



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ – IFCE – CAMPUS SOBRAL**

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO DE
TRANSFORMAÇÃO GASOSA UTILIZANDO O APP TERMODUINO**

LUCAS IZIDIO DE SOUSA SAMPAIO

SOBRAL

2018



LUCAS IZIDIO DE SOUSA SAMPAIO

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO DE
TRANSFORMAÇÃO GASOSA UTILIZANDO O APP *TERMODUINO*

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE – Campus Sobral em parceria com a Universidade Estadual do Vale do Acaraú – UVA –, como requisito parcial para obtenção do Título de mestre.

Orientador (a): Prof. Dr Wilton Bezerra de Fraga.

SOBRAL

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S192d Sampaio, Lucas Izídio de Sousa.
DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO DE TRANSFORMAÇÃO GASOSA
UTILIZANDO O APP TERMODUINO / Lucas Izídio de Sousa Sampaio. - 2018.
116 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campus Sobral, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Wilton Berreza de Fraga.
1. Plataforma open-source. 2. Ensino de Física. 3. Termodinâmica. I. Título.

CDD 530.07

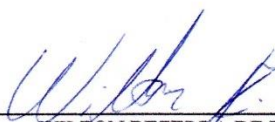
LUCAS IZIDIO DE SOUSA SAMPAIO

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO DE
TRANSFORMAÇÃO GASOSA UTILIZANDO O APP TERMODUINO**

Dissertação submetida ao Polo 56 UVA/IFCE do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 15 de Março de 2018.

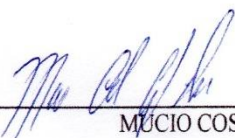
BANCA EXAMINADORA



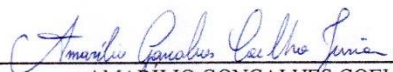
WILTON BEZERRA DE FRAGA
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (ORIENTADOR)



NELSON STUDART FILHO - UFABC



MUCIO COSTA CAMPOS FILHO
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE



AMARÍLIO GONÇALVES COELHO JUNIOR
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais.

A minha esposa Laelia pela valorosa contribuição neste trabalho.

Ao professor orientador Dr. Wilton Bezerra, pela orientação.

Aos amigos Denilson Melo Pereira e Lucas Fontenele pela ajuda no desenvolvimento do aplicativo.

Aos professores do MNPEF, Polo UVA/IFCE Sobral, por compartilharem seus conhecimentos.

Aos colegas de aula do MNPEF, Polo UVA/IFCE Sobral, em especial ao Deymes Aguiar.

Aos estudantes do IFPI – campus Parnaíba.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

RESUMO

Há, no âmbito do Ensino de Física, a percepção de que alunos e professores necessitam da alteração das estratégias de ensino, tornando-o mais compatível as tecnologias atuais e facilitando, assim, o processo ensino-aprendizagem. O desenvolvimento de produtos educacionais envolvendo plataformas de prototipagem *open-source* auxiliam na assimilação do conhecimento pelo aluno, relacionando teoria e prática. Sabe-se que o estudo de Termodinâmica é um dos que mais apresentam dificuldade de compreensão dos alunos. Tomando por base tais informações, foi desenvolvido o TermoNODE, aplicativo para *smartphone* capaz de coletar e analisar dados obtidos de sensores de pressão e temperatura inseridos em um experimento, com o intuito de observar sua influência no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O produto educacional foi aplicado numa turma de 21 alunos do 2º Ano do curso Médio Integrado em Edificações. Para comparar o conhecimento dos alunos acerca do tema abordado, foram aplicados dois questionários, um antes e o outro após o experimento; um terceiro questionário foi aplicado para avaliação de satisfação dos alunos em relação à experiência, todos via internet. Os alunos, através da avaliação do produto educacional, expressaram a necessidade de aulas utilizando tecnologias no ensino. Tais dados demonstram claramente que houve melhoria no processo de ensino aprendizagem com a obtenção de amplo desenvolvimento cognitivo do tema abordado.

Palavras-chave: Plataforma *open-source*, Ensino de Física, Aprendizagem Significativa. Termodinâmica.

