, “porque é uma disciplina no qual podemos estudar velocidade, peso, etc... e “porque os conteúdos são legais”.

Guimarães (2001) destaca que as atividades práticas podem gerar uma motivação intrínseca² no estudante, é de maior relevância especificar propostas experimentais que despertem a atenção, por conterem características curiosas, atraentes, envolventes, até mesmo chocantes, que estimulam o desvendamento do aluno, o que podemos notar no quesito atenção a experimentação, “porque gosto de ver a *experiencia* acontecer”.

Os estudantes que relataram não gostar da disciplina, fizeram as afirmações mostradas na tabela 3:

Tabela 3 - Alunos que não gostam de Física

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 2	não entendo nada
Turma A – aluno 3	eu não me dou bem em exatas
Turma A – aluno 4	muito difícil
Turma B – aluno 4	porque é difícil um pouco
Turma B – aluno 5	não é meu hobby
Turma B – aluno 8	e muito difícil
Turma B – aluno 13	porque não gosto de contas
Turma B – aluno 18	e algo que está fora dos meus interesses pessoais

Entre os alunos que relataram gostar pouco da disciplina, nota-se que eles fizeram as afirmações mostradas abaixo:

Tabela 4 - Alunos que possuem pouca afinidade com a Física

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 7	Tem alguns conteúdos chatos e outros legais
Turma A – aluno 12	acho um pouco difícil

² Interna ao indivíduo, natural à ele, bem como extrínseca, nasce de fatores externos à este sujeito.

Turma A – aluno 13	porque não tenho muito interesse
Turma B – aluno 9	Não compreendo muito
Turma B – aluno 10	É muito difícil de compreender
Turma B – aluno 11	Não entendo a matéria
Turma B – aluno 12	acho um pouco cansativo
Turma B – aluno 15	porque não sou bom em exatas
Turma B – aluno 16	porque eu leio e não consigo entender a materia
Turma B – aluno 17	porque as vezes fica muito complicado os calculos ao respondelo

Conforme as tabelas 3 e 4, podemos perceber que a maioria dos alunos que não gostam ou gostam pouco de Física consideram o conteúdo muito difícil. Dentre as causas apontadas temos “não gostar”, “achar cansativo ou “não ter afinidade com exatas” (Matemática/Física). Notamos que os alunos apontaram o fator motivação, já que a Física para o estudante não tem tanta importância.

Nesse contexto percebemos que o ensino de Física se tem realizado frequentemente mediante a apresentação de leis e fórmulas de forma desarticulada e distante da realidade do aluno, privilegiando a teoria (BRASIL,2000).

A segunda questão era composta por seis alternativas onde somente uma resposta era permitida e indagou quais as dificuldades encontradas pelos alunos ao estudar Física. Essa pergunta tem por objetivo verificar quais as maiores dificuldades enfrentadas pelo estudante ao estudar Física. As respostas encontram-se na tabela 5.

Tabela 5 - Análise das dificuldades em estudar Física pelos alunos.

Pouco conhecimento de matemática	15%
Lê, mas não entende	29%
falta prática (experiência) com os assuntos de física	38%
Pouco tempo para estudar	6%
Não vejo ligação com o cotidiano	9%
Outro	3%

Como podemos perceber na tabela 5, somente 15% (5 alunos) declararam terem pouco conhecimento de matemática. Dessa forma supõe-se que a maioria não teria dificuldade em fazer os cálculos da atividade proposta. Nesse sentido Pietrocola (2002) afirma que possuir base matemática pode garantir com que o aluno tenha sucesso na aprendizagem de física. Podemos concluir que esses 15% (5 alunos) possam ser os estudantes que não gostam da disciplina devido à falta de conhecimento em matemática.

Cerca de 29% (10 alunos) afirmaram que “lê, mas não entende” e, embora, não seja metade da turma, é preocupante que boa parte da turma não consiga interpretar um texto ou questão de Física, 6% tem pouco tempo para estudar e apenas 3% (1 aluno) não vê ligação com o cotidiano.

Podemos notar conforme a tabela 5 que a maior dificuldade dos alunos, 38% (13 alunos), acreditam que é a falta da experimentação (prática). Oliveira (2007) destaca que a falta de experimentação pode fazer com o aluno pense que física é coisa de outro mundo o que acaba acentuando as deficiências que eles enfrentam. Um dos maiores desafios na atualidade é criar alternativas para que esta disciplina se torne mais atrativa (ANASTASIOU; ALVES, 2014). Destacamos que esse é um fator que os alunos apontaram que podem levar a não gostar ou gostar pouco da disciplina, o que se deve a metodologias utilizadas pelos educadores que levaram os alunos a não gostarem de Física (FERREIRA, 2000).

Para Nascimento (2010), a inadequação da sequência dos conteúdos passa uma ideia deformada da física, torna mais difícil compreender a relação entre os fatos, as leis, as hipóteses, as teorias e os modelos científicos. Como resultado, temos a excessiva memorização de fórmulas e leis. No entanto, os professores de Física reclamam que os alunos possuem sérias dificuldades na resolução de problemas: não sabem interpretar o que leram, não entendem o que está escrito, ou seja, não sabem interpretar o conhecimento físico, o que podemos destacar, 29% dos alunos “Lê, mas não entende a física”, fato que está mostrado na tabela 5.

Na terceira questão foi perguntado aos alunos se sabiam o que é um experimento Físico sendo dadas 3 opções de respostas objetivas e solicitando uma justificativa da resposta, caso a resposta fosse afirmativa deveriam indicar um exemplo. Essa pergunta tem por objetivo identificar qual o conhecimento do estudante sobre experimentação. Após a análise das respostas, 56% (19

alunos) responderam que sim, 26% (9 alunos) responderam que não e 18% (6 alunos) responderam que pouco.

Dentre os estudantes que relataram saber o que é um experimento físico, apontaram-se os seguintes exemplos:

Tabela 6 - Relatos dos estudantes sobre experimentação

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 13	Fazer um experimento que <i>da</i> pra ver uma reação <i>energetica de fisica</i>
Turma B – aluno 1	são experimentos no qual usamos objetos de física
Turma B – aluno 2	algo que tentamos fazer é que <i>da</i> certa, sopa de pedra
Turma B – aluno 3	Soltar um pincel e um apagador de uma altura de 2 metros
Turma B – aluno 4	panela feito de papel cartão
Turma B – aluno 5	tem <i>varios</i> , exemplo o miojo
Turma B – aluno 6	Tornado luminoso, e <i>agua</i> luminosa
Turma B – aluno 10	miojo feito em uma panela de papel
Turma B – aluno 11	Cozinhar um miojo na panela de papel
Turma B – aluno 13	Como cozinhar um miojo com pedra numa panela de papel
Turma B – aluno 14	experienca
Turma B – aluno 15	cozinhar miojo em uma panela de papel
Turma B – aluno 16	sopa de pedra
Turma B – aluno 17	É quando você uma aula teórica para uma aula prática em que você faz experimentos que <i>relacione-se</i> com física
Turma B – aluno 18	algo como <i>calculo</i> de velocidade sonico até experiencias <i>tecnicas</i> (criogenias)
Turma B – aluno 19	panela de papel

Podemos perceber na tabela 6 que a maioria dos alunos relaciona a experimentação diretamente a experimentação de baixo custo, o que é natural já que a escola em questão não possui um laboratório de Física ou Química.

