

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
Polo **ufscar** Sorocaba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

O USO DO EXPERIMENTO DE TERMOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: A CURVA DE AQUECIMENTO DA ÁGUA

RICARDO SILVA ROSA

Orientador: Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-orientadora: Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Sorocaba
Janeiro de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

**O uso do experimento de termologia no ensino de física: a
curva de aquecimento da água**

Ricardo Silva Rosa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física na Educação Básica

Orientador(a): Prof(a). Dr(a) Tersio Guilherme de Souza Cruz

Sorocaba
Janeiro de 2019

RICARDO SILVA ROSA

**O uso do experimento de termologia no ensino de física: a
curva de aquecimento da água**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física na Educação Básica.

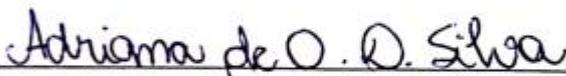
Sorocaba 30 de janeiro de 2019.

Orientador:



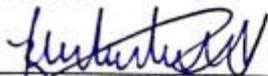
Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz
UFSCar – Sorocaba

Examinadora:



Profa. Dra. Adriana de Oliveira Delgado Silva
UFSCar – Sorocaba

Examinador:



Prof. Dr. Marco Aurélio Euflauzino Maria
FACENS – Sorocaba

Sorocaba - SP
Janeiro de 2019

Silva Rosa, Ricardo

O USO DO EXPERIMENTO DE TERMOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: A CURVA DE AQUECIMENTO DA ÁGUA / Ricardo Silva Rosa. -- 2019.

85 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Tersio Guilherme de Souza Cruz

Banca examinadora: Tersio Guilherme de Souza Cruz, Adriana de Oliveira Delgado Silva, Marco Aurélio Euflazino Maria

Bibliografia

1. Curva de aquecimento da água. 2. Experimentação. 3. Arduino na educação. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra à minha esposa e filha, Lara e Liana e aos meus pais, Nelson e Cleusa.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) durante todo o período de formação.

Também Expresso meus agradecimentos ao Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz e à Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva pelas orientações e discussões feitas no decorrer do trabalho. Enfim, agradeço à escola que possibilitou a aplicação do produto e aos estudantes pela participação.

RESUMO

O USO DO EXPERIMENTO DE TERMOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: A CURVA DE AQUECIMENTO DA ÁGUA

RICARDO SILVA ROSA

Orientador:

Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-orientadora:

Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (PROFIS-So) da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Como professor de física desde 2010 e verificando a dificuldade dos alunos com a mesma, senti a necessidade de apresentar a eles uma proposta de ensino diferente daquela na qual estavam acostumados, que usava sempre a forma tradicional, com giz e lousa. Assim, usou-se uma aula experimental, que teve como objetivo verificar o comportamento da curva de aquecimento da água através de um gráfico *temperatura x tempo*, empregando um kit experimental com a plataforma Arduino e um aparato computacional. A metodologia de ensino usada foi a experimentação, a qual foi escolhida devido ao grande potencial de atratividade da mesma, visando sempre o envolvimento e participação dos alunos nas aulas. Como teoria de ensino usou-se o autor Lev Vigotski, devido à comparação que se faz das aulas aos seus estudos de internalização. Esperava-se que os alunos, primeiramente, soubessem ler o gráfico matematicamente, identificando o comportamento da função afim que o representa e seus coeficientes, pois quando há variação de temperatura entre zero e cem graus Celsius, o gráfico formado é uma reta de coeficiente angular diferente de zero. Em um segundo momento, esperava-se que soubessem prever e calcular os valores de pontos notáveis da curva apresentada, como o ponto de ebulição, quantidade de calor em todos os momentos, potência térmica das chamas das velas, etc. Num terceiro momento, os alunos analisaram se o aprendizado foi proveitoso frente ao tipo de aula tradicional que estão acostumados no dia-a-dia, se através da aula experimental conseguiram se envolver mais e perceber isso nos colegas. Com este trabalho, verificou-se a grande aceitação e necessidade de aulas experimentais, que essas fazem muita diferença para se ter um ensino mais envolvente e que consiga o interesse dos alunos.

Palavras-chave: Curva de aquecimento da água, experimentação, Arduino na educação.

ABSTRACT

**THE USE OF THE THERMOLOGY EXPERIMENT IN PHYSICS
TEACHING: THE WATER HEATING CURVE**

RICARDO SILVA ROSA

Advisor:

Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-advisor:

Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Master's Dissertation submitted to the Post-Graduate Program of the Professional Master's Degree in Physics Teaching of the Federal University of São Carlos, Sorocaba campus, at the National Professional Master's Degree in Physics Teaching, as part of the requirements for obtaining a Master's Degree in Physics Teaching.

As a physics teacher since 2010 and observing the students' difficulty, it was necessary to present them another teaching proposal, different from the traditional one with chalk and blackboard. Thus, an experimental class was used to verify the process of the water heating curve through a temperature x time graph, by using a computer worksheet and an experimental kit with the Arduino platform. The teaching methodology used was the experimentation that was chosen because of the great potential of attractiveness of it, always aiming at the involvement and participation of the students in class. As teaching theory, Lev Vigotski was used due to the comparison of the lessons to his studies of internalization. First it was expected that the students could read the graph mathematically, identifying the behavior of the related function that represents it and its coefficients, because when there is a temperature variation between zero and one hundred degrees Celsius, the graph formed is a line of non-zero angular coefficient. In a second moment, it is expected that the students could predict and calculate the values of the curve, such as boiling point, amount of heat in all moments of the curve, thermal power of the candle flames, etc. In a third moment, the students analyzed if the learning was profitable in front of the type of traditional classes they were accustomed in day by day; if through the experimental class, they could be more engaged and notice this in colleagues. With this work, it was possible to verify the great acceptance and need for experimental classes, which make a lot of difference in order to have a more engaging teaching that achieve students' interest.

Key words: water heating curve, experimentation, Arduino in education

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
1.1 Apresentação e Motivação do trabalho	11
1.2 Introdução e objetivos	13
CAPÍTULO 2	18
2. Experimentação	18
2.1 A experimentação e o desafio de sua aplicação em sala de aula.....	18
2.2 Tipos de atividades de experimentação.....	20
CAPÍTULO 3	24
3. Teoria de aprendizagem	24
3.1 Instrumentos e signos	24
3.2 Ideias de Vigotski e a experimentação	26
CAPÍTULO 4	29
4. Termodinâmica.....	29
4.1 Primeiros conceitos	29
4.2 Equilíbrio térmico e a lei zero da termodinâmica	30
4.3 Quantidade de calor.....	32
4.3.1 Algumas definições iniciais.....	33
4.4 Mudanças de fase	34
CAPÍTULO 5	36
5. Desenvolvimento e aplicação do produto	36
5.1 Público alvo e escola	36
5.2 Desenvolvimento das atividades	36
5.2.1 Desenvolvimento do kit experimental.....	36
5.2.2 Descrição das aulas	38
Considerações finais.....	56

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS57

CAPÍTULO 1

1.1 Apresentação e Motivação do trabalho

Como professor da rede pública de ensino em nível médio há sete anos, tenho percebido o desinteresse de grande parte dos alunos nos assuntos relacionados às ciências exatas; Muitos, inclusive, demonstrando certo medo quando eu me apresentava como professor de física. Sempre associavam essa disciplina com outras afins, ministradas por professores anteriores, que muitas vezes não tinham formação na área e mesmo assim lecionavam a disciplina, ou que, mesmo sendo, apresentavam aulas muito tradicionais que despertavam pouco interesse nos estudantes.

Outro motivo que afastava os alunos da física era as dificuldades em matemática, inclusive com muitos acreditando ser a física uma extensão da matemática. A partir dessa realidade, surgiu o interesse de fazer com que estes alunos recuperassem o interesse nas aulas, que gostassem e se sentissem instigados a ir além, que reconhecessem que, além dos cálculos, a física é rica em conceitos, história e uma boa oportunidade de aprendizado. Nesse sentido, concorda-se com Mendes e Batista (2016):

O contexto histórico, bem como o problema gerador, além de tornar o conteúdo mais interessante, mostra-se um importante recurso para tirar a impressão de que os cientistas eram gênios. Muitos alunos pensam que, em um belo dia, um cientista, que não tinha mais nada para fazer, acordou e disse: “vou inventar alguma coisa hoje”. Bem sabemos que essa visão ingênua não retrata a realidade, e que um longo caminho de erros, debates coletivos e acertos foi trilhado pelos cientistas. O problema é que esse caminho complexo não é mencionado no ensino de Ciências e o aluno não sabe o porquê de tal teoria ou conteúdo existirem, nem como se chegou àquele resultado. (MENDES; BATISTA, 2016, p. 759)

Em relação à matemática, Pietrocola (2002) diz que a sua linguagem é responsável, muitas vezes, pelo baixo rendimento dos alunos. Para muitos professores a falta de conhecimento matemático de anos anteriores prejudica muito o aprendizado em física. Além disso, os cursos formadores nessa área se confundem muito com o de matemática e esta aparece de forma “pesada”; para alunos do ensino médio, esse foco é um fardo ainda maior.

O fato de a matemática ser uma linguagem para a ciência não significa que se deve usá-la como foco principal. Não é incomum que os professores se esmerem na interpretação física de problemas, chegando a esboçar soluções num formalismo matemático e dizendo: "daqui para frente é só matemática e a solução completa disto vocês já aprenderam na outra disciplina". Isto sugere que, uma vez entendido o problema do ponto de vista físico, dali para

frente, as competências não são mais de responsabilidade daquele professor. A transformação do problema em um algoritmo matemático e sua solução passa, então, a depender de habilidades obtidas em outra disciplina. Desta forma, muitas vezes os professores de física acabam por atribuir à matemática a responsabilidade pelas dificuldades na aprendizagem. Erros dos alunos na resolução de equações do segundo grau, no cálculo de coeficientes angulares de curvas em gráficos, na solução de sistemas de equações, etc, são comuns, reforçando a ideia de que se trata de falta de conhecimento matemático. Admitir que boa parte dos problemas do aprendizado da física se localiza no domínio da matemática reflete um posicionamento epistemológico ingênuo - acaba-se por atribuir à segunda função de instrumento da primeira! (PIETROCOLA, 2002, p .91).

Assim, segundo o autor, aprender física passa pelo aprendizado da matemática, porém, não deve ter o “pedágio” de obrigatoriamente saber uma para aprender a outra. Além disso, é importante que o professor saiba quais competências e habilidades o aluno deve atingir. Como exemplo, quando o assunto é a influência da pressão no ponto de ebulição, pergunta-se: é necessário que o aluno saiba matemática? As competências necessárias para o aprendizado do aluno, nessa aula, necessitarão da habilidade nos cálculos?

Outro ponto a se destacar é o desinteresse dos alunos pelas aulas tradicionais, de giz e lousa, onde o aluno é um mero espectador do professor. Muitos dos professores vivem realidades que não condizem com um ensino de qualidade, pois a decadência do ensino e o desinteresse dos governantes tornam o espaço escolar cada vez mais precário. Porém, meios para atrair a atenção do aluno devem ser pelo menos analisados pelos professores, sempre tentando praticar uma aula diferente, visto que, um ensino onde os alunos não têm interesse é em vão e acaba gerando frustrações, impedindo, muitas vezes, até que ocorra um relacionamento amistoso na sala de aula.

O tema abordado nesse trabalho foi a curva de aquecimento da água, que até então, sempre fora abordado em minhas aulas de forma tradicional, com o auxílio exclusivo do livro didático. Esse tema foi escolhido devido ao grande número de conceitos que envolvem o assunto, tendo a oportunidade de associar física com a matemática através de um fenômeno visível. Acredita-se que antes de apresentar o gráfico da curva de aquecimento, o professor possa ensinar detalhadamente seus conceitos e, apesar dessa apresentação ocorrer geralmente através de fórmulas prontas, é fundamental que o professor não se prenda a elas e, sim, foque no fenômeno que possa ser comparado e visto na prática.

O trabalho foi desenvolvido em uma escola da rede técnica estadual de São Paulo, na cidade de Campinas, que oferece cursos técnicos na área de gestão, informática e indústria,

todos integrados ao ensino médio, sendo a sala escolhida a do segundo ano do curso de Logística Integrada ao Ensino Médio. Os alunos desse curso, em geral, não se identificam com as disciplinas de exatas (comunicação pessoal do pesquisador com os alunos), sendo essa uma das razões para o desenvolvimento do trabalho junto aos mesmos.

1.2 Introdução e objetivos

Acredita-se que o pluralismo pedagógico é uma boa estratégia para o ensino, tendo em vista que o ambiente escolar não se resume apenas à sala de aula, giz e lousa e que cada momento da aprendizagem pode ter uma diferente metodologia, a fim de respeitar a heterogeneidade dos alunos.

[...]os estudantes variam em suas motivações e preferências, no que se refere ao estilo ou ao modo de aprender, e mesmo na sua relação com o conhecimento. Isso sem mencionar as suas habilidades mentais específicas, ritmos de aprendizagem, nível de motivação e interesse para uma determinada disciplina, persistência dedicada a um problema, experiências vividas pelo grupo social a que pertencem. Esses fatores que podem vir a ser colocados numa sala de aula, certamente influenciam, entre outros, a qualidade e a profundidade da aprendizagem, como, também, a decisão do emprego da estratégia metodológica. Portanto, é questionável uma ação educacional baseada num único estilo didático, que só daria conta das necessidades de um tipo particular de aluno ou alunos e não de outros. (LABURÚ, ARRUDA e NARDI, 2003, p.251).

Segundo Laburú, Arruda e Nardi (2003), cada aluno tem uma trajetória de vida motivacional e emocional, as quais são fundamentais para o aprendizado e interesse no tipo de abordagem de ensino. Por isso, um método pedagógico nem sempre consegue atingir a todos. Por essa diversificação, faz-se, necessário o pluralismo metodológico.

Além das diferentes metodologias de ensino, cada vez mais a tecnologia está presente na vida de todos. Por isso, é de fundamental importância a atualização dos professores e gestores da educação nessa área. Mesmo o aluno que não tem tanto acesso em casa, deve encontrar na escola meios de ensino que usem a tecnologia:

No cotidiano do homem do campo ou do homem urbano, ocorrem situações em que a tecnologia se faz presente e necessária. Assumimos, então, educação e tecnologia como ferramentas que podem proporcionar ao sujeito a construção de conhecimento, preparando-o para saber criar artefatos tecnológicos, operacionaliza-los e desenvolvê-los. Ou seja, estamos em um mundo em que as tecnologias interferem no cotidiano, sendo relevante, assim, que a educação também envolva a democratização do acesso ao conhecimento, à produção e a interpretação das tecnologias. (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2008, p. 23)

Parte das escolas, atualmente, tem acesso à tecnologia pelo simples fato de disponibilizar computadores para os discentes. Com isso, o aluno pode assimilar melhor o aprendizado e diversificar a aula tradicional. Assim, um dos caminhos para aprimorar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na escola pode ser implementar o ensino de um conteúdo usando computadores.

A comunidade escolar depara-se com três caminhos: repelir as tecnologias e tentar ficar fora do processo; apropriar-se da técnica e transformar a vida em uma corrida atrás do novo; ou apropriar-se dos processos desenvolvendo habilidades que permitam o controle das tecnologias e seus efeitos. (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2008, p. 25)

Assim, o homem deve ter acesso à técnica das coisas, chamada tecnologia, saber usá-la e poder participar de decisões que influenciam o meio em que vive. Para Martins e Garcia (2011), fica cada vez mais difícil viver em sociedade em um mundo onde a tecnologia cresce a passos largos e a democratização ao acesso digital não.

Para Affonso e Yonezaiua (2009), há trinta anos se discutia em todas as instâncias da comunidade escolar o uso de computadores nas escolas. Atualmente se discute as TICs e como devem ser utilizadas. Os autores falam sobre os Objetos de Aprendizagem, que também são uma TIC, pois podem ser qualquer meio eletrônico que leve ao aprendizado:

[...] uma abordagem metodológica que possa integrar a tecnologia da informação como ferramenta de uso rotineiro pelo professor e para que o aluno a veja como parte de sua vida escolar mostra-se como alternativa viável para a melhoria do ensino de ciências e, também, das outras disciplinas. (AFFONSO; YONEZAWA, 2009, p.249)

Ao pesquisarem sobre os artigos publicados em uma revista que aborda as TICs, Martins e Garcia (2011), concluíram que essa área tem enormes possibilidades para o ensino de física, devido a uma grande diversidade de temas trabalhados e que podem produzir uma efetiva produção de conhecimentos. Mas advertem que estas devem ter o aporte das teorias de aprendizagem.

A investigação de maneiras para melhorar o ensino da física, não desprezando o uso de tecnologia, oportuniza aos alunos novos métodos de aprendizagem, partindo da crença que estes aprendem de diferentes formas, sendo necessário um pluralismo metodológico (ARAÚJO e ABIB, 2003). De um ponto de vista mais amplo, as diversas formas de ensino-aprendizagem são destaques nas pesquisas sobre educação, várias ferramentas são testadas para uma melhor apropriação de conhecimento dos alunos em todas as áreas. Porém, a dedicação e empenho do aluno são fundamentais para tal (MARTINS e GARCIA, 2011). Ao criar o hábito de estudar, o

aluno passa a fazê-lo com prazer e não por obrigação, conseqüentemente vem a melhorar o rendimento escolar.

A falta do hábito de estudar explica, parcialmente, a dificuldade que o docente se depara no ensino da física, já que o aluno cria concepções pessoais sobre o conteúdo estudado, identificando-os com os vividos no dia a dia. Segundo Juan Ignacio Pozo (2009), também na física as dificuldades de aprendizagem do estudante estão determinadas pela forma como ele organiza seu conhecimento a partir de suas próprias teorias implícitas sobre o mundo que o rodeia.