ABSTRACT

In the field of Physics teaching, there is a perception that both teachers and students need a change about the education strategies, and make it more compatible with the current technologies and thereby facilitating the teaching-learning process. The development of educational products that involve *open source* prototyping platforms does help the assimilation of the content by the students, which relates theory with practice. It is known that the study of Thermodynamics is one of the themes that students present more difficulties to comprehend. Based on such information, it was developed the TermoNODE, an app for smartphone which is capable of collect and analyse data obtained from pressure and temperature sensors inserted on an experiment, in order to observe its influence on the teaching-learning process among the students, according to the Ausubel's Meaningful Learning Theory. The educational product was applied in a 21 Year 2 High School Integrated in Buildings (aged 21) students group. In order to compare the students comprehension regarding the discussed theme, a questionnaire was applied before the experiment and another one after it. A third one was applied to these students in order to evaluate their satisfaction concerned to this experience, all of them at internet. Through the evaluation of the educational product, the students expressed the need for using technology in teaching. Such data clearly display that has been an improvement in teaching-learning process obtaining a wide cognitive development of the discussed theme.

Keywords: *Open source* platform; Physics teaching; Meaningful Learning; Thermodynamics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Percentual de indivíduos possuidores de telefone móvel celular para o uso pessoal, na população de 10 anos ou mais de idade, segundo as grandes regiões – 2005/2014	21
Figura 2: Tipos e configurações de arduino encontrados no mercado.....	23
Figura 3: Quadro comparativo entre os Raspberry existentes no mercado.....	24
Figura 4: Quadro comparativo entre o Arduino Uno e Rapsberry Pi	24
Figura 5: Modulo nodeMCU.....	25
Figura 6a: Movimento das moléculas com a ação de uma força resultante.....	27
Figura 6b: Movimento das moléculas com o aumento da temperatura.....	27
Figura 7: Montagem dos fios no taps.....	30
Figura 8: Fita veda-rosca na montagem dos fios no taps.....	30
Figura 9: Taps com a válvula encaixada.....	31
Figura 10: Vista interna do taps com a válvula encaixada.....	31
Figura 11: Taps com a válvula e o sensor encaixados no cano	32
Figura 12: Seringa com a fita veda rosca.....	32
Figura 13: Vista de cima da fixação da seringa.....	32
Figura 14: Vista de frente da fixação da seringa.....	33
Figura 15. A esquerda – vista da montagem da seringa no cano pvc tê. A direita – Cola utilizada para vedação do sistema.....	33
Figura 16. A esquerda – vista da montagem do apoio. A direita – Corte feito para atravessar os fios do sensor.....	33
Figura 17: Vista de cima da montagem final do experimento.....	34
Figura 18: Representação do sensor BMP 085.....	34
Figura 19: Tela inicial do aplicativo termoduino.....	35
Figura 20: Equipe de desenvolvedores do aplicativo.....	36
Figura 21: IDE do arduino com o código de configuração do nodeMCU.....	36
Figura 22: Configuração do aplicativo.....	37
Figura 23: Tela inicial do aplicativo configurado.....	37
Figura 24: Vista de cima da bancada contendo o experimento e tablets com o aplicativo Termoduino.....	39
Figura 25a: Primeiro teste do produto educacional com alunos convidados.....	40
Figura 25b: Explicação do experimento e do aplicativo para o orientador.....	40

Figura 26: Aplicação do teste inicial.....	43
Figura 27: Medida do diâmetro utilizando paquímetro.....	44
Figura 28: Medição do comprimento da barra.....	45
Figura 29: Diferença entre precisão e exatidão.....	47
Figura 30: Erro comum em construção de gráficos.....	48
Figura 31: Utilização de uma seringa para verificar o aumento ou redução da pressão...	49
Figura 32: Figura representa um gás confinado num recipiente com um êmbolo móvel..	50
Figura 33: Pressão x volume.....	50
Figura 34: Representação gráfica da diminuição de pressão.....	50
Figura 35: Montagem elétrica do sensor BMP085 ao nodeMCU.....	51
Figura 36: Tabela representado os dados de pressão e volume.....	52
Figura 37: Gráfico produzido a partir dos dados de pressão e volume.....	53
Figura 38: Gráfico produzido da equação (2).....	53
Figura 39: Resultado em percentagem – A1 Q1.....	55
Figura 40: Resultado em percentagem – A2 Q1.....	56
Figura 41: Resultado em percentagem – A1 Q2.....	56
Figura 42: Resultado em percentagem – A2 Q2.....	56
Figura 43: Resultado em percentagem – A1 Q3.....	57
Figura 44: Resultado em percentagem – A2 Q3.....	57
Figura 45: Resultado em percentagem – A1 Q4.....	58
Figura 46: Resultado em percentagem – A2 Q4.....	58
Figura 47: Resultado em percentagem – A1 Q5.....	59
Figura 48: Resultado em percentagem – A2 Q5.....	59
Figura 49: Resultado em percentagem – A1 Q6.....	59
Figura 50: Resultado em percentagem – A2 Q6.....	60
Figura 51: Resultado em percentagem – A1 Q7.....	60
Figura 52: Resultado em percentagem – A2 Q7.....	61
Figura 53: Resultado em percentagem – A1 Q8.....	61
Figura 54: Resultado em percentagem – A2 Q8.....	62
Figura 55: Resultado em percentagem – A1 Q9.....	62
Figura 56: Resultado em percentagem – A2 Q9.....	63
Figura 57: Resultado em percentagem – A1 Q10.....	63
Figura 58: Resultado em percentagem – A2 Q10.....	63
Figura 59: Resultado em percentagem – Q1.....	64