O experimento mais apontado foi o cozinhar um miojo com pedras em uma panela de papel, uma experiência que foi realizada antes desta intervenção. Poucos alunos tiveram uma visão mais ampla da experimentação e citaram experimentos científicos como a criogenia e velocidade sônica, mesmo assim podemos ver que o conceito de experimentação está atrelado a um fazer técnico, neste caso o de congelar óvulos e embriões com a técnica de criogenia. Podemos perceber que os estudantes não tem vivências com práticas em laboratório.

O estudante que afirmou não saber o que é um experimento físico, apontou o seguinte exemplo:

Tabela 7 - Relatos dos estudantes sobre experimentação

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 1	sei lá deve ser algo importante se <i>nos</i> estudamos

Os estudantes que afirmaram que sabiam pouco não fizeram nenhum relato.

Na quarta questão foi perguntado se o estudante já realizou ou presenciou experimentos em sala de aula com materiais de baixo custo e, caso a resposta fosse afirmativa, poderia citar um exemplo, o objetivo da questão é conhecer se o estudante já teve contato com experimentação. Após a compilação dos dados, observou-se que 56% (19 alunos) responderam que sim e 44% (15 alunos) não.

Os relatos de estudantes que já realizaram ou presenciaram experimentos em sala de aula com materiais de baixo custo, constam na tabela 8.

Tabela 8 - Relatos de experimentação de baixo-custo

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 1	Quando <i>fasemos</i> um miojo na panela de papel com a pedra junto
Turma A – aluno 7	A panela de papel
Turma A – aluno 12	com um foguete de garrafa pet
Turma B – aluno 1	panela de papel
Turma B – aluno 2	que o isqueiro fez com que o ar quente subisse e fizesse mover algo

Turma B – aluno 3	Fazer uma panela de cartolina, colocar água e miojo
Turma B – aluno 6	<i>Arco iris de açúcar</i>
Turma B – aluno 8	sopa de pedra
Turma B – aluno 9	miojo em panela de papel
Turma B – aluno 10	um miojo feito na panela de papel
Turma B – aluno 11	cozinhar o miojo
Turma B – aluno 12	cozinhar miojo em papel cartão
Turma B – aluno 15	fazer um miojo cozinhar em uma panela de papel
Turma B – aluno 16	papel e isqueiro
Turma B – aluno 17	Sim, <i>nois</i> fizemos um experimento sopa na panela de papel que o nome e sopa de pedra
Turma B – aluno 18	cozinhar em panela de papel
Turma B – aluno 19	O experimento de <i>transmissao</i> de calor
Turma B – aluno 20	sopa de pedra com panela de papel

Aqui, a predominância também foi a experiência de cozinhar um miojo em panela de papel. Podemos perceber que mais de 50% dos estudantes estavam familiarizados com a experimentação

Na quinta questão, os estudantes foram questionados sobre o que acham de experimentos de baixo custo. O objetivo da pergunta é verificar qual a opinião do estudante sobre experimentação de baixo custo, e ela conta com 5 alternativas em que apenas uma deve ser assinalada. Segue-se na figura 5, as respostas.

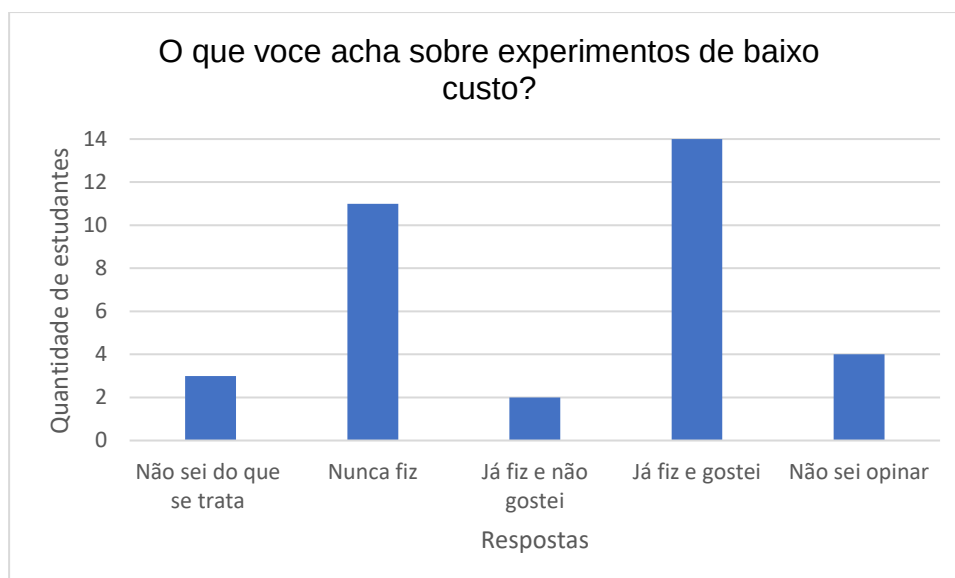


Figura 5 – Análise sobre a opinião com experimentos de baixo custo

Conforme se pode observar, 41% (14 alunos) dos estudantes afirmaram já ter feito experimentos e gostado, apenas 6% (2 alunos) fizeram e não gostaram. Porém 32% (11 alunos) dos estudantes afirmaram que nunca fizeram experimentação de baixo custo. Por fim 9% (3 alunos) afirmam não saber do que se trata e 12% (4 alunos) não souberam opinar.

Podemos notar que grande parte dos estudantes afirmou já ter realizado experimentos de baixo custo e possuírem afinidade com experimentação, ou seja, era esperado que, nas turmas em questão, não seria esperada rejeição à atividade.

Na sexta questão foi pedido que os estudantes conceituassem a lei de Boyle-Mariotte. Apenas 44% (15 alunos) responderam e 56% (19 alunos) deixaram em branco, o que foi interpretado pelos pesquisadores que tais estudantes não conheciam o tema ou, se o conhecessem, não haviam compreendido-o.

Entre os alunos que conceituaram extraímos, as seguintes afirmações:

Tabela 9 - Conceito da Lei de Boyle- Mariotte antes da experimentação

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 5	é uma lei da <i>física</i>
Turma A – aluno 8	é uma <i>transformação</i> que a temperatura varia
Turma A – aluno 9	a temperatura <i>nao</i> varia

Turma A – aluno 13	quando o volume é constante
Turma B – aluno 2	é quando a pressão aumenta e o volume diminuiu
Turma B – aluno 4	temperatura constante
Turma B – aluno 8	é quando tem mudança em um ambiente fechado
Turma B – aluno 10	temperatura constante
Turma B – aluno 11	pressão e volume são <i>constantes</i> mas diferentes
Turma B – aluno 12	quando um aumenta e o outro diminui
Turma B – aluno 15	a <i>pressão</i> aumenta o volume diminui
Turma B – aluno 17	onde a temperatura muda
Turma B – aluno 18	temperatura constante
Turma B – aluno 19	a variação da <i>pressão</i>
Turma B – aluno 21	temperatura constante

Aqui consideramos a resposta correta como dizer que pela lei de Boyle-Mariotte pressão e volume são inversamente proporcionais a uma dada temperatura, sendo assim, a correção está feita em resposta correta, parcialmente correta e incorreta. Nesse caso, conforme mostra a tabela 9, tivemos 9 parcialmente correta e 6 de forma incorreta. Entre os que os estudantes que responderam parcialmente correto vemos respostas como “temperatura constante” e “temperatura que não varia”, mas também respostas que chegaram muito próximo do conceito como “quando um aumenta e o outro diminui” e “a *pressão* aumenta o volume diminui”.