A física oferece muitas informações e, às vezes, apenas os pré-requisitos não são suficientes para a apropriação de conteúdo, ficando ao encargo do aluno articular o que aprendeu e utilizar para uma melhor compreensão e visualização em sua vida diária. Isso pode ter reflexos futuros como na escolha da profissão. O papel do docente de física é tentar se adaptar à realidade atual, usando quando possível, da tecnologia para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Para o desenvolvimento das discussões envolvidas com o experimento, tomou-se como referência o conjunto de competências e habilidades do Centro Paula Souza que é baseado no Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs).

Se o trabalho pedagógico for direcionado apenas à aquisição de conhecimentos, os egressos não serão instrumentalizados para a aplicação dos saberes, dando origem a uma formação profissional falha, já que haverá grandes dificuldades para solução de problemas e para a flexibilidade de atuação (capacidade de adaptar-se a vários contextos). Se o trabalho pedagógico for direcionado apenas ao desenvolvimento das habilidades, de forma exclusivamente mecânica, não haverá também o desenvolvimento da capacidade de flexibilização nem de solução de problemas, pois novos problemas serão um obstáculo, ou seja: o profissional terá dificuldades de resolver situações inusitadas e inesperadas. Para a vida moderna, tendo em vista projetos profissionais, projetos pessoais e de vida em sociedade, é necessário adotar um parâmetro para desenvolvimento de competências, pois está sendo exigida (da pessoa integral) a capacidade de aprendizado e mudança contínuos, traduzidos em parte na capacidade de adaptação, pois as necessidades mudam constantemente, com as transformações técnicas e científicas, mas também com as alterações sociais e culturais. (ARAÚJO, DEMAI e PRATA, 2016, p.31)

Nesse caso, destacam-se o desenvolvimento de competências, com os meios e instrumentos adequados para cada tipo de questão e estratégias de enfrentamento dos problemas e a sistematização de informações relevantes para a compreensão da situação problema. Para tanto, as habilidades necessárias são várias, como: articular conhecimentos de diferentes naturezas e áreas numa perspectiva interdisciplinar; identificar o problema e formular questões

que possam explicá-lo e orientar a sua solução; aplicar raciocínios dedutivos e indutivos; comparar e interpretar fenômenos; estimar ordens de grandeza e identificar parâmetros relevantes para quantificação; formular e testar hipóteses e prever resultados; interpretar e criticar resultados numa situação concreta; selecionar estratégias de resolução de problemas; utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos; recorrer a modelos, esboços, fatos conhecidos em suas análises e interpretações de fenômenos; os meios e instrumentos adequados para cada tipo de questão; estratégias de enfrentamento dos problemas; selecionar instrumentos para a interpretação de experimentos e fenômenos descritos ou visualizados e por fim estabelecer objetivos, metas e etapas direcionadas para a resolução da questão, dentre outros (Plano de Curso do Centro Paula Souza, 2017).

Como valores e atitudes, segundo o Plano de Curso do Centro Paula Souza (2017), espera-se a valorização dos procedimentos de planejamento, a organização e a avaliação na obtenção de resultados esperados.

Assim, a análise da curva de aquecimento permite explorar algumas destas habilidades e competências, pois o fenômeno físico é visualizado e confirmado através do gráfico. Importante salientar que a matemática é necessária para os cálculos das grandezas físicas a partir da curva. Como exemplo, o aluno pode calcular para uma determinada massa, o calor específico, calor latente, quantidade de calor recebido, a potência da fonte de calor, pontos de fusão e ebulição, além de poder analisar a influência da pressão nesses pontos. Logo, o tema é oportuno para um trabalho que visa o pluralismo de conceitos físicos e matemáticos em um fenômeno que pode ser apresentado de forma prática e de fácil compreensão.

Os próprios livros didáticos abordam de modo pouco inovador o assunto central da dissertação. Isso foi confirmado por meio de uma breve pesquisa acerca do tema junto a alguns livros didáticos de ensino médio, na intenção de verificar como esses livros orientam os professores no ensino desse assunto.

Para isso, selecionaram-se três livros didáticos fornecidos pelo Ministério da Educação às escolas públicas e analisados os tópicos mencionados acima. Concorde-se que:

O livro didático é um dos motivos de preocupação entre os pesquisadores da área de Ensino de Ciências. O quadro atual do Ensino de física no Brasil se apresenta com uma grade composta de um pequeno número de aulas por semana e escasso tempo de planejamento, fundamental para a qualidade do trabalho do professor. Tendo em vista a política de baixos salários praticada no país, o professor tem necessidade de excessiva carga de aulas semanais. Tal quadro conduz a imprescindível reflexão sobre os livros utilizados, os

critérios de escolha, sua eficaz utilização em sala de aula, entre outros fatores. (PEREIRA e CARDOZO, 2015, p.6)

Diante a necessária análise dos livros selecionados, observou-se que os três livros são bastante claros nos temas, explicam de forma simples e focam bastante em conceitos. Os exercícios propostos, sempre são ricos em interpretação, e exigem respostas dissertativas também. Seguem uma sequência semelhante de tópicos, abordando calor; capacidade térmica; equação fundamental da calorimetria, dando destaque ao calor específico da água; Primeira e Segunda lei da Termodinâmica, Ciclo de Carnot e Entropia; estados físicos da matéria, com a explicação microscópica de calor latente.

Todos são bem parecidos, porém um deles acrescenta fatos físicos históricos e cientistas do passado. Para os propósitos desse trabalho, destaca-se que os três livros propõem experimentos e curiosidades, mas não se encontrou um enfoque para a experimentação e a curva de aquecimento das substâncias, incluindo o uso de recurso tecnológico (conforme mostraremos adiante).

Percebendo pontos a se melhorar em uma aula de física, este trabalho foi produzido visando explorar a relação entre experimentação e ensino de física. Muitos autores defendem que a experimentação difere da aula tradicional e pode ser uma ferramenta aliada para instigar o aluno (MARTINS e GARCIA, 2011). Além disso, o trabalho explora a formalização matemática dentro do tema, pois essa é a linguagem usada para chegar aos valores absolutos. Os alunos puderam associar cálculos da física com os matemáticos através da análise de gráficos.

O objetivo principal foi o desenvolvimento de um experimento prático contendo conceitos da termologia, para ser aplicado junto aos alunos do segundo ano do ensino médio dentro de um protocolo de aulas. Como objetivo específico pretendeu-se promover um ensino e aprendizagem utilizando a experimentação aliada à tecnologia, como inovação na prática pedagógica. Isso foi feito a partir da utilização do produto que descreveremos no apêndice da dissertação. Há, ainda, a intenção de relacionar as diferentes etapas de aplicação do produto às competências e conjunto de habilidades destacadas pela escola de aplicação, conforme será detalhado adiante.

CAPÍTULO 2

2. Experimentação

Nesse capítulo apresentaremos uma seção que discute conceitos de experimentação e suas diferentes características.

2.1 A experimentação e o desafio de sua aplicação em sala de aula

O entendimento da ciência e da física é importante para a formação da cidadania. Propostas de participação plena dos alunos nas aulas, a fim de que possam entender os avanços tecnológicos e saber opinar de forma crítica e responsável em decisões que afetam a sociedade devem ser analisadas. Nesse sentido, vê-se a importância das aulas de física, em especial das aulas experimentais, pois espera-se que estas despertem o interesse pelo assunto, fazendo-os reformular os modelos de fenômenos e atingir um bom nível de conhecimento (LEIRIA e MATARUCO, 2015).

Pensando assim, apenas a forma tradicional de aula, usando somente o giz e lousa, pode ser vista como algo ultrapassado, que desmotiva os alunos e cria barreiras para o aprendizado da ciência. Estratégias para atrair os discentes são alvos de pesquisadores. Araújo e Abib (2003) verificaram que a experimentação em aula atua como uma boa estratégia de ensino de física e que há grande bibliografia sobre as vantagens em seu uso. Verificaram ainda que esta não é uma prática comum em sala de aula e que o material de apoio ao professor não é tão estimulante para tal.

Apesar da pesquisa sobre essa temática revelar diferentes tendências e modalidades para o uso da experimentação, essa diversidade, ainda pouco analisada e discutida, não se explicita nos materiais de apoio aos professores. Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida, o que, sem dúvida, está muito distante das propostas atuais para um ensino de física significativo e consistente com as finalidades do ensino no nível médio (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 177).

Logo, os materiais didáticos, mesmo buscando auxiliar o uso da experimentação, são limitados nas possibilidades e não atuam apresentando ao professor todo potencial para o processo de ensino-aprendizagem que determinadas práticas podem apresentar.

Geralmente, a postura do professor é apresentar uma ciência com bases empíricas cuja única forma de desenvolvimento é através da utilização do método científico. Essa postura conduz e afiança o processo tradicional de ensino onde a memorização e a reprodução são protagonistas do processo, inibindo a criatividade ou o desenvolvimento de outros modelos teóricos que poderiam ser debatidos em sala. Nestas condições as atividades experimentais se tornam mais um exercício de fixação dos conteúdos. (LEIRIA e MATARUCO, 2015, p.32214)

E é nesse sentido que o professor deve buscar maneiras e materiais que o auxiliem a desenvolver uma aula experimental.

Segundo Leiria e Mataruco (2015) as atividades experimentais devem receber um grande enfoque, visando enriquecer a criatividade nos alunos e fazendo-os compreender os fenômenos físicos, promovendo a aprendizagem, sempre considerando os conhecimentos prévios dos mesmos.

Parte dos discentes não gosta da física, mas de realizar experimentos. Portanto a experimentação pode motivá-los a compreender a disciplina e se familiarizar com a ciência.

As atividades experimentais quando contextualizadas com uma prática pedagógica podem proporcionar um esclarecimento e um entendimento aos indivíduos sobre os conceitos científicos, fazendo com que os mesmos possam se deslocar do mundo abstrato no qual são colocados para uma interação com o mundo científico, pois são atividades enriquecedoras e que podem proporcionar um sentido para a aquisição de conhecimento desta ciência. (LEIRIA e MATARUCO, 2015, p.32225)

Assim o experimento apropriado é um bom meio de cativar os estudantes ao interesse, tornando a escola agradável ao conhecimento, onde o aluno é um ser ativo no ambiente e não apenas um observador que fica sentado por horas.

Na medida em que se passa a planejar experimentos com orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas. (LABURÚ, 2006, p. 384)

Portanto, Leiria e Mataruco (2015) defendem que o experimento deve ser planejado para que o aluno tenha foco no conteúdo através da aula prática com algo que lhe faça sentido e que ele saiba para que serve. Laburú (2006) diz que um experimento para ser cativante deve explorar a novidade e o lúdico, deve despertar o interesse, a curiosidade, ser algo inesperado e provocar sentimentos como prazer e desafio. Sempre tomando o cuidado para que tudo não seja apenas como um simples entretenimento, o que implica em planejamento.

As atividades experimentais, segundo Araújo e Abib (2003), são vistas com bons olhos pelos professores, como maneira produtiva de contornar as dificuldades e problemas do ensino, principalmente de física.

É importante analisar, então, as contribuições da experimentação, se o tipo de experimento escolhido é oportuno para a aprendizagem de acordo com o tema estudado e se causará impacto no aluno ou será apenas uma aula-show. Segundo Oliveira (2010), devem ser analisados os enfoques e abordagens que o professor deseja realizar em uma aula experimental. A autora cita algumas contribuições desse tipo de aula, como a motivação e atenção dos alunos. Nesse quesito o experimento é questionado devido ao fato de que nem todos os alunos se interessam pela aula e que o professor é quem deve se dedicar a mantê-los focados na atividade.

Outros pontos importantes que a aula experimental possibilita, segundo a autora, é a capacidade de trabalhar em grupo, tomada de decisão, criatividade, absorção, análise de dados, conceitos científicos, detecção e correção de erros conceituais dos alunos, dentre outros.

Assim, a experimentação como metodologia de ensino pode inspirar os estudantes e aproximá-los da compreensão de aspectos da ciência e de conteúdos científicos.

2.2 Tipos de atividades de experimentação

Ao investigar o grau de direcionamento das atividades em artigos, Araújo e Abib (2003) verificaram atividades com caráter demonstrativo, verificativo e investigativo. Além desses aspectos, avaliaram também o cunho do ensino relacionado aos tipos de experimentação, ou seja, ensino tradicional ou construtivista.

Para as atividades de demonstração os autores indicam que as atividades podem ser fechadas ou abertas. No primeiro caso, o professor é o único que participa do experimento e os alunos são espectadores. No segundo caso, os alunos discutem e levantam ideias.

Os autores acreditam que as atividades de demonstração do tipo aberta podem ser de melhor aproveitamento pelos alunos e que ao demonstrar um fenômeno, os alunos podem compreender muitos aspectos relacionados a este. Esse tipo de atividade é muito usada pelos professores que praticam experimentação e pode ser um complemento para um conteúdo que já foi estudado de forma teórica ou, ainda, o professor pode começar um novo assunto pelo experimento e posteriormente ir para a teoria.

O experimento do tipo demonstrativo é rápido e, portanto, acaba sendo de fácil aplicação, considerando que na maioria das escolas, principalmente as públicas, o tempo destinado às aulas de física é pequeno.

Oliveira (2010) apresenta algumas estratégias para um melhor aproveitamento de atividades demonstrativas. Por exemplo, o professor deve deixar claro o que pretende, o que os alunos esperam ver e que expliquem o porquê da expectativa. Aponta, ainda, que é importante que os alunos destaquem e escrevam o que chamou a atenção e ao final da aula discutam suas concepções. Finaliza a pesquisa com o uso de questionários que os alunos responderão sobre a atividade, agora com o conhecimento científico abordado.

Portanto, a atividade demonstrativa pode ser muito bem empregada e a participação do aluno é muito interessante, pois enriquece a aula e aumenta as chances deste obter interesse pelo conteúdo abordado.

O segundo tipo de aula experimental descrito por Araújo e Abib (2003) é a verificação, que é usada, geralmente, para se confirmar uma lei da física que os alunos já viram de forma teórica e serve como complemento da aula expositiva.

Dentre as aulas experimentais, a verificação é a mais simples; os alunos já estão familiarizados com o assunto e uma lei da física será confirmada. Isso pode aumentar o interesse nos alunos e ajudar a fixar o conteúdo.

Oliveira (2010) descreve algumas estratégias que podem ajudar na aula experimental de verificação. O professor pode sugerir modificar o experimento e questionar os alunos acerca de quais seriam as consequências, em seguida modificar realmente o experimento e verificar as respostas dadas anteriormente e, então, discutir os resultados.

A importância destas atividades pode ser destacada, entre outros fatores, pela sua capacidade de facilitar a interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados, sendo, segundo alguns autores, um recurso valioso para tornar o ensino estimulante e a aprendizagem significativa, promovendo uma maior participação dos alunos. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.8)

Assim, a atividade experimental de verificação é uma boa opção para o professor sair da aula tradicional que, na maioria das vezes, o livro didático é a única fonte de consulta. Também para que o aluno adquira maior interesse pela ciência e passe a questionar a validade dos modelos e hipóteses associados a uma teoria física.

Por fim, a terceira modalidade de atividade experimental é a do tipo investigativo, em que o aluno não é um simples espectador, mas um sujeito ativo e pode participar de todas as etapas propostas, o que faz a aula se tornar atrativa e desafiadora, pois muitas respostas terão que ser encontradas, causando muita curiosidade. Nesse tipo de aula, o aluno é mais independente e o professor é um agente que promove as interações necessárias.

Segundo Oliveira (2010), esse tipo de aula dispensa roteiros e requer um maior tempo

de estudo, pois várias etapas são desenvolvidas, como analisar problemas, levantar hipóteses, preparar e executar procedimentos, analisar e discutir os resultados.

A aula investigativa tem cunho construtivista e pode dispensar o livro didático. O aluno pode finalizar um conteúdo e atingir as competências desejadas pelo professor com a atividade experimental, visto que difere muito dos dois tipos anteriores, pois pressupõe um aluno participativo e atuante.

Muitos professores gostariam de trabalhar dessa forma, porém isso requer do docente tempo de preparo e aplicação, além de condições estruturais para tal. Acredita-se que a falta desses itens acaba desmotivando muitos deles e isso contribui para optarem pelo ensino tradicional. Além disso, se reconhece a carência de laboratórios em grande parte das escolas, bem como o despreparo do professor com a experimentação.

Um resumo das principais características das três atividades é apresentado no quadro 1:

Quadro 1: Principais características das atividades de demonstração, verificação e investigação.

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Fonte: OLIVEIRA, 2010, p. 151

Higa e Oliveira (2012) pesquisaram o caráter epistemológico-pedagógico dos experimentos de física e publicaram os resultados em um periódico brasileiro sobre ensino de

física. Segundo as autoras, o experimento pode ser uma ilustração do conhecimento já aprendido de forma teórica. A prática irá confirmar o que se sabe, pode ser uma descoberta (onde o aluno é submetido a construir algo de forma autônoma e interage com o meio) ou pode ser ainda a base de introdução do discente nos processos da ciência, onde este aprenderá habilidades relacionadas à investigação da ciência. Nesse caso, aulas teóricas são necessárias, para que o aluno se introduza nos métodos respectivos à prática.

Nesse mesmo artigo de Higa e Oliveira (2012), Amaral (1997) aponta que as atividades experimentais estão inseridas em um contexto epistemológico-pedagógico. Epistemológico, porque envolve concepções de realidade, de conhecimento científico, de relações entre diferentes formas de conhecimento, de método científico, enfim, de uma concepção de ciência. Pedagógico, por envolver concepções de aprendizagem, de posicionamento dos conhecimentos prévios dos alunos, de relações entre conteúdo e método.

Assim, as autoras concluíram que, dependendo do tipo da experimentação, as abordagens das aulas poderiam ter dois enfoques, um deles é aprendizagem, quando as vertentes são: compreender a atividade científica e articular conhecimentos teóricos aos práticos e a interação. Ou a interação, quando as abordagens visam a participação do aluno na execução da atividade, a relação entre os alunos e a interdisciplinaridade. Concluíram ainda que, as atividades demonstrativas, foram mais do tipo abertas, pois havia discussões, reflexões e que poderiam ser classificadas como investigativas também, pois enfatizavam a interação social.

Portanto, o uso da experimentação envolve muito estudo, preparo e dedicação para se obter bons resultados. Sobretudo, exige a formação do professor para que o mesmo seja instruído a pensar nas diferentes abordagens que a aula experimental oferece, no intuito de usá-las no momento adequado e para o assunto certo, para que sirva como algo motivante ao aluno e que estimule seu interesse pela ciência.

CAPÍTULO 3

3. Teoria de aprendizagem

Neste capítulo apresentaremos alguns conceitos de Lev Semenovitch Vigotski que possuem interface com o que se deseja discutir na dissertação. O texto foi baseado nas obras “Formação Social da Mente” (VIGOTSKI, 2007) e “Atividades experimentais no ensino de Física” (GASPAR, 2014).

3.1 Instrumentos e signos

A capacidade especificamente humana para a linguagem habilita a criança a providenciar instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superar a ação impulsiva, a planejar uma solução para um problema antes de sua execução e a controlar seu próprio comportamento. Signos e palavras constituem para as crianças, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas. (VIGOTSKI, 2007, p.17)

Também, através de experiências, a criança aprende, de forma mental, a planejar sua atividade. Porém, ela também requisita a ajuda de outra pessoa, de acordo com a dificuldade do problema proposto.

O uso de instrumentos e fala atinge funções psicológicas como a percepção, operação sensório motoras e a atenção. Ela cria a possibilidade de combinar elementos de campos visuais do presente e passado, é a memória.

Criado com o auxílio da fala, o campo temporal para ação estende-se tanto para diante, quanto para trás. A atividade futura que pode ser incluída na atividade em andamento é representada por signos. Como no caso da memória e da atenção, a inclusão de signos na percepção temporal não leva a um simples alongamento da operação no tempo; mais do que isso, cria condições para o desenvolvimento de um sistema único que inclui elementos efetivos do passado, presente e futuro. Esse sistema psicológico emergente na criança engloba, agora, duas novas funções: as intenções e as representações simbólicas nas ações propositadas. (VIGOTSKI, 2007, p.29)

Existe também a memória natural, a não mediada, adquirida por experiências reais. Atividades simples como dar um nó ou entalhar madeiras, necessitam não apenas de memória, mas também de dimensões biológicas do sistema nervoso humano, o que permite adquirir estímulos artificiais chamados de signos.

O signo é um estímulo de segunda ordem, pois ele é o elo entre estímulo e a resposta, que age sobre o indivíduo e permite aos seres humanos controlar seu próprio comportamento.

As pesquisas de Vigotski e seus colaboradores mostraram ainda a existência da lembrança mediada. Na idade pré-escolar a criança não consegue controlar seu comportamento pela organização de estímulos especiais. Ele percebeu que mesmo com os estímulos, onde usou cartas coloridas, não houve eficácia nas respostas. Num segundo estágio de idade, os estímulos externos começam a ser eficazes.

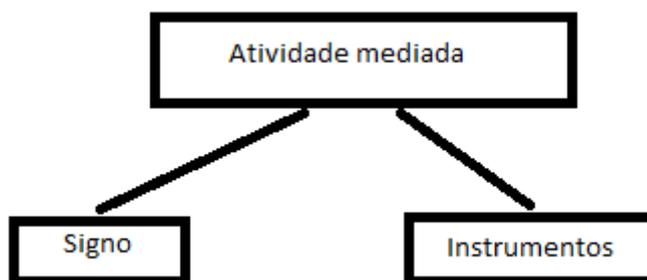
Porém, quando adultos, num estágio superior do desenvolvimento, o comportamento permanece mediado. Ocorre a internalização, agora não se usam mais os signos externos, que as crianças precisavam, pois se transformaram em signos internos, produzidos como um meio de memorizar.

A verdadeira essência da memória humana está no fato de os seres humanos serem capazes de lembrar ativamente com a ajuda de signos. Poder-se-ia dizer que a característica básica do comportamento humano em geral é que os próprios homens influenciam sua relação com o ambiente e, através desse ambiente, pessoalmente modificam seu comportamento, colocando-o sob seu controle. (VIGOTSKI, 2007, p.50)

Assim, quando criança, o ser humano precisa de estímulos, chamados de signos externos, para se chegar a respostas e usar instrumentos de forma diferente dos animais. Mas quando adulto, ele usa os signos internalizados, são os signos internos, agora sua memória é mediada.

Segundo Vigotski (2007), o signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel do instrumento no trabalho. Conforme exposto na Figura 1.

Figura 1: Relação da atividade mediada com signos e instrumentos.



Fonte: VIGOTSKI, 2007, p.54

Segundo Vigotski (2007. p.56) “Chamamos de internalização a reconstrução interna de uma operação externa”. O simples gesto de apontar, inicialmente não é nada mais do que querer pegar algo, o que provoca a aproximação, porém, mais tarde isso se torna, de um movimento orientado pelo objeto, para um movimento dirigido à outra pessoa, um meio de

estabelecer relações. Assim, algo que antes representava uma atividade externa é reconstruído como algo interno.

Um processo interpessoal se torna intrapessoal, resultado de uma longa série de eventos ocorridos no desenvolvimento.

O processo, sendo transformado, continua a existir e a mudar como uma forma externa de atividade por um longo período de tempo, antes de internalizar-se definitivamente. Para muitas funções o estágio de signos externos dura para sempre, ou seja, é o estágio final do desenvolvimento, tornando-se gradualmente funções interiores. Entretanto, elas somente adquirem o caráter de processos internos como resultado de um desenvolvimento prolongado. Sua transferência para dentro está ligada a mudanças nas leis que governam suas atitudes; elas são incorporadas em um novo sistema com suas próprias leis. A internalização de formas culturais de comportamento envolve a reconstituição da atividade psicológica tendo como base as operações com signos. Os processos psicológicos, tal como aparecem nos animais, realmente deixam de existir, são incorporados nesse sistema de comportamento e são culturalmente reconstituídas e desenvolvidas para formar uma nova entidade psicológica. A internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui o aspecto característico da psicologia humana; é a base do salto quantitativo da psicologia animal para a psicologia humana. (VIGOTSKI, 2007, p.56)

Portanto, instrumentos são aqueles usados com inteligência pelo homem: a faca para cortar, a enxada para capinar. Já o signo dá a capacidade ao homem de representar mentalmente algo, ao dizer a palavra sofá, é possível visualizá-lo mesmo não tendo um presente. Através desses signos ocorre a internalização do conhecimento. A criança não precisa colocar o dedo na tomada, pois sabe que pode levar um choque, pois associou a relação de tomada com choque. Isso ela pode ter vivenciado ou simplesmente, ter interagido junto à mãe ou o pai.

Para os fins desse trabalho, entendemos que o produto produzido serve como elemento mediador para que os alunos atinjam a internalização de conhecimentos, juntos aos agentes de aprendizagem, no caso, alunos e o professor. Pôde ser visto como signos externos para que os alunos usem a memória mediada e acrescentem signos internos a ela.

O fato de participarem da aula experimental, verificando a curva de aquecimento, podendo interpretá-la, ligando a física com a matemática, serviu para uma melhor fixação dos fenômenos já vistos na teoria.

3.2 Ideias de Vigotski e a experimentação

Para Vigotski (2007) os conceitos que a criança aprende em sala de aula, nada diferem daqueles aprendidos fora dela. Ele divide o aprendizado de conceitos entre espontâneos, que

são aqueles aprendidos por conta própria, sem influência de adultos, e não espontâneos, aprendidos na escola e influenciado quase sempre pelo professor.

Para ele, o aprendizado vem antes do desenvolvimento cognitivo, ressaltando esse aspecto da seguinte forma:

“[...] a compreensão do processo de ensino aprendizagem apresentado pela teoria de Vigotski se apoia em duas ideias básicas: a aprendizagem como fator determinante do desenvolvimento cognitivo e a relação entre motivação e pensamento.” (GASPAR, 2014. p.175)

Para Vygotski (2007) a motivação é a origem do pensamento. Assim, para uma aprendizagem, a motivação é o foco e ponto inicial para essa teoria. Ele ainda propõe a fase do egocentrismo na criança, quando essa expressa o pensamento por palavras e, posteriormente, vem a transposição da linguagem exterior à interior, é o início do pensamento. O pensamento é um processo de codificação através da linguagem. Ele ainda diz que é difícil decodificar pensamentos nossos através de palavras ditas e ainda mais de outros, pois cada pessoa tem sua ontogênese, ou seja, seus códigos em particular.

Essa assimilação só é possível por motivação, interesse em assimilar e entender. Assim o pensamento se cria por motivação. Gaspar (2014) assim coloca:

Assim, se o pensamento se organiza da motivação, pode-se afirmar que a interiorização da linguagem, origem do pensamento, só ocorre se houver um motivo, para que a mente se disponha a assumir essa tarefa. Então, se para aprender é preciso pensar, pode-se concluir que para aprender é preciso também querer, não há aprendizagem à revelia. (GASPAR, 2014, p.178)

Ao ensinar um conceito não tão comum, o professor deve passar os motivos que o levam a ensinar aquilo, assim o aluno irá criar novas concepções sobre o assunto.

Gaspar (2014) cita a importância do professor na mediação do ensino-aprendizado em uma atividade experimental:

Assim como o próprio pensamento verbal, o conhecimento também é uma construção humana e só pode ser adquirido pela interação entre seres humanos – ele não está nos objetos e nem pode ser extraído das ações que exercemos sobre eles. Em outras palavras, a realização de uma atividade experimental por um grupo de alunos sobre determinado conteúdo só possibilita a aprendizagem desse conteúdo se esse grupo contar com a colaboração de alguém que domine esse conteúdo e oriente a realização dessa atividade em todas as suas etapas: a exposição de seus objetivos e de seus fundamentos teóricos, a realização das medidas, a análise de dados, a obtenção de resultados e a apresentação das conclusões. (GASPAR, 2014, p.210)

Gaspar (2014), após uma longa discussão acerca da importância e história da experimentação no ensino de física, apresenta alguns aspectos centrais acerca da

experimentação orientada pela teoria de Vigotski. Para o autor, as implicações pedagógicas da teoria de Vigotski são válidas também para o ensino, usando a experimentação, pois não se encontra diferenciação no processo de ensino e aprendizagem em decorrência do modo que é apresentada ou da natureza da disciplina.

Ainda, apoiando-se em Vigotski, Gaspar (2014) cita que as atividades experimentais têm vantagens perante outras práticas didáticas. São elas: a motivação e a concretização. Os alunos têm dificuldades de visualizar os conceitos, mas com a concretização que acontece em uma aula prática, isso é minimizado e a atividade experimental sempre causa interesse e os motiva, pois o simples fato da aula ser diferente já causa curiosidade. Assim, o experimento sempre deve causar surpresa, os motivar e nunca deve ser escolhido um assunto irrelevante.

Para a internalização do conhecimento, o professor tem um importante papel, sendo o agente que lança mão dos instrumentos e signos, sempre respeitando o fato que a aprendizagem deve ocorrer de forma conjunta e colaborativa entre os alunos.

A partir dessas considerações, destacamos que o desenvolvimento do trabalho objetiva que os estudantes possam internalizar o conhecimento sobre os conceitos de termologia, a partir da mediação com o experimento aprimorado e apresentado como produto final.

CAPÍTULO 4

4. Termodinâmica

Este capítulo apresenta alguns conceitos e definições sobre a termodinâmica, bem como um breve histórico sobre calor e princípio de conservação de energia.

4.1 Primeiros conceitos

Essa área da física estuda fenômenos associados à temperatura e ao calor. Embora tais fenômenos estejam relacionados a grandezas microscópicas, é mais conveniente descrevê-los em termos de grandezas macroscópicas médias e observáveis. No caso de um gás de uma substância pura confinada num recipiente, por exemplo, o *estado termodinâmico* do gás pode ser descrito pela tríade volume V do recipiente, pressão P e temperatura T . A pressão está relacionada com o valor médio da transferência de momento linear nas colisões das partículas com as paredes (como um jato de areia se chocando contra a parede do recipiente por exemplo), enquanto que a temperatura está relacionada com a energia cinética das partículas.

Historicamente, as relações entre estas grandezas macroscópicas definiram experimentalmente as leis da termodinâmica. Posteriormente tais leis foram determinadas com a aplicação da estatística para estudar sistemas microscópicos, com um número suficientemente grande de partículas (dado que qualquer recipiente considerável contém um número da ordem de 10^{24} partículas constituintes do gás em questão). Segundo Caldeira e Martins (1990), em âmbito macroscópico, a termodinâmica analisa propriedades médias observáveis, como temperatura, volume e pressão. Já no microscópico (através da Teoria Cinética), é considerado que o sistema é formado por partículas que executam diferentes movimentos e que estão sujeitas a diferentes interações, possuindo, portanto, energia cinética e energia potencial.

A Termodinâmica se baseia nas trocas de energia entre sistemas, ou seja, em como estas trocas atuam sobre as propriedades destes sistemas. Neste contexto, é definida a energia interna microscópica como a soma das energias potenciais e cinéticas das partículas constituintes do sistema. Esta energia interna pode variar (e a variação pode ser medida) através da realização de trabalho (energia transferida de uma força ao longo de um deslocamento) sobre ou pelo sistema, ou pela transferência de energia térmica entre o sistema e o exterior. Neste último caso reside uma definição formal de calor: calor é a energia térmica transferida de um sistema para outro devido à diferença de temperatura entre eles. Aqui pode ser introduzido também o conceito de temperatura como sendo a propriedade que indica como poderá ocorrer

o fluxo de energia entre os dois sistemas. No caso, este fluxo se dará, espontaneamente, do sistema de temperatura mais elevada para o sistema de temperatura mais baixa. A temperatura indica, então, se os corpos estão em equilíbrio térmico. Segundo Caldeira e Martins (1990):

“quando o processo de transferência de energia cessa, deixa de existir razão para o uso do termo calor ou trabalho. Estas designações passam a não ter qualquer utilidade ou mesmo significado. É tão incorreta a referência a calor de um corpo, como trabalho de um corpo. O resultado de um processo de transferência de energia sob qualquer das formas referidas é apenas o aumento, decréscimo ou conservação da energia interna e não é possível detectar por qual das formas foi obtido.” (CALDEIRA e MARTINS, 1990, p.86).

Evidentemente, tais definições não são simples e essa complexidade se reflete nos aspectos pedagógicos da questão. O aluno traz com ele as noções intuitivas de calor e temperatura, a partir das quais foram criadas as suas concepções alternativas acerca do tema. Assim, o professor deve prestar atenção nestes detalhes a fim de desconectar os termos errados usados no dia a dia, como exemplo: “estou com calor” ou “calor de um corpo”. É comum também, por exemplo, que os alunos pensem que diferentes sensações de “calor” e “frio” signifiquem diferentes temperaturas. Caldeira e Martins (1990) sugerem que nos primeiros contatos do aluno com a termodinâmica haja uma ampla discussão sobre os termos empregados nesta área.

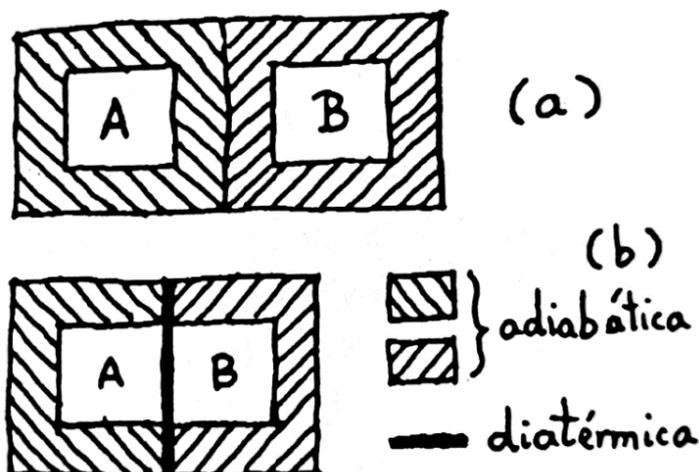
4.2 Equilíbrio térmico e a lei zero da termodinâmica

As paredes que definem o volume de um *sistema termodinâmico* (uma determinada quantidade de matéria confinada neste volume) podem ser fixas ou móveis. Tais paredes podem ser condutoras térmicas ou isolantes térmicas. Quando permitem que o calor a atravesse de um meio para outro, dizemos que é uma parede diatérmica, ou seja, os meios estão em contato térmico. Se a parede não permite a passagem de calor, esta é uma parede adiabática, ou seja, idealmente o sistema está isolado.

A experiência mostra que um sistema isolado tende para uma condição em que nenhuma de suas grandezas termodinâmicas macroscópicas (ou o seu estado termodinâmico) sofre mudança, ou seja, o sistema atinge o *equilíbrio térmico*. Neste sentido é que o conceito de temperatura é associado ao conceito de equilíbrio térmico: dois sistemas estão em equilíbrio térmico se estão à mesma temperatura.

Na figura abaixo vemos o caso do equilíbrio térmico e da lei zero da termodinâmica:

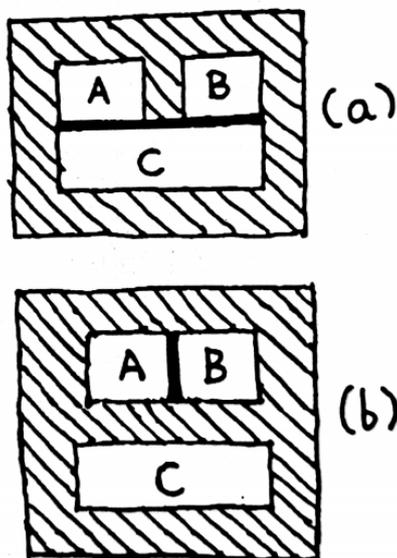
Figura 2: Esquema que mostra o equilíbrio térmico.