Nas respostas incorretas podemos encontrar alguns erros como “a temperatura não varia”, podemos ver que apesar do conteúdo ter sido ministrado a pouco tempo, os estudantes ainda não o tinham fixado ou tinham fixado pouco.

É importante lembrar que a aprendizagem significativa ocorre quando há interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, sendo que essa interação é não-arbitrária e não literal.

Um exemplo disso é quando o aluno já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada a energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética ou vice-versa, o conhecimento prévio corrobora dando mais estabilidade cognitiva e maior clareza. Mas se a 1ª Lei da termodinâmica for apresentada como Lei da conservação da energia aplicada a fenômenos térmicos, a medida que o estudante acionar o “subsunção”

Conservação da energia dará um novo significado a nova lei, mas este será mais elaborado pois o conceito de Conservação da energia será aplicado não só a mecânica mas também a termodinâmica (MOREIRA,2012).

Sendo assim, Pressão (Pa) X Volume (ml) pode-se dizer que os estudantes não possuíam subsunçores, ou conhecimentos prévios para entender e assimilar melhor o conteúdo, pois será difícil entender a lei de Boyle-Mariotte se o estudante não souber o que são grandezas ou grandezas inversamente proporcionais, ou grandezas como volume e pressão, não gerando uma aprendizagem significativa do conceito e uma memorização mecânica que será perdida com o tempo.

Na sétima questão pediu-se que os estudantes conceituassem uma transformação isotérmica. Assim, observou-se que 65% (22 alunos), apresentaram respostas, e 35% (12 alunos) deixaram a questão em branco. A tabela 10 elenca as respostas dadas pelos estudantes que responderam à questão.

Tabela 10 - Conceito de transformação isotérmica pelos estudantes

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 5	a temperatura é constante
Turma A – aluno 8	onde a temperatura é constante
Turma A – aluno 13	quando o volume não é constante
Turma B – aluno 2	a temperatura é constante
Turma B – aluno 4	a temperatura nao varia
Turma B – aluno 5	a temperatura é constante, variação apenas de pressão e temperatura
Turma B – aluno 8	é transformação que a temperatura varia
Turma B – aluno 9	quando a pressão é constante
Turma B – aluno 12	quando o volume é constante
Turma B – aluno 15	quando o volume não é constante
Turma B – aluno 18	o volume não é constante
Turma B – aluno 19	o muda é pressão e volume a temperatura e a mesma

Aqui consideramos a resposta correta como dizer que pela lei de Boyle-Mariotte em uma transformação isotérmica, o volume e a pressão são alterados,

mas a temperatura fica constante sendo assim a correção está feita em resposta correta, parcialmente correta e incorreta.

Dessa forma, apenas 3 estudantes responderam de forma correta, 10 parcialmente correta e 9 incorreta. As respostas consideradas parcialmente corretas trouxeram apenas o conceito de que a “a temperatura é constante”. Muitos alunos erraram ao conceituar transformação isotérmica, conceituando como “quando a pressão é constante” podemos perceber que os alunos se confundiram com o conceito de transformação isobárica e isocórica, ou mesmo com o que estava sendo medido: pressão, volume ou temperatura. Com base nos dados chegamos à conclusão que os estudantes não haviam aprendido o conceito ou não lembravam, mesmo tendo visto o conteúdo recentemente.

Sabemos que em Física, por exemplo, se o estudante já souber o conceito de unidade de medida, esse conceito pode servir de Subsunçor para novas informações referente ao conceito de velocidade e aceleração (SILVA; SCHIRLO, 2014). Possivelmente o conceito de transformação estudadas pela lei da termodinâmica é novo para os estudantes, dessa forma pode ser que o estudante não possua os subsunçores necessários para ancorar o novo conteúdo que está sendo estudado. Moreira (1999) sugere que o professor deve apresentar os conceitos subsunçores para os estudantes, para, então, explicar o novo conteúdo propriamente dito.

Moreira (2012) acredita que a construção de conceitos que não existem na estrutura cognitiva do estudante ou dos primeiros subsunçores podem se dar por meio de processos como, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito com o conceito.

Para tanto, Ausubel aponta que o professor deve identificar um conceito relevante na estrutura cognitiva do estudante e usar para a aprendizagem do novo conceito. Ressaltando relações entre o velho e o novo conteúdo (Ausubel, 1973 apud Moreira, 2012).

7.2 Análise do pós-teste

Um total de 34 alunos participou do questionário pós-teste (teste de aprendizado).

Na primeira questão foi perguntado se as atividades experimentais desenvolvidas em sala de aula despertaram o seu interesse pelo conteúdo e pela disciplina. A questão tem como objetivo verificar se a atividade experimental despertou o interesse do aluno pela Física e pela experimentação. A figura 6 mostra que 70% (25 alunos) da turma considera que a atividade despertou seu interesse, 17% (5 alunos) consideram que pouco e somente 13% (4 alunos) da turma considera que não. Podemos assim perceber que mais da metade da turma afirma que a atividade experimental despertou o interesse pelo conteúdo e pela disciplina.

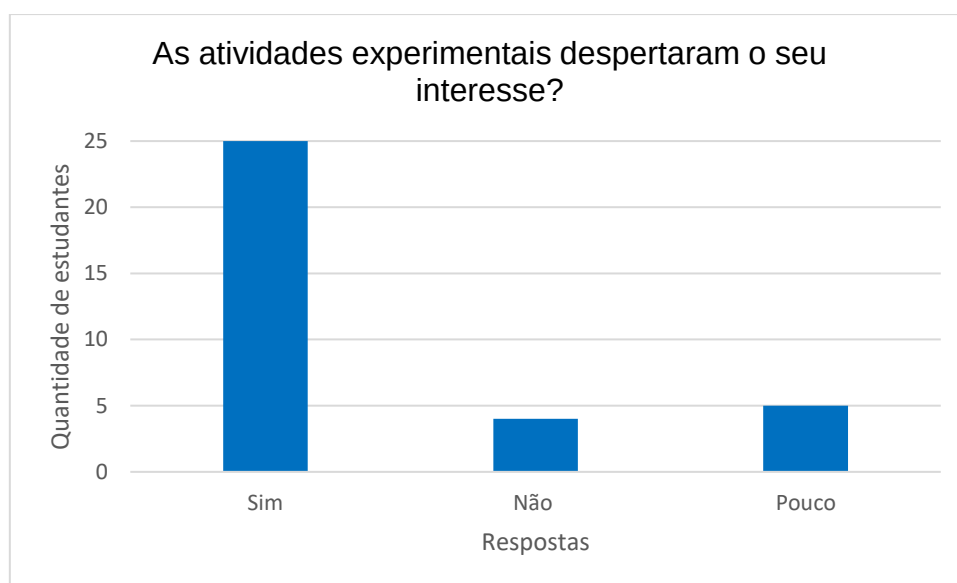


Figura 6 – Interesse dos alunos após a experimentação

Entre os alunos que relataram que a atividade experimental desenvolvida despertou o interesse, destacamos as afirmações presentes na tabela abaixo:

Tabela 11 - As atividades experimentais despertaram o interesse

TURMA - ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 1	A parte da teoria me <i>encantava</i>
Turma A – aluno 2	pois nos mostrou o tanto que é interessante
Turma A – aluno 3	porque me mostrou um lado bem legal da <i>física</i>

Turma A – aluno 5	Por que parece ficar mais fácil de entender quando as vezes tem uma aula pratica
Turma A – aluno 8	achei interessante
Turma A – aluno 11	porque são atividades que despertam seu aprendizado
Turma A – aluno 12	Isso fez me interessa pela <i>física</i>
Turma B – aluno 1	porque <i>nós</i> motiva a querer aprender mais
Turma B – aluno 3	porque e interessante
Turma B – aluno 4	gostei de ir atrás do resultado
Turma B – aluno 5	novos conhecimentos
Turma B – aluno 9	muito interessante para o cotidiano
Turma B – aluno 10	muito interessante e posso praticar no meu dia a dia!
Turma B – aluno 11	pois é interessante
Turma B – aluno 15	me mostrou o tanto que é interessante
Turma B – aluno 16	Porque foi uma aula diferenciada e me diverti com o experimento
Turma B – aluno 18	porque eu gosto dos resultados
Turma B – aluno 19	Porque foi uma aula diferenciada

Entre os alunos que afirmaram que a atividade despertou o interesse pela Física e pelo conteúdo podemos notar o caráter motivacional, no caso, o professor ao estimular o aluno pela motivação em sala de aula, indica que seu foco é o aprendizado do aluno (LABURÚ, 2005). A capacidade de motivar os alunos se mostra como uma característica das atividades experimentais. Se a proposta de experimentação é aprovada pelo aluno isso se apresenta como uma qualidade inerente da proposta (GONÇALVES; MARQUES, 2006).

Entre os alunos que relataram que a atividade experimental desenvolvida não despertou o interesse, fizeram as afirmações na tabela abaixo:

Tabela 12 - Não despertou o interesse pela Física

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 1	porque não meu hobby
Turma A – aluno 4	Não gosto de <i>física</i>
Turma A – aluno 7	Não gostei
Turma B – aluno 13	pois ainda não está no alcance dos meus objetivos

Podemos notar o caráter motivacional também para os alunos que continuaram não tendo interesse em Física e nem no conteúdo. Nesse foco, Gonçalves e Marques (2006) destaca que mesmo em casos que o foco principal é a aprendizagem dos alunos, é possível a presença de alunos desmotivados, visto a complexidade da relação entre ensino/aprendizagem e motivação. Nesse sentido aprendizagem e motivação fazem parte de um contexto mais amplo que a atividade experimental. Nesse caso os alunos não possuem interesse pessoal na aprendizagem de Física.

Os alunos que relataram que a atividade experimental desenvolvida despertou pouco interesse, fizeram as afirmações na tabela abaixo:

Tabela 13 - Despertou pouco interesse pela Física

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 6	porque e legal e <i>difícil</i> ao mesmo tempo
Turma A – aluno 9	<i>e legal</i> mas difícil
Turma B – aluno 12	Física é complicado, mas resolvido fica bom
Turma B – aluno 20	e muito calculo

A segunda pergunta questionava se durante a experimentação o aluno conseguia relacionar o que estava acontecendo na prática experimental. A questão possuía três alternativas sim, não e pouco, e deveriam responder de forma discursiva o porquê da escolha da alternativa. A questão tem como objetivo identificar se o estudante conseguiu acompanhar a prática experimental e tinha consciência do que estava fazendo.

Dessa forma, 65% (22 alunos) responderam afirmativamente, 32% (11 alunos) responderam que pouco e 3% (1 aluno) respondeu que não, como mostra o gráfico da figura 7.

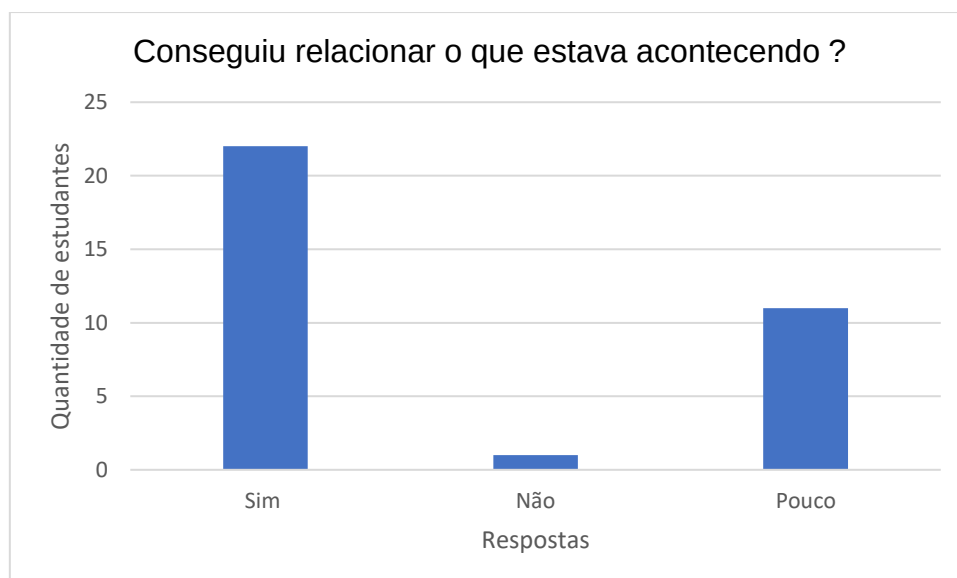


Figura 7 - Conseguiu entender o que estava acontecendo durante a prática

Os estudantes que responderam afirmativamente, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 14 - Conseguiu entender o que estava acontecendo durante a prática

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 3	Como calcular uma coisa tão útil
Turma A – aluno 5	<i>Agente</i> fez um experimento com a lei de Boyle-Mariotte
Turma A – aluno 10	sim, porque prestei atenção
Turma A – aluno 12	sim, porque foi um experimento muito bom
Turma B – aluno 7	porque eu acho que foi uma <i>experiencia</i> porque no futuro vou fazer mais experiencia como essa
Turma B – aluno 18	percebi que quanto maior a pressão menor o volume

Os estudantes que responderam negativamente, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 15 - Não conseguiu entender o que estava acontecendo durante a prática

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 4	não entendi

Os estudantes que responderam que entenderam pouco, fizeram as afirmações da tabela 16:

Tabela 16 - Entendeu pouco o que aconteceu durante a prática

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 4	Eu não entendi muito bem mais gostei da ideia

Como podemos ver no gráfico 65% (22 alunos) dos alunos afirmou ter conseguido entender o que estava acontecendo durante a prática. Conforme a tabela 14, vemos que também podemos indicar o caráter motivacional da atividade já que os estudantes apontam que a experiência foi boa, que prestou atenção e que é algo útil para o futuro. Desse modo podemos entender que realizar experiências, recolher dados analisar resultados favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes como curiosidade e o desejo de experimentar (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998).