Fonte: MOYSÉS, 1996, p.159

No caso (a), temos dois sistemas isolados por paredes adiabáticas, o sistema A e o sistema B, onde o estado termodinâmico de equilíbrio de cada um não influencia no outro. Em (b) eles são separados por uma parede diatérmica (que permite a transferência de calor), assim, A e B entrarão em equilíbrio térmico depois de um certo tempo.

Figura 3: Esquema que mostra a lei zero da termodinâmica.



Fonte: MOYSÉS, 1996, p.159

No caso da figura 3, temos em (a) os sistemas A e B em equilíbrio térmico com C, pois estão separados por uma parede diatérmica. Porém A e B estão separados por uma parede adiabática, que os deixa isolados entre si. Se agora trocarmos as paredes, ou seja, isolarmos C dos outros dois sistemas com uma parede adiabática e colocarmos uma parede diatérmica entre A e B, mostrado em (b), notaremos que A e B também estarão em equilíbrio térmico. Esta é a

lei zero da termodinâmica, que garante que *dois sistemas em equilíbrio térmico com um terceiro estão em equilíbrio térmico entre si*.

Essa lei é o que nos permite usar de um termômetro para medição de temperatura (verificar se dois corpos estão em equilíbrio térmico sem colocá-los em contato).

4.3 Quantidade de calor

Pereira e Cardozo (2015) consideram necessário o ensino da evolução histórica dos conceitos da Física Térmica para que esta não seja vista como verdade fechada em si mesma e imutável. Citam a linguagem atemporal dos livros didáticos, sempre no presente do indicativo, com a estrutura programática igual à de décadas atrás. Concluem que a maioria desses livros não apresenta uma abordagem histórica significativa sobre o tema proposto, sendo esta abordada sempre na introdução ou conclusão do capítulo ou unidade. O que causa certo risco de ser ignorada pelo docente, pois este pode considerá-la como pontos locais de temas facultativos, não sendo criados, assim, vínculos do tema, com sua história.

No final do século 18, Lavoisier chamou de calórico o que acreditava ser uma substância invisível que ocupava os poros dos corpos e fluía do mais quente para o mais frio. Além de que, supunha uma lei de conservação de calórico, pois a quantidade total deste se mantinha constante. Francis Bacon e Roberto Hooke acreditavam noutra hipótese, descrita por Newton em 1704 como: “O calor consiste num minúsculo movimento de vibração das partículas dos corpos” (MOYSÉS, 1996, p.167). Benjamin Thomson, conde de Runford na Bavária e casado com a viúva de Lavoisier, apontou problemas na teoria do calórico ao não detectar mudanças de peso nos corpos que cediam ou absorviam grandes quantidades de calor. Acreditavam os defensores do calórico que, se atritassem ou batessem em corpos, o calórico era espremido para fora destes. Porém Runford, em seus trabalhos com perfuração de metais para a fabricação de canhões, constatou que a quantidade de calórico seria ilimitada se a teoria fosse verdadeira, uma vez que calor era produzido enquanto durava o atrito de suas brocas com o bronze. Percebeu, então, que a geração de calor tem a ver com o movimento, não com o material em si. Hoje sabe-se que o calor tem a ver com o movimento vibratório das partículas que formam o corpo.

Na segunda metade do século 18, James Watt desenvolveu a máquina a vapor, na qual calor podia gerar trabalho. James Prescott Joule realizou experiências básicas para chegar a uma equivalência quantitativa entre eles. Em 1847, ao apresentar seu resultado, despertou o interesse de Willian Thomson, que em breve seria o Lord Kelvin.

Hermann Von Helmholtz, em 1847, mostrou que o Princípio de Conservação de Energia se aplicava a todos os fenômenos conhecidos da época. Por volta de 1960, esse princípio, também conhecido como 1ª Lei da Termodinâmica, já era conhecido como princípio fundamental aplicável a todos os fenômenos.

4.3.1 Algumas definições iniciais

A quantidade de calor que um corpo pode receber ou ceder devido a uma dada diferença de temperatura depende de sua massa e substância constituinte desse corpo. A característica que diferencia cada tipo de substância é o *calor específico* do material. Mais exatamente, calor específico é a quantidade de calor necessária para elevar de 1°C a temperatura da massa de 1g do material.

A *caloria*, que cada unidade equivale a 4,186 joules em energia mecânica, é quantidade de calor necessária para elevar de 14,5°C para 15,5°C, a massa de 1g de água. Proporcionalmente chegamos a 1000 calorias, ou 1kcal, a quantidade necessária para elevar essa temperatura para 1 litro de água. Logo, o calor específico da água nesta faixa de temperatura é 1cal/g °C. Há duas maneiras de se medir esta propriedade térmica: à pressão constante ou à volume constante. No entanto, para a maioria dos sólidos em temperaturas próximas à temperatura ambiente, há pouca diferença nos valores destes chamados *calores específicos principais*.

Para uma dada massa m de uma substância de calor específico c , uma quantidade de calor dQ é necessária para a elevação de dT na sua temperatura (dQ e dT são infinitésimos). Assim, pode-se definir a chamada *capacidade térmica* (C) como a razão entre a quantidade de calor cedida ou recebida pela variação da temperatura.

$$C = mc = \frac{dQ}{dT} \quad (\text{Eq.1})$$

Dada, portanto, em cal/g.

Se a variação de temperatura entre a inicial e a final é suficientemente grande para que seja necessário levar em consideração a variação do calor específico com a temperatura, teremos:

$$Q = m \int_{T_i}^{T_f} c(T) dT = m \cdot c \cdot (T_f - T_i) \quad (\text{Eq.2})$$

Ou

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (\text{Eq.2.1})$$

Onde Q é a quantidade de calor, m é a massa e ΔT é a variação da temperatura.

Evidentemente a termodinâmica obedece a um princípio fundamental da física: a conservação da energia. Assim, se um sistema isolado (por paredes adiabáticas) contém substâncias com temperatura diferentes, o caminho do equilíbrio térmico se dá com partes cedendo uma determinada quantidade de energia (calor) e partes recebendo esta mesma quantidade.

4.4 Mudanças de fase

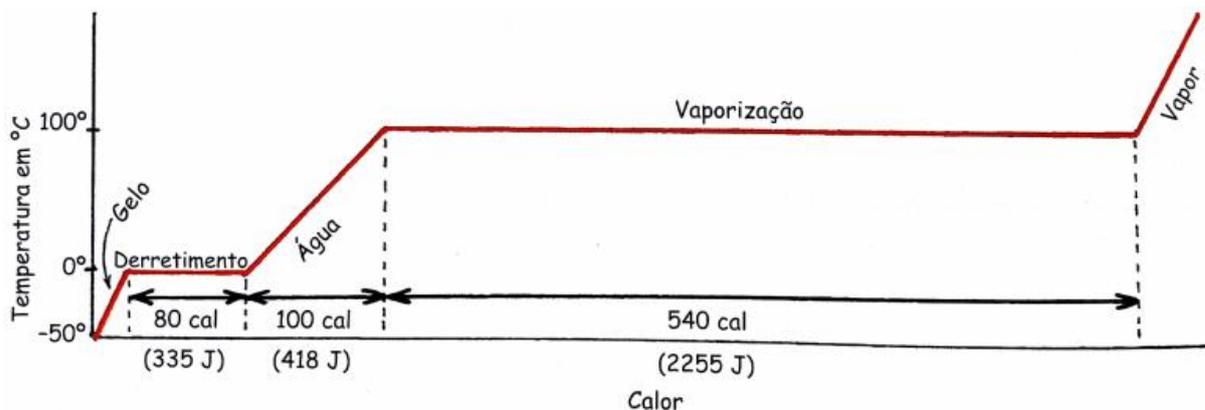
Quatro são as fases comuns em que a matéria pode se encontrar: sólida, líquida, gasosa e plasma. Quando fornecemos energia para uma matéria em estado sólido, suas partículas irão ficar cada vez mais agitadas, até romper a estrutura molecular que lhe dá a rigidez. A partir daí, um novo estado começará a surgir e a quantidade de massa de matéria se liquefaz. Com o mesmo processo de recebimento de energia e agitação molecular, o próximo estado em que a matéria se transformará é o gasoso. Porém, se a energia não cessar, pode-se ter o estado de plasma, que ocorre devido ao rompimento de moléculas em íons e elétrons. A temperatura e pressão influenciam na mudança de estado.

Dentre as mudanças de estado físico, tem-se a *fusão, evaporação, condensação ebulição e sublimação*.

A energia necessária para transformar um grama de água em estado de gelo para o estado líquido é menor que a quantidade necessária para transformar um grama de líquido em vapor. Para o primeiro caso serão necessárias 80 calorias, e no segundo, 540 calorias. Esses valores são chamados de calor latente de fusão da água e calor latente de ebulição da água. Ou seja, *calor latente* é a quantidade de calorias necessárias, para que um grama de uma substância mude de estado físico.

As 540 calorias (2.255 joules requeridas para vaporizar um grama de água é uma grande quantidade de energia – muito mais que a requerida para levar um grama de gelo do zero absoluto até a temperatura de ebulição da água, 100°C. Embora as moléculas do vapor quente da água fervente a 100°C tenham a mesma energia cinética média, o vapor possui mais energia potencial porque suas moléculas estão relativamente livres umas das outras, e não tão ligadas como na fase líquida. O vapor quente possui uma enorme quantidade de energia que pode ser liberada durante a condensação. (HEWITT, 2008, p.306).

Figura 4: Mudanças de fase e aquecimento da matéria.



Fonte: HEWITT, 2008, p.306

Verifica-se na curva de aquecimento apresentada na figura 4, que quando a matéria está mudando do estado líquido para o de vapor e do estado sólido para o líquido, a temperatura permanece constante. Segundo Atkins e Jones (2007), quando aquecemos gelo em temperatura muito baixa, suas moléculas irão aumentar a oscilação, porém ainda continuam juntas. Ao atingir o ponto de fusão, a energia que receberam já é suficiente para se moverem em relação às outras. Nesse momento, toda energia que recebe será usada para vencer as forças atrativas das moléculas. O fornecimento de energia continua, porém a temperatura permanece constante até que o gelo tenha derretido completamente. Esse processo se repetirá novamente quando se atingir o ponto de ebulição, onde a temperatura é mantida constante novamente. Agora a energia é suficiente para agitação e quebra das ligações até que todo o material vire vapor. Todo calor que recebe é usado para formar esse vapor. E isso ocorre até que toda a quantidade da matéria mude de estado.

O calor que faz a temperatura variar até atingir o ponto de mudança de estado é chamado calor sensível.

CAPÍTULO 5

5. Desenvolvimento e aplicação do produto

O objetivo desse capítulo é apresentar todas as etapas das aulas necessárias para a aplicação do produto e seu desenvolvimento.

5.1 Público alvo e escola

O desenvolvimento do experimento e aplicação do produto ocorreu no segundo semestre de 2017, numa escola de ensino médio técnico do Centro Paula Souza na cidade de Campinas, interior de São Paulo. A sala escolhida foi do segundo ano, que continha 19 alunas e 12 alunos. Além do ensino médio, os alunos cursavam o ensino técnico em Logística e foram selecionados a partir de exame de acesso. Esses alunos disseram, em sua maioria, que não se identificam com exatas e isso motivou a escolha do curso, visto que o curso de Logística tem menos disciplinas que envolvem cálculos, comparado com os demais cursos oferecidos pela escola. O segundo ano foi escolhido devido esses alunos já terem conhecimentos de conteúdos necessários para a abordagem da terminologia trabalhada nesse produto.

5.2 Desenvolvimento das atividades

O trabalho foi desenvolvido a partir de um kit experimental sobre terminologia (que será detalhado adiante) desenvolvido pelo próprio professor. O objetivo principal foi que os alunos verificassem uma curva de aquecimento da água e, juntamente à observação, resolvessem questões e problemas sobre a leitura de gráfico e da física utilizada.

A pretensão era de que a proposta se configurasse como uma aula diferenciada, a partir da experimentação, com o intuito de despertar maior interesse e proporcionar um melhor aprendizado, pois nem sempre o aluno consegue atingir as competências e habilidades somente através das aulas tradicionais.

A aplicação do kit experimental necessitou de três aulas de cinquenta minutos cada. A idealização e montagem do kit experimental, embora simples, envolveu um considerável trabalho que será também descrito a seguir.

5.2.1 Desenvolvimento do kit experimental

Apesar de não ser o foco principal na metodologia de ensino, neste trabalho são usadas as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), pois usou-se a plataforma Arduino

(<http://www.simi.org.br>), que teve a função de ler os sinais do termopar e convertê-los em dados para o computador; para isso foi necessária a programação do Arduino. Embora os alunos não tenham trabalhado diretamente com ele, o mesmo serviu como ferramenta para o professor desenvolver o experimento.

Durante a montagem do kit e programação do Arduino, percebeu-se que este pode servir para diversos outros experimentos físicos. Seguem algumas das inúmeras ideias: Silveira e Girardi (2017) desenvolveram um kit experimental com Arduino para ensinar física moderna no ensino médio; Santos, Amorim e Dereczynski (2017) investigaram o fenômeno ilha de calor urbana usando a placa Arduino; Dworakowski et al (2016) usou a plataforma Arduino e o software PLX-DAQ, para a construção de gráficos de movimento em tempo real; Souza (2011) usou a placa Arduino como opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.

Portanto, os experimentos de uso didático, usando a plataforma Arduino são diversos, o que mostra seu grande potencial em auxiliar uma aula experimental de física, sendo assim um bom aliado para o ensino aprendizagem.

5.2.1.1 Arduino

Segundo Silva et al (2014), para controlar projetos a um menor custo que outras plataformas do mercado, criou-se o Arduino em 2005, na Itália. É destinado à automação e robótica, usa um *chip* controlador regravável que recebe informações, como mostra a figura 5.

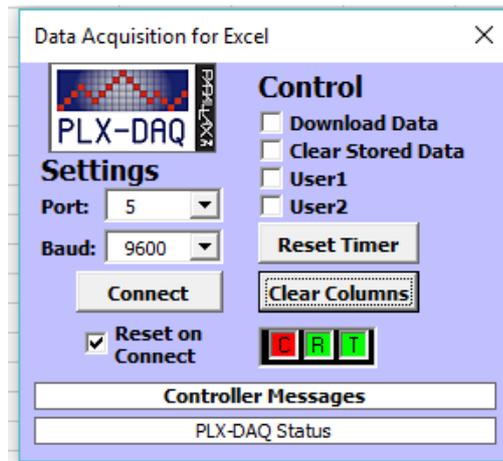
Figura 5 – Placa Arduino (Uno R3).



Fonte: <http://www.simi.org.br>

A ferramenta de *software* do Arduino é o PLX_DAQ (*Parallax Data Acquisition Tool*) (<http://www.simi.org.br>) que trabalha com canais de dados e os organiza em colunas, o que permite a construção de gráfico e fazer cálculos. O usuário tem apenas que programar. Na figura 6 é apresentado o software usado na plataforma Arduino.

Figura 6 – Software usado na plataforma Arduino.



Fonte: <http://www.simi.org.br>

5.2.1.2 O kit experimental

O kit completo é composto dos seguintes equipamentos: 1 termopar (para converter o calor medido na água em sinal elétrico); 1 placa de Arduino do tipo UNO com cabo USB, que serve de alimentação e comunicação entre computador e Arduino, com as devidas ligações elétricas; recipiente com capacidade para 50 gramas de água; suporte para colocar o recipiente da água; fonte de calor (foram utilizadas duas velas); suporte de metal para fixar as velas; computador com Excel e Arduino instalados.

5.2.2 Descrição das aulas

Foi proposto que os alunos respondessem dois questionários, um sobre leitura de gráfico e matemática e o segundo sobre a física envolvida, interligando as duas disciplinas. O quadro 2 resume os objetivos e atividades de cada aula.

Quadro 2: aulas com seus respectivos objetivos e atividades.

AULA	OBJETIVO	ATIVIDADE
1	Visualizar o gráfico da curva de aquecimento.	Os alunos irão observar a curva de aquecimento da água e irão responder um questionário sobre leitura do gráfico.
2	Visualizar a física contida no gráfico, associando-a com a matemática.	Os alunos irão responder um segundo questionário, com os conceitos e cálculos físicos do experimento.
3	Opinião dos alunos sobre a forma de lecionar usando o experimento.	Os alunos irão responder um questionário com questões abertas sobre suas opiniões do produto aplicado.

Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Pretendeu-se trabalhar algumas competências e habilidades nos alunos de modo que a aula experimental ajudasse na obtenção dessas. Assim, na descrição das aulas, fala-se sobre algumas competências e habilidades que o segundo ano do ensino médio explora e que estão relacionadas ao experimento:

Aula 1: Aplicação do experimento e questionário matemático

A primeira aula teve como objetivo o uso de algumas competências e habilidades referentes à matemática observada no gráfico da curva de aquecimento da água. Utilizou-se como referência o plano de curso do Centro Paula Souza e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNs).

Os alunos utilizaram uma sala de vídeo, pois foi necessário o *datashow* para visualização. Eles observaram o kit experimental da curva de aquecimento funcionar. Tratou-se de duas velas acesas em um recipiente com cinquenta gramas de água e de um termopar inserido no recipiente. O termopar envia informações da temperatura para um circuito eletrônico do Arduino, o Arduino envia as informações para um computador que gera um gráfico no Excel, o qual é projetado pelo *datashow* na tela de projeção.

Os alunos visualizaram a curva de aquecimento, com o eixo x tendo a variável tempo e o eixo y tendo a variável temperatura. Eles anotaram informações que acharam importantes. Depois que a água ferveu e a temperatura se estabilizou, a fonte de calor foi retirada e se encerrou o experimento. Nessa mesma aula, os alunos receberam um questionário envolvendo itens de leitura de gráfico e matemática. Percebeu-se um pouco de dificuldades de alguns alunos

para responder algumas questões, porém foram sanadas pelos próprios colegas. Abaixo segue o questionário aplicado na primeira aula.

Questão 1: Quais as grandezas medidas?

Questão 2: Em quais coordenadas iniciou-se o gráfico?

Questão 3: Em qual coordenada a curva ficou constante?

Questão 4: Qual foi a variação de temperatura do início até o ponto que ela se estabilizou?

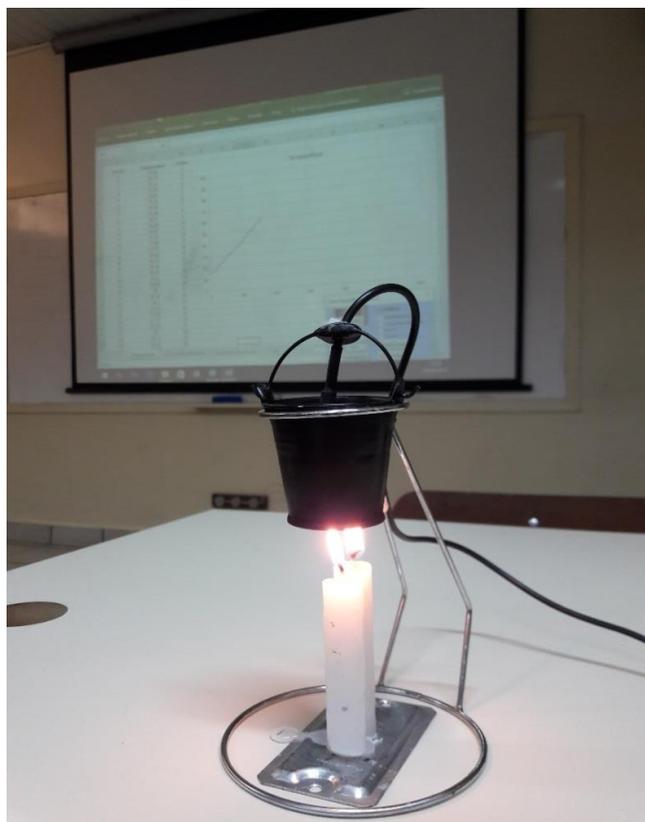
Questão 5: Por que, inicialmente, o gráfico tem uma inclinação angular constante e em seguida se torna uma reta horizontal?

Questão 6: Depois que retirarmos a fonte de calor, qual o comportamento da curva?

Questão 7: Antes de se estabilizar, o gráfico correspondeu a uma função do tipo: $f(x) = ax + b$. Seguindo a orientação do professor, encontre as constantes a e b .

As figuras seguintes apresentam detalhes do kit experimental. A figura 7 mostra as velas aquecendo a água juntamente com o termopar. Já a figura 8 apresenta o circuito com a placa do Arduino, que recebe as informações e envia ao computador. A figura 9 mostra a curva de aquecimento observada pelos alunos durante a aula 1.

Figura 7 – Parte do kit experimental e formação do gráfico da curva de aquecimento



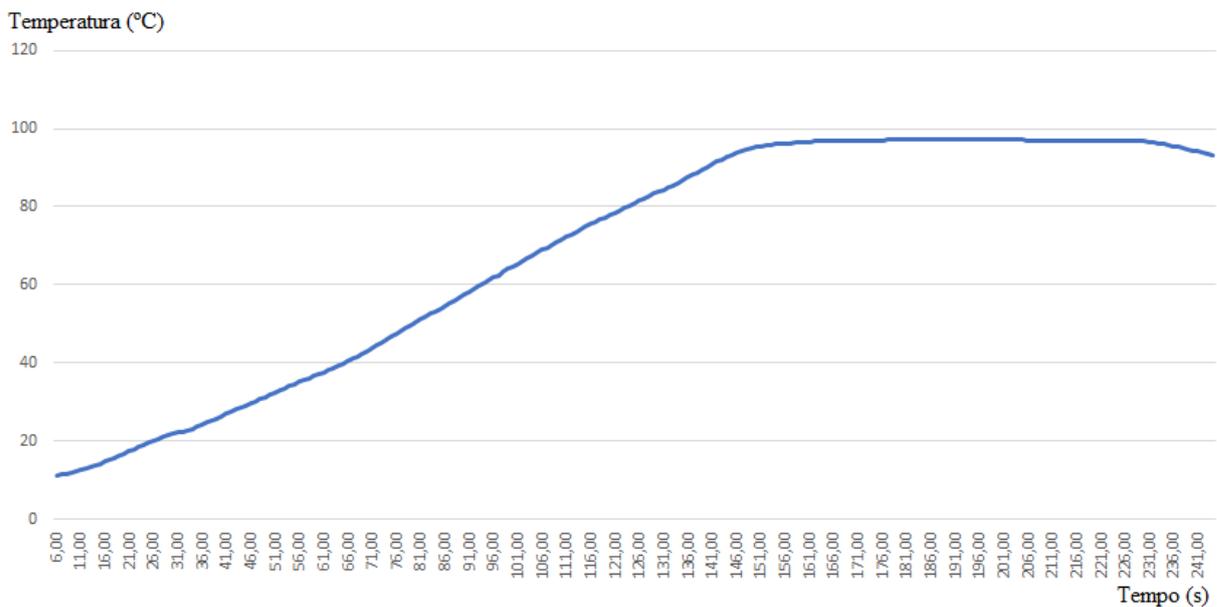
Fonte: pesquisador

Figura 8 – Kit experimental usando Arduino.



Fonte: pesquisador

Figura 9 – Curva de variação de temperatura (°C) x tempo (s) observados no experimento.



Fonte: pesquisador

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs) (2000) a matemática do ensino médio tem uma grande importância na formação do indivíduo e ajuda no raciocínio dedutivo, além de servir para muitas tarefas das atividades humanas.

Ao se estabelecer um primeiro conjunto de parâmetros para a organização do ensino de Matemática no Ensino Médio, pretende-se contemplar a necessidade da sua adequação para o desenvolvimento e promoção de alunos, com diferentes motivações, interesses e capacidades, criando condições para

a sua inserção num mundo em mudança e contribuindo para desenvolver as capacidades que deles serão exigidas em sua vida social e profissional. Em um mundo onde as necessidades sociais, culturais e profissionais ganham novos contornos, todas as áreas requerem alguma competência em Matemática e a possibilidade de compreender conceitos e procedimentos matemáticos é necessária tanto para tirar conclusões e fazer argumentações, quanto para o cidadão agir como consumidor prudente ou tomar decisões em sua vida pessoal e profissional. (BRASIL, 2000, p.40)

Ainda segundo os PCNs a matemática deve servir como instrumento para um conjunto de técnicas e estratégias para ser usada em diversas áreas do conhecimento, além de ser vista como ciência, com características estruturais específicas. O ensino médio tem o papel de usar a matemática no intuito de gerar habilidades no aluno para que esse possa selecionar informações, analisar essas informações e tomar decisões que exigirão linguagem, procedimentos e formas de pensar matemática.

Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia. Cabe, portanto, ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretação e investigação em Matemática. (BRASIL, 2000, p.43)

A proposta desta primeira aula contempla os PCNs no fato dos alunos responderem um questionário que usa competências e habilidades matemáticas, usando uma função que exigiu leitura, interpretação e construção de gráficos, além do comportamento do fenômeno físico. No caso desse questionário o aluno teve que usar a função afim observada na curva de aquecimento da água, buscando construir o modelo para interpretar e investigar matematicamente.

Abaixo seguem as competências e habilidades específicas que a aula 1 contempla, segundo os PCNs (2000) para o ensino médio.

Representação e comunicação

- Ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc).
- Transcrever mensagens matemáticas da linguagem corrente para linguagem simbólica (equações, gráficos, diagramas, fórmulas, tabelas etc.) e vice-versa.

Investigação e compreensão

- Formular hipóteses e prever resultados.

- Interpretar e criticar resultados numa situação concreta.
- Distinguir e utilizar raciocínios dedutivos e indutivos.

Contextualização sociocultural

- Desenvolver a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção no real.
- Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.

Ligando os objetivos dos PCNs aos da instituição pesquisada, no quadro 3 são mostradas as competências e habilidades segundo o Centro Paula Souza, nas quais alguns itens puderam ser explorados com a aula 1.

Quadro 3: Competências e habilidades matemáticas exploradas no questionário 1.

Competências	Habilidades
1. Relacionar, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclaturas da linguagem matemática.	1.1 Utilizar a representação simbólica como forma de conhecimento. 1.2 Identificar e traduzir adequadamente valores e unidades básicas apresentadas nas diferentes formas. 1.3 Interpretar dados ou informações apresentadas em diferentes linguagens e representações.
2. Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados, utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.	2.1 Identificar e fazer uso de instrumentos apropriados para efetuar medidas e cálculos. 2.2 Interpretar e construir escalas, expressões matemáticas, fórmulas, diagramas, tabelas, gráficos, entre outros. 2.3 Identificar erros ou imprecisões nos dados obtidos na solução de uma dada situação-problema.
3. Avaliar o caráter ético do conhecimento científico, tecnológico e matemático e aplicá-los em situações reais.	3.1 Utilizar ferramentas matemáticas para analisar situações de seu entorno. 3.2 Usar o conhecimento matemático como apoio para compreender e julgar aplicações tecnológicas dos diferentes campos científicos. 3.3 Comparar problemáticas atuais e de outros momentos históricos com a evolução do conhecimento matemático. 3.4 Responsabilizar-se socialmente na aquisição e no uso do conhecimento matemático.

Fonte: CENTRO PAULA SOUZA, 2017, p.46

Aula 2: Aplicação do questionário sobre física

A segunda aula teve como objetivo o uso de algumas competências e habilidades referentes à física utilizada. Teve como referência o plano de curso do Centro Paula Souza e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio.

Os alunos receberam um segundo questionário que envolvia a física do experimento. Junto a ele, receberam o questionário que responderam na aula anterior, sobre a leitura de gráfico e matemática, pois necessitavam dos cálculos e informações respondidas neste, para responder o segundo questionário. Dessa vez, deveriam ser utilizados cálculos de quantidade de calor, capacidade térmica da água, potência térmica das velas, conversão de função afim para a fórmula do calor, ou seja, respondendo o questionário, eles puderam pensar no significado das fórmulas que utilizaram, explorando-as na prática.

O professor interagiu a todo o momento e o grupo pôde se ajudar o tempo todo, pois alguns alunos tiveram dificuldades em relacionar o questionário de leitura de gráfico com o de conceitos e cálculos físicos. Assim nenhum aluno teve pressão para responder e não foi avaliado pelo certo ou errado, pois a intenção era o desenvolvimento conjunto dos conhecimentos trabalhados. Seguem as questões:

Questão 1: Por que o gráfico não começou no ponto zero para a temperatura?

Questão 2: A função encontrada $f(x) = a.x + b$ tem uma relação com a fórmula $Q = m.c.\Delta T$. Qual?

Questão 3: Por que o ponto onde a temperatura se estabilizou foi menor que 100°C ? Como é chamado esse ponto?

Questão 4: Como poderíamos proceder para aumentar o valor do ponto de estabilização da temperatura? E Diminuir?

Questão 5: Sabendo que o valor do calor específico da água é $1\text{cal/g.}^{\circ}\text{C}$ e que a massa da água utilizada é 20 gramas e usando a fórmula $Q = m.c.\Delta T$, calcule a quantidade de calorias que a chama forneceu à água.

Questão 6: Sabendo que o calor latente de vaporização da água é 540 cal/g , qual será a quantidade de calorias necessária para transformar todo o líquido do experimento em vapor?

Questão 7: Dada a quantidade de calor calculada em 5, calcule a potência das chamas das velas usando a fórmula $P = Q/\Delta t$. (Δt = variação de tempo em segundos).

Questão 8: Calcule a capacidade térmica da massa de água utilizada. Use $C = Q/\Delta T$.

Segundo os PCNs (2000), a física é importante porque permite ajudar na criação de novos materiais, novos produtos, novas tecnologias, desenvolver novas fontes de energia, dentre outras. Assim, ela é um conhecimento indispensável à formação da cidadania. A escola tem o papel de preparar o aluno para interpretar fatos, fenômenos e processos naturais,

interagindo o homem com a natureza, ou seja, o discente deve ter a formação de uma cultura científica efetiva.

Como competências e habilidades, dentre outras, os PCNs citam o fato do aluno saber buscar regularidades na conceituação e quantificação das grandezas e na investigação de fenômenos. Sempre de forma ligada às coisas do cotidiano, de forma que este possa enxergar utilidade e sentido em aprender física.

O questionário 2, serviu para que os alunos visualizassem a física e seus cálculos utilizados no fenômeno de forma prática. Além de que aprendessem a ler e interpretar o gráfico da curva de aquecimento da água.

A Física expressa relações entre grandezas através de fórmulas, cujo significado pode também ser apresentado em gráficos. Utiliza medidas e dados, desenvolvendo uma maneira própria de lidar com os mesmos, através de tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Mas todas essas formas são apenas a expressão de um saber conceitual, cujo significado é mais abrangente. Assim, para dominar a linguagem da Física é necessário ser capaz de ler e traduzir uma forma de expressão em outra, discursiva, através de um gráfico ou de uma expressão matemática, aprendendo a escolher a linguagem mais adequada a cada caso. (BRASIL, 2000, p.24)

Abaixo, seguem algumas competências e habilidades exploradas no questionário 2, segundo os PCNs (2000):

Representação e comunicação

- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.

Investigação e compreensão

- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.

- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico. No quadro 4 são mostradas as competências e habilidades segundo o Centro Paula Souza, nas quais alguns itens puderam ser explorados com a aula 2.

Quadro 4: Competências e habilidades explorados na resolução do questionário 2.

Competências	Habilidades
1. Analisar situações-problema resultantes da análise de experimentos, fenômenos, sistemas naturais e/ou tecnológicos.	1.1 Verificar a procedência das fontes de informação. 1.2 Interpretar modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. 1.3 Identificar modelos físicos microscópicos e macroscópicos na análise de situações-problema. 1.4 Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, levantando hipóteses e fazendo previsões. 1.5 Ler informações apresentadas em diferentes formas de representações.
2. Avaliar a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura contemporânea.	2.1 Identificar a presença da Física em diferentes setores e âmbitos como parte integrante da cultura contemporânea. 2.2 Apontar formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam na interpretação da realidade. 2.3 Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, para perceber a dimensão da Física e da Ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos.

Fonte: CENTRO PAULA SOUZA, 2017, p.73.

Aula 3: Opinião dos alunos sobre a aula experimental

A aula 3 teve como objetivo analisar o aproveitamento das aulas anteriores, segundo as opiniões dos alunos. Estes receberam um último questionário acerca de suas percepções sobre a aula, isto é, sobre o que acharam do experimento. Os trinta e um alunos responderam cinco questões pessoais, dando suas opiniões, críticas e sugestões. Abaixo, seguem as questões.

Questão 1: Você acha que aprender física tem alguma utilidade para a sua vida? Em caso negativo, por quê? Em caso positivo, qual?

Questão 2: Como você considera o trabalho realizado sobre termologia em sua sala de aula?

Questão 3. a) O experimento colaborou com o ensino do conteúdo? () Sim () Não. Por quê?

Questão 3.b) O experimento aumentou a participação dos alunos? () Sim () Não. Se sim, de que forma? Se não, por quê?

Questão 3.c) O experimento colaborou com a prática do professor? () Sim () Não. Se sim, de que forma? Se não, por quê?

Questão 4: Você se lembra de alguma outra aula (física ou outra matéria) em que foi usado experimento? Qual? Você vê diferença entre essa aula e a aula de física sobre termologia?

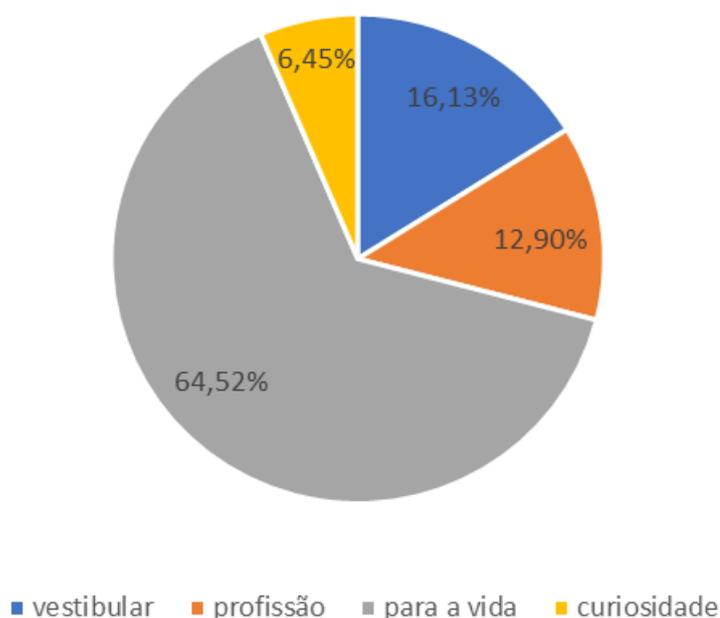
Questão 5: Elabore uma crítica ou sugestão relacionada à aula.

As respostas dos alunos com suas opiniões foram agrupadas de acordo com a semelhança e foram demonstradas através de gráficos com porcentagens.

Questão 1: Você acha que aprender física tem alguma utilidade para a sua vida? Em caso negativo, por quê? Em caso positivo, qual?

Todos os alunos consideraram ser importante essa disciplina. Além disso, todos indicam a razão da importância, conforme demonstra a figura 10:

Figura 10: Referente à questão 1:



Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Pôde-se agrupar as respostas pela importância dada pelos alunos, na qual destacou-se (64,52%) a importância da física para a vida deles.

No quadro 5, destacam-se algumas respostas dos alunos. Poucos alunos descreveram que é importante aprender física para ser aprovado no vestibular. A maioria apontou a importância da física para os conhecimentos da vida e alguns frisaram a importância dessa disciplina para a escolha da profissão.