Na terceira questão foi perguntado se o estudante conseguiu assimilar o experimento com o conteúdo visto na teoria. A questão possuía três alternativas sim, não e pouco e deveriam responder de forma discursiva o porquê da escolha da alternativa, tem como objetivo verificar se o estudante conseguiu acompanhar a experimentação.

As respostas constam na figura 8, onde observa-se que 82% (28 alunos) afirmaram que conseguiram assimilar, 6% (2 alunos) não conseguiram e 12% (4 alunos) assimilaram pouco.



Figura 8 - conseguiu assimilar os experimentos com o conteúdo visto na teoria.

Os estudantes que responderam negativamente, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 17 - Não conseguiu assimilar os experimentos com o conteúdo visto na teoria

TURMA- ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 4	não entendi o conteúdo

A quarta questão perguntou se o estudante adquiriu novos conhecimentos após a realização da experimentação. Essa questão tem como objetivo verificar que conhecimentos o estudante pode ter adquirido com a prática. A questão possuía três alternativas (sim, não e pouco) e deveriam responder de forma discursiva o porquê da escolha da alternativa. Sendo assim, 68% (23 alunos) dos estudantes afirmaram que sim, 20% (7 alunos) afirmaram que pouco e 12% (4 alunos) afirmaram que não.

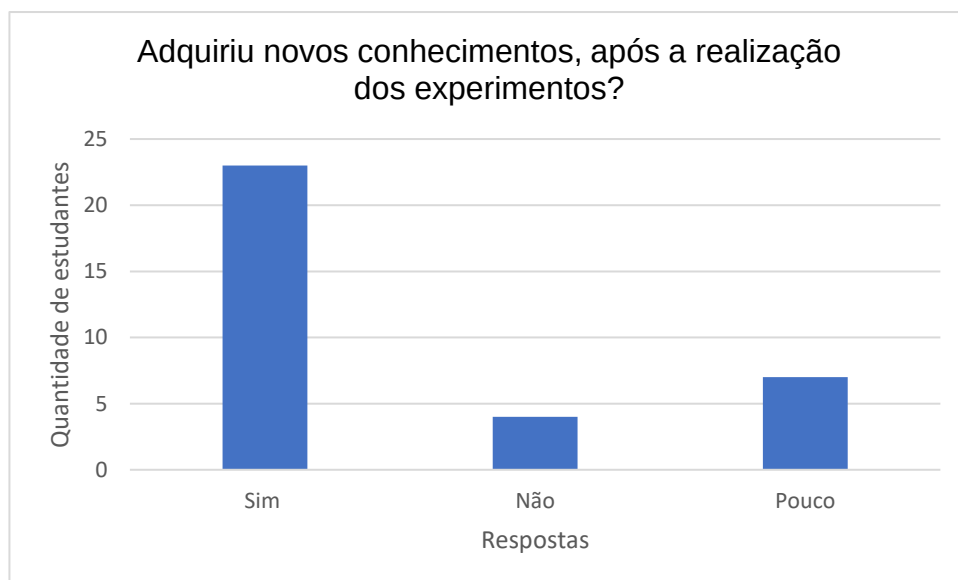


Figura 9 - Adquiriu novos conhecimentos após a prática

Os estudantes que responderam afirmativamente, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 18 - Aquisição de novos experimentos após a prática

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 9	como medir pressão
Turma A – aluno 12	sim mantive a visão mais alerta
Turma B – aluno 6	sobre como a lei de Boyle-mariotte <i>aje</i>
Turma B – aluno 10	nova <i>tecnica</i> de aprendizado

Turma B – aluno 11	sobre transformação isotérmica
--------------------	--------------------------------

Os estudantes destacaram que descobriram habilidades ao utilizar a experimentação de baixo custo no auxílio com a aprendizagem, além dos conceitos do próprio conteúdo, como manter a atenção na hora de fazer uma experimentação. Desse modo conforme Souza (2007) aponta, utilizar recursos didáticos no processo de ensino aprendizagem é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado e, dessa forma, ele possa desenvolver sua criatividade, coordenação motora e habilidade de manusear objetos diversos que poderão ser utilizados pelo professor na aplicação de suas aulas.

Os estudantes que não entenderam ou entenderam pouco não fizeram afirmações.

Na quinta questão os estudantes foram questionados se as atividades experimentais auxiliaram em sua aprendizagem. A questão possuía três alternativas (sim, não e pouco) e deveriam responder de forma discursiva o porquê da escolha da alternativa, e tinha como objetivo identificar se a atividade auxiliou na aprendizagem do aluno. Assim, vemos na figura 10 que 82% (28 alunos) afirmara que sim, 12% (4 alunos) não e 6% (2 alunos) pouco.

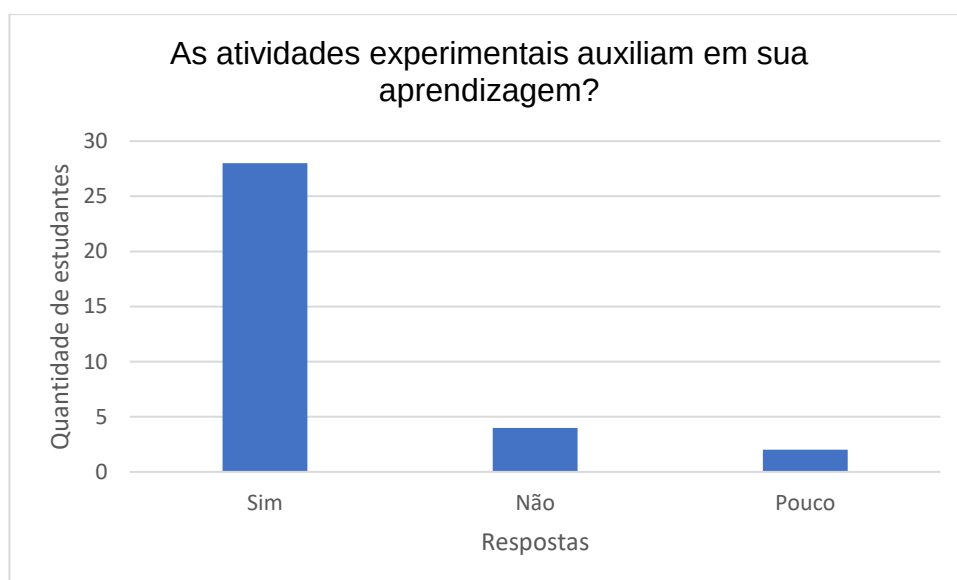


Figura 10 - Atividade experimental no auxílio da aprendizagem

Os estudantes que responderam afirmativamente, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 19 - Estudantes que acreditam que a atividade experimental auxiliou na aprendizagem

Turma A – aluno 12	me fez entender melhor
Turma B – aluno 11	faz com que colocamos nossos conhecimentos em prática deixa o <i>conteúdo</i> mais interessante

Os estudantes que responderam pouco, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 20 - Estudantes que acreditam que a atividades experimental auxiliou pouco na aprendizagem

Turma A – aluno 9	aprendi poucas <i>coisa mas</i> importantes
Turma B – aluno 12	pois em certos momentos eu irei lembrar

Com base na figura 10, podemos ver que 82% (28 alunos) afirmaram que acreditam que a experimentação auxiliou na aprendizagem, e 6% (2 alunos) afirmou que pouco, porém enfatizaram que o conhecimento pode ser relembrado e que o pouco aprendido foi muito importante.

A questão seis pedia que o aluno conceituasse a lei de Boyle-Mariotte após a experimentação, 76% (26 alunos) responderam o questionário, enquanto 24% (8 alunos) dos estudantes deixou em branco. Aqui o objetivo é comparar com a questão seis do pré-teste, que pede que o aluno conceitue lei de Boyle-Mariotte, e também com a questão três, que indaga se os estudantes conseguiram assimilar o experimento com o conteúdo visto na teoria, para que fique claro se o estudante que afirmou assimilar a experimentação conseguiu conceituar a lei de Boyle-Mariotte após o experimento.

Os estudantes que responderam, fizeram as afirmações da tabela abaixo:

Tabela 21 - Conceito da Lei de Boyle-Mariotte dada pelos estudantes

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 1	a <i>pressão</i> é inversamente proporcional ao volume
Turma A – aluno 2	quando a pressão aumenta o volume diminui e assim <i>sucetivamente</i>
Turma A – aluno 3	quanto maior a pressão menor o volume

Turma A – aluno 12	quando aumenta o volume diminui a pressão, quando aumenta a pressão diminui o volume
Turma A – aluno 11	são grandezas inversamente proporcionais
Turma A – aluno 13	quando aumento o volume <i>diminuo</i> a pressão
Turma A – aluno 14	quando a pressão aumenta o volume diminui
Turma B – aluno 1	Um diminui e o outro aumenta
Turma B – aluno 7	Diz que a pressão e o volume são inversamente proporcionais
Turma B – aluno 9	a pressão e o volume são inversamente proporcionais a uma temperatura que não muda
Turma B – aluno 11	A lei de <u>boyle Mariotte</u> diz que pressão e o volume são inversamente proporcionais

A pesquisadora considerou como resposta correta afirmar que pela lei de Boyle- Mariotte, pressão e volume são inversamente proporcionais a uma dada temperatura, sendo assim, a correção está feita em resposta correta, parcialmente correta e incorreta. Nesse caso tivemos 2 estudantes que responderam de forma correta, 17 estudantes que responderam de forma parcialmente correta e 7 de forma incorreta.

A comparação da terceira questão do pós-teste, em que questionava se os estudantes conseguiram assimilar o conteúdo com a prática experimental, com as respostas corretas e parcialmente corretas da questão 6, revela que 82% dos estudantes afirmaram que conseguiram assimilar o conteúdo por meio do experimento, mas 76,4% do total de respostas corretas, incorretas e parcialmente corretas da questão 6, de fato ter assimilado o conteúdo. Esse percentual obtido leva em conta que os estudantes que não responderam à pergunta não haviam assimilado o conteúdo.

Se fizermos um comparativo entre a questão seis do pós-teste e a questão seis do pré-teste, vemos um crescimento no número de estudantes que responderam à questão, 76% contra 44%, ou seja, um crescimento de 11 alunos.

Podemos perceber que a maioria dos estudantes compreendeu a relação de pressão e volume da Lei de Boyle-Mariotte, mas esqueceu ou não entendeu que é em uma temperatura constante.

No que compete ao número de respostas corretas, incorretas e parcialmente corretas em relação ao total de estudantes que respondeu à

pergunta no questionário pré-teste, temos que 44% (15 alunos) responderam a ela. O resultado para essa questão revelou que não houve respostas corretas, 40% foram respostas incorretas e 60% parcialmente corretas.

Já na mesma questão do pós-teste, as respostas corretas, incorretas e parcialmente corretas foram dadas por 76% (26 alunos) do total de estudantes. Nelas, observa-se que houve 7,7% de respostas corretas, 26,9% incorretas e 65,4% de respostas parcialmente corretas.

No que compete à comparação da questão 6 do pré e pós-teste, houve um aumento no número de respostas corretas, de 0% estudantes para 7,7%, e também nas respostas parcialmente corretas, subindo de 60% para 65,4%. E uma diminuição no número de respostas incorretas de 40% para 26,9%.

Na sétima questão pedia que conceituasse transformação isotérmica. Após a experimentação, 79% (27 alunos) responderam e 21% (7 alunos) deixaram a questão em branco.

Tabela 22 - Conceito de transformação isotérmica dada pelos estudantes

TURMA – ALUNO	RESPOSTA
Turma A – aluno 11	temperatura constante só varia pressão e volume
Turma A – aluno 12	A temperatura é constante variação apenas do volume e pressão
Turma A – aluno 13	onde a temperatura permanece constante
Turma B – aluno 6	Quando altera a pressão é o volume a temperatura continua
Turma B – aluno 7	transformação isotérmica em termodinâmica e quando a temperatura permanece constante
Turma B – aluno 17	a temperatura e constante

Aqui também consideramos a resposta correta como dizer que pela lei de Boyle- Mariotte em uma transformação isotérmica, o volume e a pressão são alterados, mas a temperatura fica constante, sendo assim, a correção está feita em resposta correta, parcialmente correta e incorreta. Sendo assim, 14 estudantes responderam de forma correta, 11 parcialmente correta e 2 incorretas.

A comparação da terceira questão do pós-teste, em que se questionava se os estudantes conseguiram assimilar o conteúdo com a prática experimental, com as respostas corretas e parcialmente corretas da questão 7, revela que 82% dos estudantes afirmaram que conseguiram assimilar o conteúdo por meio do experimento, mas que 79,4% do total de respostas corretas, incorretas e parcialmente corretas da questão 7 com base no total de questionários, mostram que de fato assimilaram o conteúdo. Esse percentual obtido leva em conta que os estudantes que não responderam à pergunta não haviam assimilado o conteúdo.

Se fizermos um comparativo entre a questão sete do pós-teste e a questão sete do pré-teste, vemos um crescimento no número de respostas, 65% contra 79%, ou seja, um crescimento de cinco estudantes.

No que compete ao número de respostas corretas, incorretas e parcialmente corretas em relação ao total de estudantes que respondeu à pergunta, 65% (22 alunos), a questão 7 do questionário pré-teste houve 13,6% respostas corretas, 40,9% foram respostas incorretas e 45,4% parcialmente corretas.

Já na mesma questão do questionário pós-teste, as respostas corretas, incorretas e parcialmente corretas em relação ao total de estudantes que respondeu à pergunta, 79% (27 alunos), houve 51,9% de respostas corretas, 7,4% incorretas e 40,7% de respostas parcialmente corretas.

No que compete à comparação da questão 7 do pré e pós-teste, houve um aumento no número de respostas corretas, de 13,6% estudantes para 51,9% estudantes, e uma diminuição nas respostas parcialmente corretas, de 45,4% para 40,7% e também no número de respostas incorretas de 40,9% para 40,7%.

Também podemos notar com base nas respostas que um número considerável de estudantes entendeu a teoria, corrigindo um erro que cometeram na sétima questão do pré-teste, que foi confundir a transformação isotérmica com outros tipos de transformação.