Quadro 5: Algumas respostas dos alunos, referente à questão 1.

Vestibular	Me informa sobre diversos assuntos e traz conhecimentos que ajudarão nas minhas futuras provas de vestibular.
Profissão	Para mim, a física tem muita importância no processo de formação de qualquer um. Gostando ou não, adquirimos experiência e ensinamentos, que futuramente, você poderia utilizar em algum momento. Por exemplo, eu tenho o sonho de ser piloto de avião e a física tem muita importância na área de aviação.
Para a vida	A física nos auxilia na compreensão dos movimentos e acontecimentos em nosso cotidiano. Com a física, podemos adquirir habilidades que nos beneficiam na vida.
Curiosidade	Em questão de acréscimo de conhecimento. Também desperta muita curiosidade.

Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Questão 2: Como você considera o trabalho realizado sobre termologia em sua sala de aula?

Para a questão 2, todos os alunos classificaram o trabalho realizado pelo professor em termologia de forma positiva. As respostas puderam ser agrupadas da seguinte maneira.

Figura 11: Referente à questão 2:



Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Como se vê na figura 11, os alunos gostaram do trabalho de termologia por acharem mais clara e visível a teoria através do experimento.

Quadro 6: Algumas respostas dos alunos, referente à questão 2.

Teoria demonstrada na prática	Foi legal ver que, o que aprendemos em teoria é a mesma coisa na prática e também aprendemos que a ebulição da água não é exatamente 100°C.
Fica mais claro através do experimento	Foi muito positivo, porque o entendimento sobre termologia ficou muito mais fácil, claro e visível.
Ver um fenômeno fisicamente	Foi muito legal ver as fórmulas e gráficos aprendidos, entrando em prática em um experimento ao vivo.
Não é cansativo	Considerando a termologia algo importante a se aprender, pois é uma matéria recorrente em vestibulares. A forma como aprendemos não fica cansativo.

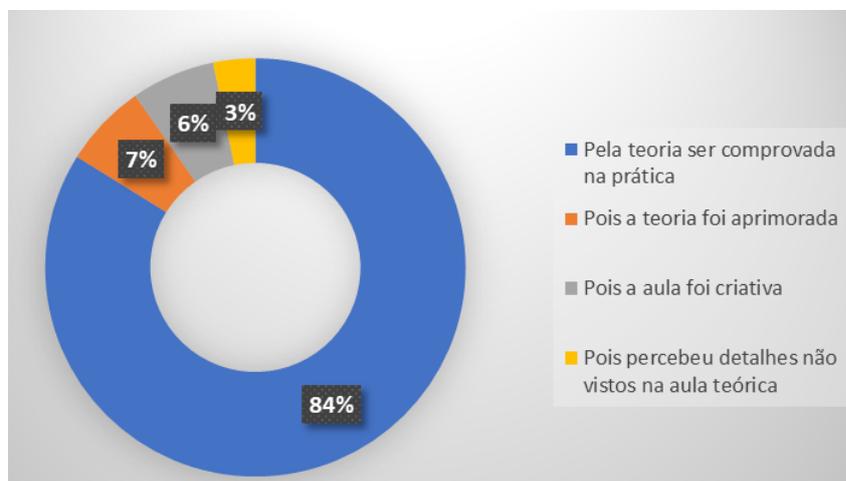
Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Nas respostas destacadas no quadro 6, destacam-se alguns detalhes como o fato dos alunos observarem na prática que o ponto de ebulição da água não foi 100°C, tendo em vista que não estamos ao nível do mar e, portanto, a pressão atmosférica ser menor. Além de destacarem o fato de não ficar uma aula cansativa e de ver o fenômeno ao vivo.

Questão 3: a) O experimento colaborou com o ensino do conteúdo? () Sim () Não. Por quê?

Para a questão 3: a), foram pedidos alguns aspectos a serem destacados na aula prática, dividindo a questão em três partes. A primeira foi se o experimento colaborou com o conteúdo. Todos os alunos responderam que sim.

Figura 12: Referente à questão 3: a)



Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Vinte e seis, dos 31 alunos, acharam que o experimento colaborou com o conteúdo, devido ao fato de a teoria ter sido vista na prática. Como já haviam entrado em contato com a teoria em aulas anteriores, o experimento a reforçou de forma prática.

Quadro 7: Algumas respostas dos alunos, referente à questão 3: a)

Pela teoria ser comprovada na prática	Pois o experimento trouxe em prática, para uma melhor visibilidade, o que aprendemos na teoria.
Pois a teoria foi aprimorada	Porque aprimorou (ou acrescentou) ainda mais ensinamento, para que se pudesse prosseguir com a matéria.
Pois a aula foi criativa	O experimento tornou a aula mais prática, criativa e de maior entendimento.
Pois percebeu detalhes não vistos na aula teórica.	Colaborou cem por cento com o ensino, pois muitas vezes temos dúvidas de como as coisas acontecem no mundo da física e o experimento esclareceu tudo sobre o assunto, visualmente.

Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Para essa questão, algumas respostas a serem destacadas: a melhor visibilidade da teoria ao ser vista na prática, o aprimoramento do ensino, criatividade e por perceberem detalhes, não vistos na teoria. Um exemplo é a variação do ponto de ebulição, que depende da pressão atmosférica.

Questão 3: b) O experimento aumentou a participação dos alunos? () Sim () Não. Se sim, de que forma? Se não, por quê?

Para a questão 3: b), todos os alunos responderam que houve maior participação dos alunos.

Figura 13: Referente à questão 3: b)



Fonte: elaborado pelo pesquisador.

A maioria respondeu que a maior participação dos alunos foi devida ao fato destes poderem contribuir com no decorrer da aula, coletando dados, além de ficarem mais a vontade do que em uma aula tradicional.

Quadro 8: Algumas respostas dos alunos, referente à questão 3: b)

Puderam visualizar conceitos na prática.	Foi legal ver na prática o que víamos na teoria em aula, despertando maior interesse.
Houveram brincadeiras e os alunos ficaram mais a vontade.	Pois todos colocaram seus conhecimentos em prática até na brincadeira das apostas.
Despertou a curiosidade.	Da forma que despertou mais curiosidade sobre o conteúdo, fazendo com que a participação aumentasse.
Os alunos puderam participar.	Por meio do experimento, os alunos puderam participar anotando as informações e dando opiniões sobre o que iria acontecer com o resultado final.
Houve mais interesse dos alunos.	Pois muitas pessoas que veem física apenas como cálculos chatos, sentiram interesse ao verem a experiência em sua frente.

Fonte: elaborado pelo pesquisador

Para a questão 3.b) as respostas destacadas foram o fato de verem a teoria na prática, aumentando o interesse; o fato de haver brincadeiras, o que descontraíu o ambiente e deixou os alunos mais a vontade para responder as perguntas, em forma de desafio; o fato dos alunos não terem uma aula apenas como espectadores e sim, puderam participar e contribuir com a mesma; o fato de não verem a física como apenas cálculos, que para muitos são mecânicos e sem sentido.

Questão 3: c) O experimento colaborou com a prática do professor? () Sim () Não. Se sim, de que forma? Se não, por quê?

A parte três dessa questão perguntou sobre a prática do professor e todos os alunos acharam que houve uma melhora na didática da aula.

Figura 14: Referente à questão 3: c)



Fonte: Elaboração própria

A maioria respondeu que o professor teve maior facilidade em mediar o conteúdo através do experimento.

Quadro 9: Algumas respostas dos alunos, referente à questão 3:c)

Melhorou a teoria já lecionada.	O professor pôde mostrar melhor e explicar até caso tudo não ocorresse perfeitamente como explicam na teoria.
Melhorou a participação dos alunos.	Todos puderam participar e aprender juntos, até mesmo o professor, para que até ele pudesse aprender mais e ensinar novos conhecimentos aos outros.
Melhorou a metodologia.	Com o experimento o professor tem mais facilidade em comprovar as fórmulas e os processos, onde as mesmas são baseadas. Faz com que as aulas fiquem mais rápidas e eficientes.

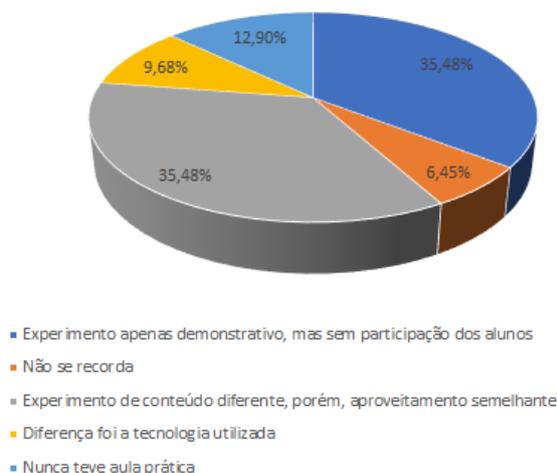
Fonte: elaborado pelo pesquisador

Para a questão 3.c), destaca-se que os alunos perceberam que na prática, pode haver diferença em alguns pontos da teoria; perceberam que com o experimento prático, não só os alunos, mas o professor também aprende, melhorando sempre a sua forma de ensinar; e que através do experimento, é mais fácil ter uma aula mais eficiente, ou seja, fica mais didática.

Questão 4: Você se recorda de alguma outra aula (física ou outra matéria) em que foi usado experimento? Qual? Você vê diferença entre essa aula de física, sobre termodinâmica?

Para a questão 4, foi perguntado se eles recordam de outra aula prática que tiveram e é pedida uma comparação com a esta aula de termodinâmica.

Figura 15: Referente à questão 4:



Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Alguns alunos nunca tinham tido contato com uma aula experimental. Para os que a tiveram, a maioria das respostas apontou a do tipo demonstrativo, onde os alunos são apenas espectadores. O que é comum para esse tipo de experimento. Outra parte disse que tiveram aulas experimentais que também as acharam proveitosas.

Questão 5: Elabore uma crítica ou sugestão relacionada à aula.

Para a última questão, foi pedido ao aluno que fizesse uma crítica ou sugestão à aula experimental sobre terminologia que tiveram.

Figura 16: Referente à questão 5:



Fonte: elaborado pelo pesquisador

Como visto na figura 16, a maioria sugeriu mais aulas práticas, porém algumas respostas serviram para análise do docente para melhorar em próximas aplicações, como o tamanho dos equipamentos, visibilidade dos alunos.

Quadro 10: Algumas respostas dos alunos, referente à questão 5.

Gostaria de ver os equipamentos mais de perto.	Gostaria de ter visto mais de perto.
Mais questões sobre o gráfico.	Continuar elaborando questões sobre o que os alunos estão vendo no gráfico, ajudou muito.
Apresentar a prática junto com a teoria.	O experimento poderia ter sido elaborado em outro momento, como durante a teoria.
Instrumentos maiores.	Os materiais usados poderiam ter sido maiores, para que todos os alunos conseguissem ver, tanto de longe, como de perto.
Apresentar o gráfico desde o estado sólido.	Teria sido ainda mais interessante se pudéssemos ter visto o gráfico desde o estado sólido da água.
Mais aulas práticas.	Ter mais aulas dinâmicas, com mais experimentos e uma maior interação.

Fonte: elaborado pelo pesquisador.

O quadro 10 traz algumas respostas dos alunos para a questão 5. Para essa questão, os discentes colocaram pontos que serviram para a análise de melhoria do experimento, para próximas aplicações. Destacam-se pontos como, alguns alunos não foram ver o experimento mais de perto, pelo formato da sala, nem todos tiveram uma boa visão; instrumentos do kit experimental maiores poderiam sanar o problema anterior, como citaram alguns alunos; como o gráfico foi visto na teoria, desde o estado sólido, alguns alunos acharam que melhoraria a aula se vissem na prática, também desde essa fase da água; destacou-se também o fato da aula prática ser posterior à teórica, para alguns alunos seria melhor se os alunos comesçassem a aprender esse conteúdo junto com a prática. O que pode ser feito em turmas posteriores e analisado, pelo pesquisador, se haverá melhor aproveitamento; enfim, a grande maioria, pediu mais aulas do tipo experimental.

Considerações finais

Conforme visto através da análise das respostas dos alunos, a aula experimental para demonstrar a curva de aquecimento da água, foi proveitosa para despertar o interesse pelo fenômeno. Percebeu-se a grande interação e envolvimento dos alunos com a aula, fazendo perguntas uns aos outros, além de brincadeiras como adivinhar valores no gráfico. Um exemplo foi a adivinhação do ponto exato de ebulição da água.

Através das respostas dos questionários sobre matemática e física, pôde-se perceber o entendimento do conteúdo e a ligação das duas disciplinas, trabalhando a interdisciplinaridade e explorando as habilidades e competências desejadas.

Para a aplicação das aulas, necessitou-se de um conhecimento prévio sobre os conceitos vistos, porém aplicá-las no início da apresentação do conteúdo também pode ser válido, bastando a adequação dos questionários.

Como usamos materiais simples na montagem do kit experimental da curva de aquecimento, ele pode ser considerado de baixo custo. Além disso, usa da tecnologia, pois tem o Arduino como plataforma, provocando maior interesse nos discentes, visto que o mundo tecnológico está presente na vida de todos.

Durante a montagem do kit experimental, percebeu-se o grande potencial que a plataforma Arduino tem, podendo ser utilizada em diversas áreas da física e servindo como uma boa ferramenta para aulas experimentais, demonstrando, verificando ou investigando leis da física.

Seguindo a teoria de aprendizagem de Vigotski, o presente produto serviu para mediação de signos e instrumentos, afim de que os alunos atingissem uma internalização dos conceitos. Os mesmos mostraram grande envolvimento com as aulas, demonstrando maior interesse e curiosidade. A análise de suas opiniões foi de grande importância ao docente para medir a satisfação pela aula experimental.

O experimento pode ser caracterizado como de demonstração do tipo aberto ou ainda como verificativo, pois, apesar de não haver a participação dos alunos na montagem, durante a aplicação houve grande interação destes.

Em resumo, acredita-se que o trabalho desenvolvido nessa dissertação é relevante para o ensino da física, um passo que possibilita a aproximação da teoria com a realidade e que outros docentes podem utilizá-lo para aumentar seu pluralismo metodológico e melhorar a qualidade de suas aulas. Todo sujeito tem uma experiência da física em seu cotidiano e a visão dos conceitos através da prática o aproxima dessa física diária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, D. M.; YONEZAWA, W. M. **A construção de um objeto de aprendizagem como exemplo de transposição didática de um conteúdo de ciências.** Ensino de ciências e matemática, II: temas sobre a formação de conceitos. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

ALVES, J. F. **Proposta Curricular por Competências para o Ensino Médio.** CETEC, 2006.

ARAÚJO M. A.; DEMAI F. M.; PRATA M. **Uma síntese do laboratório de currículo do Centro Paula Souza.** 1 ed. São Paulo, 2016.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Rev. Bras. Ensino Fís. vol.25 no.2 São Paulo, 2003.

ARDUINO. Disponível em: < <http://www.simi.org.br/noticia/newton-paiva-sedia-edu%C3%A7%C3%A3o-arduino-day-em-bh.html>>. Acessado em 20 de janeiro, 2018.

ATKINS, P.; JONES L.; **Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BONJORNO J. R.; BONJORNO R. F. S. A.; BONJORNO V.; RAMOS C. M.; PRADO E. P.; CASEMIRO R. **Física: Termologia, Óptica e Ondulatória.** 2 ed. São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília: MEC, 2000.

BRITO, S. B.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e Novas Tecnologias: Um repensar.** 2 ed. Curitiba: IBPEX, 2008.

CALDEIRA M. H.; MARTINS D. R. **Calor e Temperatura: Que noção têm os alunos universitários desses conceitos?** Gaz. Fís. Vol. 13, Fasc.2, Univ. de Coimbra, 1990.

DWORAKOWSKI, LUIZ ANTONIO ET AL. **Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real.** *Rev. Bras. Ensino Fis.*, Set 2016, vol.38, no.3. ISSN 1806-1117

FEYNMAN R. P.; LEIGHTON R. B.; SANDS M. **Lições de Física Vol 1.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no Ensino de Física.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

GUIMARÃES O.; PIQUEIRA J. R.; CARRON W. **Física Térmica, Ondas e Óptica.** 2 ed. São Paulo: Ática, 2017.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual.** 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HIGA I.; OLIVEIRA O. B. **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos.** *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012. Editora UFPR.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA S. M.; NARDI R. **Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências.** *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003

LABURÚ, C. E. **Fundamentos para um Experimento Cativante.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.23, n; 3, p. 383-405, 2006.

LEIRIA T. F.; MATARUCO S. M. C. **O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física.** V Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente. SIPD – Catedra Unesco. PUCPR 2015.

MARTINS, A. A.; GARCIA; N. M. D. **Ensino de física e novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Unicamp. Campinas. 2011.

MENDES, G. H. I.; BATISTA, I. L. **Matematização e Ensino de Física: uma discussão de noções docentes.** *Cienc. Educ*, Baurú. v.22, n3: p. 757-771, 2016.

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. **Princípios da Termodinâmica para Engenharia**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 1996.

OLIVEIRA, J. R. S. O. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente**. Acta Scientiae, v.12, n.1, jan./jun. 2010.

OLIVEIRA, P. M. C; DECHOUM K. **Facilitando a Compreensão da Segunda Lei da Termodinâmica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 25, n.4, Rio de Janeiro, dez, 2003.

PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a Resolução de Problemas no Ensino da Física**. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v.14, n3: p.229-253, dez.1997.

PEREIRA, V. M.; CARDOZO, T. F. L. **O Conceito de Calor nos Livros Didáticos**. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, 2005.

PIETROCOLA M. **A matemática como estruturante do conhecimento físico**. Cad. Cat. Ens. Fís., v.19, n.1: p.89-109, ago. 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Regimento Comum das Escolas Técnicas Estaduais do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Diário Oficial Poder Executivo, seção I, 2013.