A figura 11 mostra um gráfico que um dos grupos de estudantes produziu:

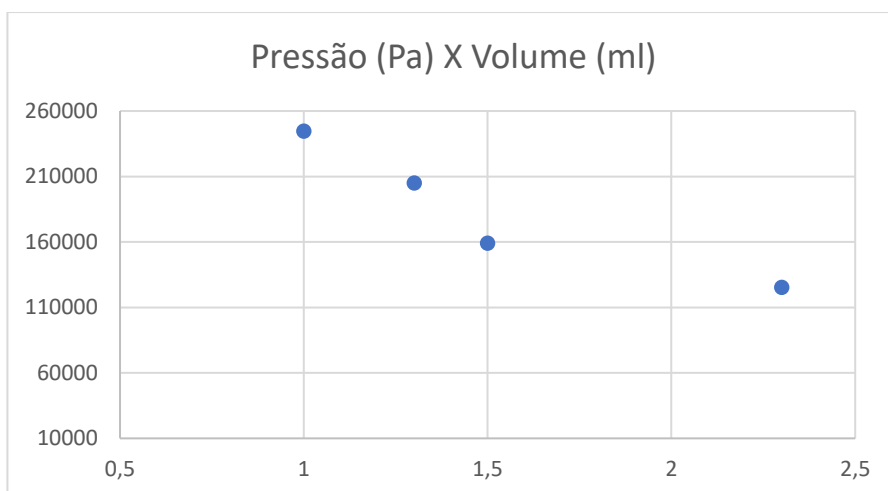


Figura 11 - Lei de Boyle-Mariotte, Gráfico: Pressão (Pa) X Volume (ml).

Podemos notar que os alunos tiveram alguns erros de medida, mas que mesmo assim podemos observar a curva esperada para a transformação.

Observa-se que a diferença do gráfico da pesquisadora para o gráfico do estudante é em relação a medida, o que pode ter ocorrido é o estudante pressionar o seu peso sobre a garrafa de água e interferir na medida ou ter dificuldade em ler a escala na seringa, todos no momento da experimentação foram orientados a tomar cuidados com a tomada de medidas, porém o erro de medida ou leitura não influenciou no resultado final e mesmo assim o estudante conseguiu observar a curva isoterma no gráfico 11.

8 Considerações finais

Muitos professores acreditam que utilizar experimentação em sala de aula melhore a qualidade do ensino, porém muitos não utilizam no dia-a-dia. A teoria deveria vir acompanhada da prática pois torna o ensino da Física monótono e desmotivador, sendo assim o uso da experimentação no ensino, neste caso da experimentação de baixo custo pode tornar a disciplina mais atrativa.

A teoria de Vygotsky dá o embasamento necessário a utilização do experimento de baixo custo pois promove a interação entre os alunos e o professor, a experimentação possui materiais que são de fácil aquisição, levam pouco tempo para serem preparados, e requerem pouco tempo para execução, na realização do experimento os alunos conseguem visualizar a relação entre variação de pressão e volume.

Percebemos que os estudantes estiveram envolvidos com a realização da experimentação e que ficaram motivados a terminarem o experimento e poder visualizar o gráfico dos dados que colheram com o experimento e também a participar da atividade em grupo, já que a maioria dos estudantes não tiveram problema em trabalhar em grupo.

Concluimos a atividade com a discussão de cada etapa de realização da experimentação deve ser realizada assim como é interessante mostrar o gráfico a partir dos dados que os estudantes colheram.

Assim podemos concluir que utilizar a experimentação de baixo custo no ensino de Termodinâmica no 2º ano do ensino médio é possível, apesar de ser simples e necessitar de poucos materiais, se consegue bons resultados e boas discussões.

Referências

ARAÚJO, M. S. T. d.; 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, junho 2003.

ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L.P. **Estratégia de Ensino**. 2014. 54 p.

BRASIL. **Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996**: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. [S.l.], 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCNs+ Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Física**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2019. *Ciências & Cognição*, vol.10, p. 93- 103. Acesso em 08 de fev., 2019, <http://www.cienciasecognicao.org>.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago., 2007.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 9–31, dez 2002.

CORRÊA, C.R.G.L.A. A relação entre desenvolvimento humano e aprendizagem. perspectivas teóricas. *Psicologia Escolar e Educacional*, SP, v. 21, n. 3, 379-386, 2017.

FILHO, J. d. P. A. Atividades experimentais: do método à prática construtivista. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

FILHO, J. d. P. A. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 174 – 182, agosto 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 51. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. d. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo a referência da teoria de vygostky. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 227–254, ago 2005.

GLEISER, M. A dança do universo. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

GASPAR, A. Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, vol. 31, n.3, p. 198.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BZUNECK, José Aloyseo & BORUCHOVITCH, Evelyn *A motivação do aluno*, Editora Vozes, Petrópolis, RJ, 37-57, 2001.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.11, n.2, p.219-238, 2006.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda – **Mini Aurélio Século XXI: O minidicionário da língua portuguesa** / Aurélio Buarque de Holanda Ferreira; coordenação de edição, Margarida dos anjos, Marina Baird Ferreira; lexicografia dos Anjos... [et al.] Ed. Ver. Ampliada. – Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

HIGA, I; OLIVEIRA, O. B de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. *Educar em Revista*, n.44, abr./junho.2012.

IVIC, I.; COELHO, E. P. Lev Semenovich Vygotsky. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. d.; BARROS, M. A. Laboratório caseiro – para – raios: Um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 1, p. 168–182, abr 2008.

LABURU, C. E. Seleção de experimentos de Física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, 2005

LEWIN, A.M.F e LOMASCÓLO, T.M.M. La metodología científica en la construcción de conocimientos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.

MAZZIONI, S. **As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis.** *Revista Eletrônica de Administração e Turismo*, v. 2, n. 1, 2013.

MESQUITA, S.; LELIS, I. Cenários do Ensino Médio no Brasil. Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 23, n. 89, p. 821-842, out./dez., 2015.

MACEDO, R. d. S. O laboratório didático Investigativo no ensino de física e a formação de professores no IF - UFBA. Dissertação (Mestrado em Ensino,

Filosofia e História da Ciência) — Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MOREIRA, M. A.; LEVANDOWSKI, C. E. Diferentes abordagens ao ensino de laboratório. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1983.

ORÓ, I. (1999). Conhecimento do meio natural. In: Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula. Antoni Zabala (org.). Porto Alegre: Artmed, 2ed.

MOREIRA, M.A., Caballero, M.C. e Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Revista cultural La Laguna Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 22/5/2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MAIA, J. de O. et al. Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de Química. IX congresso internacional sobre investigação em didática de ciências, 2013.

MARQUES, H. R. et al. Metodologia da pesquisa e do trabalho científico. 2.ed.rev. Campo Grande: UCDB, 2006.

NASCIMENTO, T.L. **Repensando o ensino de Física no ensino Médio**. 2010. 61p. Monografia (Graduação em licenciatura plena em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de ciências e Tecnologia, Fortaleza, CE, 2010.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo socio-histórico. 3. ed. São Paulo: Scipione, 1995.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. Teorias de aprendizagem: texto introdutório. [Porto Alegre]: UFRGS, 2010.

OLIVEIRA, J. P. As maiores dificuldades enfrentadas pelos alunos do ensino médio na aprendizagem da disciplina de física. Dourados – MS, 2007.

PINHO-ALVES, J. Atividades experimentais: do método à prática construtivista. 302f. tese de doutorado. PPGE\CED\UFSC- Florianópolis\SC, 2000).

PIETROCOLA, M. **A Matemática como estruturante do conhecimento físico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física v.19, n.1, p.93-114, 2002.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª ed. Universidade Feevale – Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013.

SERÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, p. 31–43, abr 2003.

SOUZA, Alessandra Cardosina de. A experimentação no ensino de ciências: Importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. 2013. 33

f. Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I Encontro de Pesquisa Em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “**Infância e Práticas Educativas**”. Maringá, PR, 2007. Disponível em: <http://www.pec.uem.br/pec_uem/revistas/arqmudi/volume_11/suplemento_02/artigos/019.pdf>. Acesso em: 10 mai.2019.

SANTOS, E. I. dos.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas, MG. Atas...

SANTOS. E. I.; PIASSI. L. P. 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. Belo Horizonte/MG**. Outubro de 2004.

Moraes, A. M. e Moraes, I. J. (2000). “A avaliação conceitual de força e movimento”. Rev. Bras. Ens. Fís., 22 (2): 232-246.

SILVA, S. de C.R da; SCHIRLO, A.C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Reflexões para o Ensino de Física ante a nova realidade social, PR. Imagens da Educação, v.4, n.1, p.36-42,2014.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação Como Ferramenta Pedagógica Para O Ensino de Ciências. Experiências em Ensino de Ciências, Uruguaiana/RS, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. Disponível em:

Zanon, Dulcimeire Volante; Freitas, Denise de. (2007) A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Pré-teste**Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Campus Palmas**

Data: ____/____/____

Pré-teste

1) Você gosta da disciplina de Física? Por quê?

☐ Sim ☐ Pouco ☐ Não

2) Quais as dificuldades que você encontra ao estudar Física?

- ☐ pouco conhecimento de matemática;
- ☐ lê mas não entende;
- ☐ falta prática (experiência) com os assuntos de física;
- ☐ pouco tempo para estudar;
- ☐ Outro.
- ☐ Não vejo ligação com o cotidiano.

3) Você sabe o que é um experimento físico? Se sim, cite um exemplo:

☐ Sim ☐ Pouco ☐ Não

4) Você já realizou ou presenciou experimentos em sala de aula com materiais de baixo custo? "Cite um exemplo de atividade realizada".

☐ Sim ☐ Não

5) O que você acha sobre experimentos de baixo custo?

- ☐ Não sei do que se trata
- ☐ Nunca fiz
- ☐ Já fiz e não gostei
- ☐ Já fiz e gostei
- ☐ Não sei opinar.

6) Conceitue a lei de Boyle-Mariotte.

7) Conceitue transformação isotérmica.

APÊNDICE B – Roteiro Experimental
Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Campus Palmas

Lei de Boyle-Mariotte
Verificação experimental da lei de Boyle-Mariotte

1. Introdução

As três variáveis de estado dos gases são: **pressão, volume e temperatura**. As relações entre essas variáveis foram estudadas sempre mantendo uma delas como constante.

De modo independente, o físico e naturalista inglês Robert Boyle (1627-1691) e o físico francês Edme Mariotte (1620-1684) realizaram experimentos de variação da pressão e do volume dos gases com a temperatura constante.

2. Objetivo

1. O objetivo da atividade deste roteiro de atividade experimental é: Reproduzir e compreender a Lei de Boyle-Mariotte;
2. Estudar a relação entre pressão e volume para uma determinada massa gasosa sob uma transformação isotérmica.

3. Materiais

Quantidade	Item
1	seringa com tampa 3 (ml)
1	garrafa PET
1	Cola quente
1	Copo dosador

Tabela 1 - Lista de Materiais

4. Procedimento experimental

Deixe a seringa cheia de ar e tampe-a (a seringa será tampada com cola quente com auxílio do professor). Em seguida coloque-a na vertical, com a tampa apoiada na mesa, conforme figura 1. Apoie a garrafa PET sobre o êmbolo da seringa e vá adicionando água no seu interior usando o copo dosador.

Calcule o peso, a área da seringa é de $7,5391 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ dessa forma calcule a pressão a cada volume de água, e anote na tabela 2.

Obs.: Aguarde o auxílio do professor para tampar a seringa.

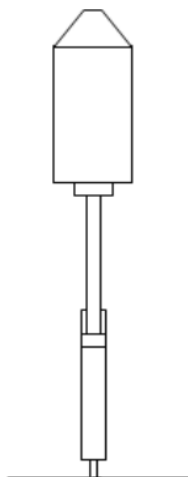


Figura 1 - Arranjo experimental

5. Coleta de Dados

Anote o volume na seringa.

Volume de água (ml)	Massa de água (kg)	Peso (N)	Volume Seringa (ml)	Pressão (Pa)
900	0,9			
1200	1,2			
1500	1,5			
1800	1,8			

Tabela 2 – Dados experimentais

APÊNDICE C – Pós-teste
Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Campus Palmas

Pós-teste

1. As atividades experimentais desenvolvidas em sala de aula despertaram o seu interesse pelo conteúdo e pela disciplina? Por quê?

() Sim () Pouco () Não

2. Conseguiu relacionar o que estava acontecendo durante a prática experimental? Se não, por quê? () Sim () Pouco () Não

3. Conseguiu assimilar os experimentos com o conteúdo visto na teoria? Se não, por quê?

() Sim () Pouco () Não

4. Adquiriu novos conhecimentos, após a realização dos experimentos? Quais?

() Sim () Pouco () Não

5. As atividades experimentais auxiliaram em sua aprendizagem?

() Sim () Pouco () Não

6. Após a realização dos experimentos, conceitue a Lei de Boyle-Mariotte.

7. Conceitue transformação isotérmica

APÊNDICE D – AUTORIZAÇÃO DE USO DE NOME
Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Palmas

TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO ENSINO MÉDIO DE PALMAS-TO.

INVESTIGADOR: TAMARA MICHELLY DE CARVALHO SILVA

INFORMAÇÃO AO SUJEITO DA PESQUISA:

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de realizar uma análise quantitativa e qualitativa, sobre o uso de experimentos de baixo custo como ferramenta auxiliar no processo ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio.

A pesquisa será feita em forma de coleta de dados aplicando questionários qualitativos e quantitativos, de respostas rápidas e de fácil interpretação. A coleta de dados (aplicação de questionários) tem como objetivo de analisar o conhecimento acerca da experimentação de baixo custo como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio.

O material e informações obtidas através da pesquisa podem ser publicados em aulas, seminários, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não será identificado por nome o pesquisando em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias, filmagens e gravações de voz ficarão sob a propriedade do pesquisador pertinente ao estudo e, sob a guarda dos mesmos, podendo ser em aulas, seminários, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, o pesquisado não pode ser identificado nas imagens em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes. Uma das metas para a realização deste estudo é o comprometimento do pesquisador em possibilitar, aos participantes, um retorno dos resultados da pesquisa. Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados e suas respectivas conclusões, em forma de trabalho de conclusão de curso, artigo e livro.

Esta pesquisa é facultativa, então você pode escolher ou não participar da mesma. Agradecemos vossa compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento deste futuro profissional no processo de iniciação à pesquisa científica em nossa região.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO SUJEITO DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão.

Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito. Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

NOME DO ADOLESCENTE

ASSINATURA

DATA