SANTOS, A. A. M., AMORIM, H. S. AND DEREZYNSKI, C. P. **Investigação do fenômeno ilha de calor urbana através da utilização da placa Arduino e de um sítio oficial de meteorologia**. Rev. Bras. Ensino Fís., 2017, vol.39, no.1. ISSN 1806-1117

SILVA, J. L. S.; MELO, M. C.; CAMILO, R. S.; GALINDO, A. L; e VIANA, E. C. **Plataforma**

Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35. XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA. 2014.

SILVEIRA, SÉRGIO AND GIRARDI, MAURICIO. **Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio.** *Rev. Bras. Ensino Fís.*, 2017, vol.39, no.4. ISSN 1806-1117.

SOUZA, ANDERSON R. DE ET AL. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.** *Rev. Bras. Ensino Fís.*, Mar 2011, vol.33, no.1, p.01-05. ISSN 1806-1117

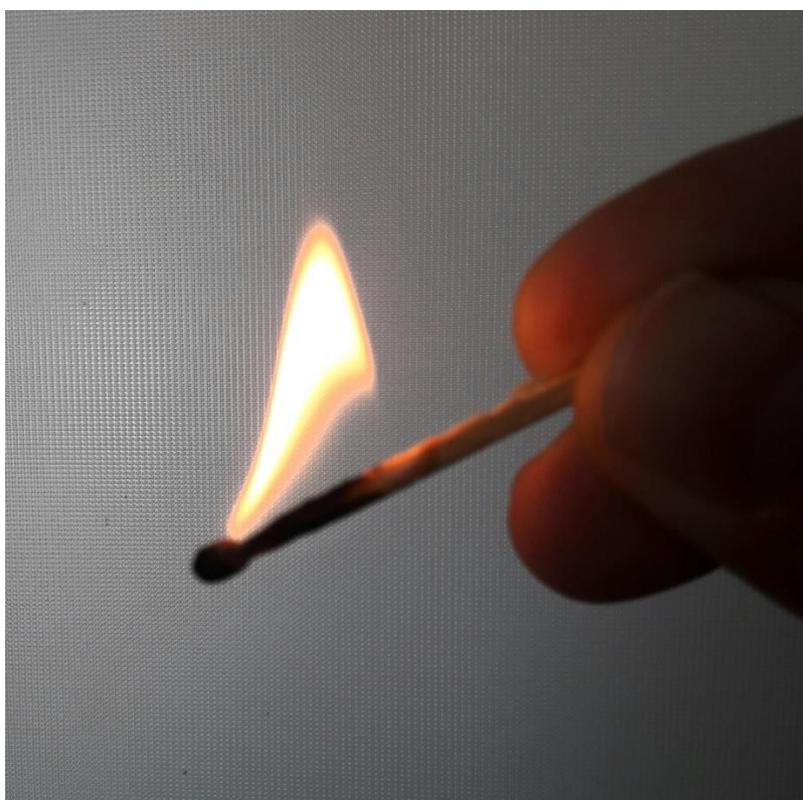
VÁLIO A. B. M... [et al]. **Física, 2º ano: ensino médio.** 3 ed. São Paulo: SM, 2016.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente.** 7 ed. São Paulo: Martins, 2007.

YOUNG, H. Y.; FREEDMAN, R. A. **Física II.** 10 ed. São Paulo: Pearson, 2003.

APÊNDICE : Produto Educacional

Material de apoio ao professor para a realização de um experimento sobre a curva de aquecimento da água



Ricardo Silva Rosa

Orientador: Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-orientadora: Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Material de apoio ao professor para a realização de um experimento sobre a curva de aquecimento da água

RICARDO SILVA ROSA

Orientador: Professor Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Co-orientadora: Professora Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Sorocaba
Janeiro de 2019

Sumário

Apresentação.....	4
Capítulo 1	8
A experimentação.....	8
1.1 Objetivos	9
1.2 Atividades Experimentais.....	9
Capítulo 2	11
Montagem do Kit experimental.....	11
2.1 Objetivos	12
2.2 Materiais para o kit experimental	12
2.3 Detalhes do experimento	12
2.4 Montagem do circuito com hardware Arduino uno	13
2.4 Programação do Arduino.....	14
Capítulo 3	19
Sugestão de aplicação da atividade	19
3.1 Objetivos	20
3.2 Antes da aplicação da atividade: Pré-requisitos	20
3.3 Questionários.....	20
3.3.1 Questionário referente à aula 1.....	20
3.3.2 Questionário referente à aula 2.....	21
3.3.3 Questionário referente à aula 3.....	22
Considerações finais	24
Referências bibliográficas	25

Apresentação

Caro leitor:

Este material tem a intenção de fornecer um material de apoio ao professor para diversificação de suas aulas, propondo uma atividade experimental com o uso da plataforma Arduino.

Como professor da rede pública de ensino em nível médio há sete anos, venho percebendo o desinteresse de grande parte dos alunos nos assuntos das ciências exatas, muitos, inclusive, mostrando certo medo quando me apresentava como professor de física. Sempre associavam essa disciplina com outras afins, ministradas por professores anteriores que muitas vezes não eram da área e mesmo assim as lecionavam ou que, mesmo sendo, apresentavam aulas muito tradicionais e não despertavam interesse algum nesse tipo de aula.

Me perguntava: Porque a física causa tanto desinteresse em alguns alunos se ela tem tantas possibilidades?

Percebi então, que o desinteresse desses alunos pode estar relacionado com aulas tradicionais, de giz e lousa, onde o discente é um mero espectador do professor. Muitos dos professores vivem realidades que não condizem com um ensino de qualidade, pois a decadência do ensino e o desinteresse dos governantes tornam o espaço escolar cada vez mais precário. Porém, meios para atrair a atenção do aluno devem ser pelo menos analisados pelos professores, sempre tentando praticar uma aula diferente. O tema abordado nesse trabalho foi a curva de aquecimento da água, que sempre foi trabalhado por mim de forma tradicional, com o auxílio exclusivo do livro didático. Esse tema foi escolhido devido ao grande número de conceitos que envolvem o assunto, tendo a oportunidade de associar física com a matemática através do fenômeno visível. Acredita-se que antes de apresentar o gráfico da curva de aquecimento, o professor possa ensinar detalhadamente seus conceitos e, apesar dessa apresentação ocorrer geralmente através de fórmulas prontas, é fundamental que o professor não se prenda a elas e, sim, foque no fenômeno que possa ser comparado e visto na prática.

Desenvolvi o trabalho em uma escola da rede técnica estadual de São Paulo, na cidade de Campinas, que oferece cursos técnicos na área de gestão, informática e indústria, todos integrados ao ensino médio, sendo a sala escolhida, a do segundo ano de Logística Integrada ao Ensino Médio. Os alunos desse curso, em geral, não se identificam com as disciplinas de exatas

(comunicação pessoal com os alunos), sendo essa uma das razões que tive para o desenvolvimento do trabalho junto aos mesmos.

Percebi também que, além de diversificar a metodologia de ensino, seria importante trabalhar usando da tecnologia, pois esta está cada vez mais presente na vida de todos e é de fundamental importância a atualização dos professores e gestores da educação.

O homem deve ter acesso à técnica das coisas, chamada tecnologia, saber usá-la e poder participar de decisões que influenciam o meio em que vive. Para Martins e Garcia (2011), fica cada vez mais difícil viver em sociedade em um mundo onde a tecnologia cresce a passos largos e a democratização ao acesso digital não.

Portanto, percebendo pontos a se melhorar em uma aula de física, produzi este material visando explorar a relação entre experimentação e ensino de física. Muitos autores defendem que a experimentação difere da aula tradicional e pode ser uma ferramenta aliada para instigar o aluno (MARTINS e GARCIA, 2011). Além disso, o trabalho explora a formalização matemática dentro do tema, pois essa é a linguagem usada para chegar aos valores absolutos. Os alunos podem associar cálculos da física com os matemáticos através da análise de gráficos.

O objetivo principal foi o desenvolvimento de um experimento prático contendo conceitos da terminologia, para ser aplicado junto aos alunos do segundo ano do ensino médio dentro de um protocolo de aulas. Como objetivo específico pretendi promover um ensino e aprendizagem utilizando a experimentação aliada à tecnologia como inovação na prática pedagógica. Tive ainda a intenção de relacionar as diferentes etapas de aplicação do produto às competências e conjunto de habilidades destacadas pela escola de aplicação, além de produzir este material para divulgação entre os docentes da área, mostrando o grande potencial que a plataforma Arduino proporciona.

Planos de aula para cada atividade

Quadro 1: Plano de Aula utilizada na primeira atividade

Título da Aula	Aula experimental
Objetivos	Apresentar de forma prática a curva de aquecimento da água.
Conteúdo	Matemática do gráfico da curva de aquecimento da água.
Metodologia	Os alunos observarão a curva de aquecimento da água no telão e anotarão todos os pontos. Em seguida debaterão entre eles as curiosidades da curva de aquecimento e tentarão adivinhar cada ponto. Ao final, responderão um questionário sobre a matemática do gráfico.
Recursos Utilizados	Data show, Kit Experimental, questionário.
Avaliação	A avaliação será feita pela participação do aluno no trabalho.

Quadro 2: Plano de Aula utilizada na segunda atividade

Título da Aula	Física observada no gráfico
Objetivos	Associar a matemática observada à física da curva de aquecimento da água.
Conteúdo	Física da curva de aquecimento da água.
Metodologia	Os alunos responderão o questionário sobre a relação da matemática com a física observada no gráfico da curva de aquecimento e sobre curiosidades percebidas.
Recursos Utilizados	Aula expositiva, questionário da aula anterior.
Avaliação	A avaliação será feita através da participação do aluno na atividade.

Quadro 3: Plano de Aula utilizada na terceira atividade.

Título da Aula	Opinião dos alunos sobre a sequência de aulas.
Objetivos	Analisar a opinião dos alunos sobre a proposta de uma aula diferente.
Conteúdo	Conteúdos trabalhados nas duas primeiras aulas.
Metodologia	Os alunos responderão um terceiro questionário sobre suas opiniões a respeito das aulas anteriores.
Recursos Utilizados	Questionário 3.
Avaliação	A avaliação será feita através da participação do aluno na atividade.

Capítulo 1

A experimentação.

1.1 Objetivos

Caro professor, aqui trago um resumo da importância da experimentação para o uso diversificado das aulas de física. Na intenção de apresentar as melhorias que o seu uso traz para a qualidade do ensino aprendizagem.

1.2 Atividades Experimentais

A forma tradicional de aula, usando apenas o giz e lousa, ou seja, a aula tradicional, pode ser vista como algo ultrapassado, que desmotiva os alunos e cria barreiras para aprender ciência. Estratégias para atrair os discentes são alvos de pesquisadores. Araújo e Abib (2003) verificaram que a experimentação em aula atua como uma boa estratégia de ensino de física e que há grande bibliografia sobre as vantagens em seu uso. Verificaram ainda que, não se vê muito a sua aplicação em sala de aula e que o material de apoio ao professor não é tão estimulante para tal.

Segundo Leiria e Mataruco (2015) as atividades experimentais devem receber um grande enfoque, visando enriquecer a criatividade nos alunos e fazendo-os compreender os fenômenos físicos, promovendo a aprendizagem, sempre considerando os conhecimentos prévios dos mesmos.

O experimento apropriado é um bom meio de cativar os estudantes ao interesse, tornando a escola agradável ao conhecimento, onde o aluno é um ser ativo no ambiente e não apenas um observador que fica sentado por horas.

Na medida em que se passa a planejar experimentos com orientação, ultrapassando a preocupação de adequá-los apenas ao conteúdo ou ao conceito de interesse, pode-se ajudar a abalar atitudes de inércia, de desatenção, de apatia, de pouco esforço, servindo esses experimentos, inclusive, de elo incentivador para que os estudantes se dediquem de uma forma mais efetiva às tarefas subsequentes mais árduas e menos prazerosas. (LABURÚ, 2006, p. 384)

Portanto, Leiria e Mataruco (2015) defendem que o experimento deve ser planejado para que o aluno tenha foco no conteúdo através da aula prática com algo que lhe faça sentido e que ele saiba para que serve. Laburú (2006) diz que um experimento para ser cativante deve explorar a novidade e o lúdico, deve despertar o interesse, a curiosidade, ser algo inesperado e provocar sentimentos como prazer e desafio. Sempre tomando o cuidado para que tudo não seja apenas como um simples entretenimento, o que implica em planejamento.

É importante analisar, então, as contribuições da experimentação, se o tipo de experimento escolhido é oportuno para a aprendizagem de acordo com o tema estudado e se causará impacto no aluno ou será apenas uma aula-show. Segundo Oliveira (2010), devem ser analisados os enfoques e abordagens que o professor deseja realizar em uma aula experimental. A autora cita algumas contribuições desse tipo de aula, como a motivação e atenção dos alunos. Nesse quesito o experimento é questionado devido ao fato de que nem todos os alunos se interessam pela aula e que o professor é quem deve se dedicar a mantê-los focados na atividade.

Outros pontos importantes que a aula experimental possibilita, segundo a autora, é a capacidade de trabalhar em grupo, tomada de decisão, criatividade, absorção, análise de dados, conceitos científicos, detecção e correção de erros conceituais dos alunos, dentre outros.

Assim, a experimentação como metodologia de ensino pode inspirar os estudantes e aproximá-los da compreensão de aspectos da ciência e de conteúdos científicos.

Capítulo 2

Montagem do Kit experimental

2.1 Objetivos

Caro professor, trago aqui os detalhes dos materiais e montagem do kit experimental, além da programação do Arduino Uno, vale lembrar que a Plataforma Arduino serve para diversos outros tipos de experimentos, cabe ao professor usar a criatividade e usar tal plataforma como uma ótima aliada para o ensino aprendizagem.

2.2 Materiais para o kit experimental

Para a realização do experimento, além de um computador e Datashow, serão necessários os materiais descritos abaixo.

- 1 - Termopar.
- 2 - Hardware Arduino UNO e complementos que serão descritos abaixo.
- 3 - No mínimo 2 velas.
- 4 - Suporte para água e armação.

O custo dos itens para confecção do kit é apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Custo dos materiais para a construção do kit experimental.

Material	Valor R\$
Hardware Arduino Uno com cabo	60,00
Fios	5,00
Placa para o circuito	2,00
Termopar	30,00
Caixa de Acrílico	8,00
Velas	2,00
Suporte para as velas	-
Suporte de metal para coador	12,00
Caneca de metal	4,00
Arruela	0,10
Total	123,10

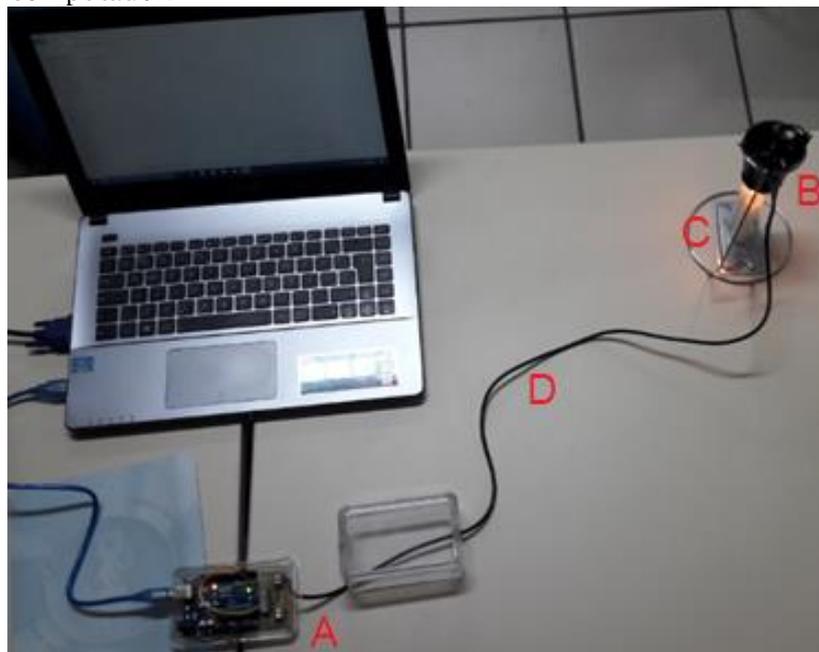
2.3 Detalhes do experimento

O uso de apenas uma vela não oferece calor suficiente para que 50 gramas de água atinjam o ponto de ebulição, visto que o experimento é aplicado em ambiente de sala de aula ou

laboratório e a água também dissipa energia. Portanto, é recomendável o uso de duas ou mais velas. Se o professor tiver acesso a um Bico de Bunsen poderá usá-lo para uma maior precisão do gráfico.

Deve-se colocar o recipiente de água em um suporte, para que as velas fiquem embaixo, na intenção de que o calor chegue ao recipiente por convecção, assim a água terá uma maior absorção de energia. Esse suporte pode ser algo parecido a um coador de café. Uma arruela foi fixa na alça da caneca de metal para servir de encaixe para o termopar. A figura 1 mostra o esquema montado.

Figura 1: Kit experimental montado. O hardware da Plataforma Arduino está marcado com “A”, o termopar é ligado na placa do Arduino e posto em contato com a água e está marcado com “D”, as velas com uma base qualquer está marcada com “C”, o recipiente com água e o suporte estão marcados com “B”. O Cabo azul é o que alimenta a placa do Arduino e troca informações com o computador.



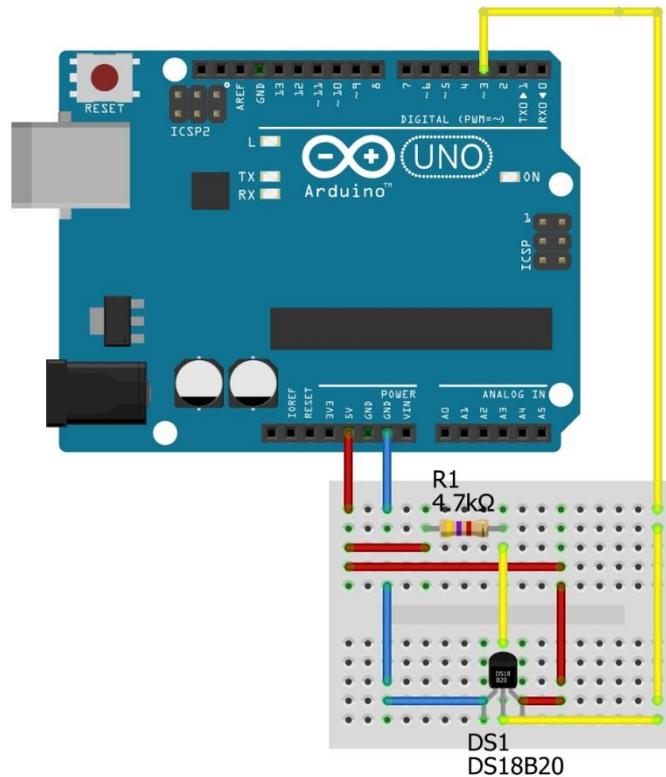
Fonte: Pesquisador

2.4 Montagem do circuito com hardware Arduino uno

Componentes utilizados:

- Sensor de Temperatura DS18B20;
- Resistor 4,7k Ω
- Arduino UNO
- Placa Fenolite perfurada
- 4 Bornes 2P
- Cabos de conexão

Figura 2: Circuito elétrico:



Fonte: Pesquisador

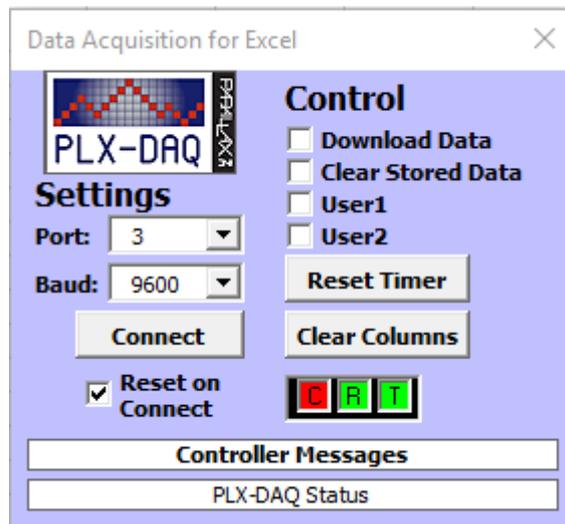
O circuito é formado por um resistor de $4,7k\Omega$ que tem a função de pull-up, que não deixa o sinal de dados flutuando na entrada do sensor DS18B20. Com esse resistor, garantimos que o sinal será 0V ou 5V, impedindo qualquer erro de leitura. A ligação do sensor é feita através da própria alimentação fornecida pelo microcontrolador Arduino UNO, sendo o GND ligado no terminal 1 e o 5V no terminal 3. O terminal 2 é responsável pelos dados da temperatura que é processada no programa, utilizando um sistema de pull-up como falado anteriormente.

2.4 Programação do Arduino

Caro professor, para programar o Arduino, recomenda-se que se conheça o mínimo de sua linguagem. A plataforma Arduino é de uso aberto e, ao saber o básico já se pode usá-la, pois é necessário apenas a reprodução de programações já criadas, que em sua maioria, estão disponíveis na internet.

Também será necessário baixar o PLX-DAQ (*Parallax Data Acquisition Tool*), que é o software de conversão dos dados do Arduino para a visualização na plataforma Excel.

Figura 3: Software PLX-DAQ



Fonte: PLX-DAQ.

Com os softwares baixados no computador, basta seguir os passos da programação descritos nas figuras 4, 5 e 6.

Figura 4: Programação na plataforma Arduino parte 1.



```
Prog_v1 | Arduino 1.8.3
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Prog_v1
// Programa : Sensor de temperatura DS18B20
// Autor : FILIPEFLOP

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// Porta do pino de sinal do DS18B20
#define ONE_WIRE_BUS 3

// Define uma instancia do oneWire para comunicacao com o sensor
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Armazena temperaturas minima e maxima
float tempMin = 999;
float tempMax = 0;

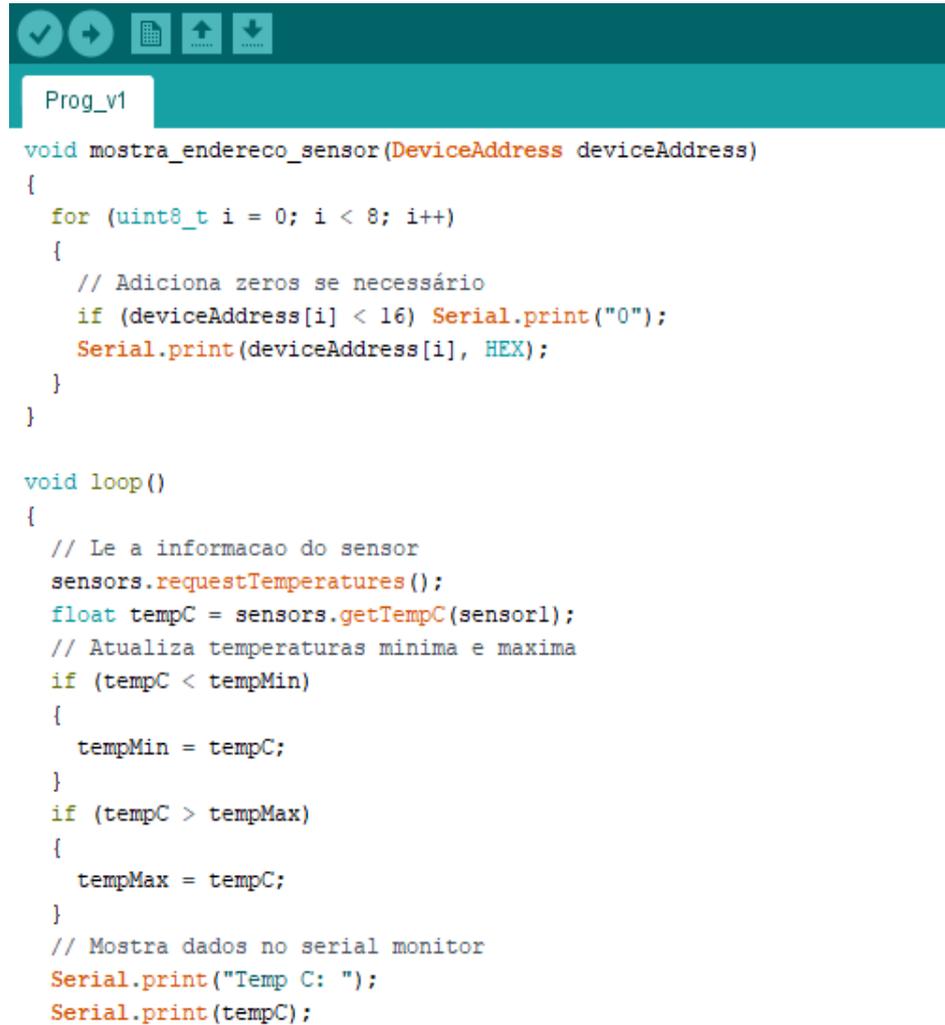
int linha = 0;          // variavel que se refere as linhas do excel
int seg=0;

DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress sensor1;

// Inicializa o LCD
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 6, 5, 4);
```

Fonte: Pesquisador

Figura 5: Programação na plataforma Arduino parte 2.



```
void mostra_endereco_sensor(DeviceAddress deviceAddress)
{
  for (uint8_t i = 0; i < 8; i++)
  {
    // Adiciona zeros se necessário
    if (deviceAddress[i] < 16) Serial.print("0");
    Serial.print(deviceAddress[i], HEX);
  }
}

void loop()
{
  // Le a informacao do sensor
  sensors.requestTemperatures();
  float tempC = sensors.getTempC(sensor1);
  // Atualiza temperaturas minima e maxima
  if (tempC < tempMin)
  {
    tempMin = tempC;
  }
  if (tempC > tempMax)
  {
    tempMax = tempC;
  }
  // Mostra dados no serial monitor
  Serial.print("Temp C: ");
  Serial.print(tempC);
}
```

Fonte: Pesquisador

Figura 6: Programação na plataforma Arduino parte 3.



```
Prog_v1 | Arduino 1.8.3
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Prog_v1
// mostra dados no serial monitor
Serial.print("Temp C: ");
Serial.print(tempC);
Serial.print(" Min : ");
Serial.print(tempMin);
Serial.print(" Max : ");
Serial.println(tempMax);

linha++; // incrementa a linha do excel para que a leitura pule de linha em linha
Serial.print("DATA,TIME,"); //inicia a impressão de dados, sempre iniciando
Serial.print(seg);
Serial.print(",");
Serial.print(tempC);
Serial.print(",");
Serial.println(linha);

if (linha > 600) //laço para limitar a quantidade de dados
{
  linha = 0;
  Serial.println("ROW,SET,2"); // alimentação das linhas com os dados sempre iniciando
}

delay(1000); //espera 1 segundos para fazer nova leitura
seg=seg+1;
```

Fonte: Pesquisador

Capítulo 3

Sugestão de aplicação da atividade

3.1 Objetivos

Caro colega professor, nesse capítulo apresento os detalhes sobre a aplicação do produto, as particularidades de cada aula e seus objetivos.

3.2 Antes da aplicação da atividade: Pré-requisitos

Para a aplicação da atividade recomenda-se abordar os seguintes temas anteriormente: Temperatura, calor, calor específico, calor latente, capacidade térmica, potência térmica, influência da pressão nos pontos de fusão e ebulição. É importante que os alunos possuam os pré-requisitos de matemática referentes ao primeiro ano, ou seja, noções de funções. Os temas são importantes para que os alunos saibam ou imaginem as respostas no gráfico da curva de aquecimento. O experimento também pode vir antes da teoria ou em conjunto, basta o professor adequar os questionários.

3.3 Questionários

A aplicação do produto para o presente caso terá duração de três aulas de cinquenta minutos cada. Em cada uma dessas aulas os alunos responderão um questionário. Um trabalho com experimentação não deve ser realizado a partir de receitas elaboradas por outros, afinal, é o professor quem deve administrar toda a sequência de trabalho, a partir do conhecimento que possui sobre a turma.

Nesse produto, deixaremos um questionário considerando uma possível maneira de se trabalhar com os estudantes a partir do kit montado.

Na primeira aula, o questionário é sobre a matemática do gráfico que os alunos observarão. Será explorado pontos da curva, como, variáveis medidas, coeficiente angular e linear, função que representa em certo intervalo de tempo. Segue o questionário 1.

3.3.1 Questionário referente à aula 1.

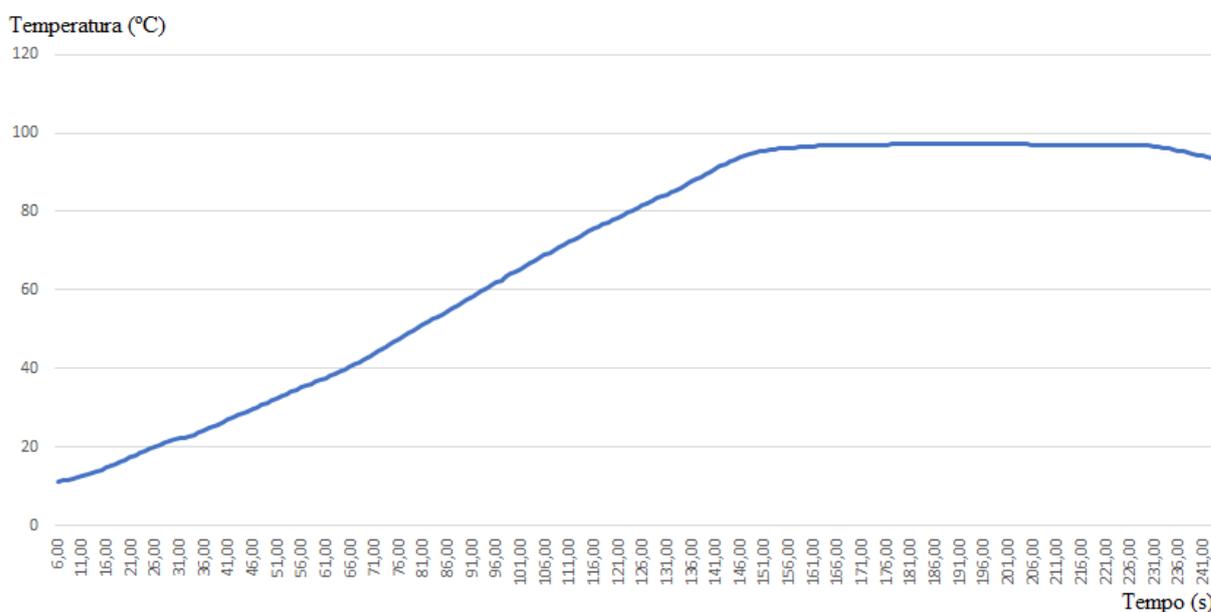
Observando o gráfico do experimento, responda:

- 1- Quais as variáveis medidas?
- 2- Em qual coordenada iniciou-se o gráfico?
- 3- Em qual coordenada a curva ficou constante?
- 4- Qual foi a variação de temperatura do início até o ponto que ela estabilizou?

- 5- Por que, inicialmente, o gráfico tem uma inclinação angular e em seguida fica constante?
- 6- Depois que tiramos a fonte de calor o que houve com o gráfico?
- 7- Antes de se estabilizar, o gráfico correspondeu a uma função do tipo $f(x) = ax + b$, seguindo a orientação do professor, encontre as variáveis a e b.

A curva mostrada no Excel terá o eixo y como temperatura e o eixo x como o tempo. A figura 7 mostra um resultado obtido em aula, apenas para fins ilustrativos.

Figura 7: Ilustração da curva de aquecimento da água obtida no experimento.



Fonte: Pesquisador

Para a aula dois, os alunos responderão o questionário referente à física, porém tomarão como referência, além da curva de aquecimento da água observada, o questionário respondido na aula anterior. Segue o questionário 2.

3.3.2 Questionário referente à aula 2.

- 1- Por que o gráfico não começou no ponto zero para a temperatura?
- 2 - A função encontrada $F(x) = a \cdot x + b$ tem relação com a fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Qual?
- 3 - Por que o ponto onde temperatura se estabilizou foi menor que 100°C? Como é chamado esse ponto?

- 4 - Como poderíamos proceder para aumentar o valor do ponto de estabilização da temperatura? E diminuir?
- 5 - Sabendo que o valor do calor específico da água é $1\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ e que a massa da água utilizada é 20 gramas, usando a fórmula $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, calcule a quantidade de calor que a chama forneceu à água.
- 6 - Sabendo que o calor latente de vaporização da água é 540 cal/g . Qual será a quantidade de calor necessária para transformar todo o líquido do experimento em vapor?
- 7 - Dada a quantidade de calor calculada em 5, calcule a potência das chamas das velas usando a fórmula $P = \frac{Q}{\Delta t}$. (Δt variação de tempo em segundos).
- 8 - Calcule a capacidade térmica da massa de água utilizada. Use $C = \frac{Q}{\Delta T}$.

Na aula três, os alunos responderão o questionário onde colocarão suas opiniões sobre o aprendizado usando a aula experimental, nesse momento é que se pode levantar o aproveitamento e satisfação dos discentes. Esse questionário é opcional, será usado apenas se o professor achar necessário.

3.3.3 Questionário referente à aula 3.

Questionário da opinião dos alunos sobre experimento de curva de aquecimento da água.

1 - Você acha que aprender Física tem alguma utilidade para sua vida?

() sim

() não

Em caso negativo, por quê? Em caso positivo, qual?

2 - Como você classifica o trabalho realizado sobre Termologia em sua sala de aula?

() positivo

() negativo

Justifique

3 - Quais os aspectos a serem destacados a partir da aula com o experimento?

a) O experimento colaborou com o ensino do conteúdo? () sim () não

Porquê?

b) O experimento aumentou a participação dos alunos? () sim () não

Se sim, de que forma?

Se não, porquê?

c) O experimento colaborou com a prática do professor? () sim () não

Se sim, de que forma?

Se não, porque?

4 - Você se recorda de alguma outra aula (física ou outra matéria) em que foi usado experimento? O que você achou dessa aula já vista?

5 - Elabore uma crítica ou sugestão relacionada à aula.

Considerações finais

Espera-se que este projeto sirva como ferramenta e inspiração para os demais colegas professores. O mesmo foi trabalhado pensando sempre na sua difusão para servir como ferramenta de auxílio ao professor. Os materiais de baixo custo em conjunto com a plataforma Arduino podem servir para outras ideias; foi percebido o seu grande potencial.

Conforme poderá ser visto através da análise das respostas dos alunos, a aula experimental para demonstrar a curva de aquecimento da água, pode ser proveitosa para despertar o interesse pelo fenômeno. Busca-se uma maior interação e envolvimento dos alunos com a aula, na intenção de que estes façam perguntas uns aos outros, além de brincadeiras como adivinhar valores no gráfico.

Através das respostas dos questionários, sobre matemática e física, o professor poderá perceber o entendimento do conteúdo e a ligação das duas disciplinas, trabalhando a interdisciplinaridade.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Rev. Bras. Ensino Fis. vol.25 no.2 São Paulo, 2003.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA S. M.; NARDI R. **Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências.** Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LEIRIA T. F.; MATARUCO S. M. C. **O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de física.** V Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente. SIPD – Catedra Unesco. PUCPR 2015.

MARTINS, A. A.; GARCIA; N. M. D. **Ensino de física e novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente.** VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Unicamp. Campinas. 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. O. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente.** Acta Scientiae, v.12, n.1, jan./jun. 2010.

SILVA, J. L. S.; MELO, M. C.; CAMILO, R. S.; GALINDO, A. L; e VIANA, E. C. **Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35.** XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA. 2014.