Figura 60: Resultado em porcentagem da questão – Q2.....	64
Figura 61: Resultado em porcentagem da questão – Q3.....	65
Figura 62: Resultado em porcentagem da questão – Q4.....	65
Figura 63: Resultado em porcentagem da questão – Q5.....	65
Figura 64: Resultado em porcentagem da questão – Q6.....	66
Figura 65: Resultado em porcentagem da questão – Q7.....	66
 Quadro 01: Conteúdos e duração das aulas.....	 41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Acess Point (ponto de acesso)
APP	Aplicativo para celulares
C&T	Ciência e Tecnologia
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
IOT	Internet of Things (internet das coisas)
MDF	Medium Density Fiberboard (chapa de fibra de madeira de média densidade)
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais
PVC	Policloreto de polivinila
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	13
2.1.1	Construção do produto educacional com base na teoria de Ausubel	16
2.2	Recursos tecnológicos no Ensino de Física	19
2.2.1	Uso de smartphone em sala de aula	20
2.2.2	Plataformas de prototipagem open-source.....	22
2.2.3	Plataforma NodeMCU	25
2.3	O Ensino de Termodinâmica	26
2.3.1	Estudo dos gases perfeitos	26
3.	O PRODUTO EDUCACIONAL	29
3.1	Construção do experimento	29
3.2	Utilização do aplicativos <i>Termduino</i> na atividade experimental	35
4.	METODOLOGIA	39
4.1	Sujeitos da pesquisa	40
4.2	Realização da pesquisa	40
4.3	Aplicação do produto educacional	42
4.3.1.	Aula 01	42
4.3.2.	Aula 02	43
4.3.3.	Aula 03.....	47
4.3.4.	Aula 04	48
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
5.1	Atividades A1 e A2	55
5.2	Aula experimental.....	64
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	APÊNDICE 1: Atividade 1 e 2.....	71
	APÊNDICE 2: Código de configuração.....	77
	APÊNDICE 3: Avaliação da aula experimental.....	79
	APÊNDICE 4: Produto Educacional.....	80

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física é visto por grande parte dos alunos como de difícil entendimento, principalmente por envolver muitas operações matemáticas. Estudantes reclamam constantemente das estratégias utilizadas por professores que utilizam bastante métodos “decorebas” para entendimento de fenômenos Físicos, tornando as situações abordadas subjetivas, indo contra metodologias que mostram que é necessário dar um significado no instante da aquisição do conhecimento. Além disso, existe uma quantidade elevada de alunos bastante desmotivados, levando o professor a buscar métodos que possam seduzir o aluno para a efetiva formação intelectual do indivíduo.

Pela prática docente, o estudo de termodinâmica é considerado, por grande parte dos alunos, um tema difícil de assimilar a teoria com a prática. Isso pode ser explicado devido ao fato de atividades experimentais dessa área serem difíceis de reproduzir. Nas escolas, principalmente da rede pública, há deficiência de laboratórios de Física, dificultando assim o aprendizado dos alunos. Uma possível explicação é o alto custo na montagem de um laboratório didático.

Uma alternativa para elaboração e aplicação de atividades experimentais é utilizando plataformas de prototipagem *open-source* de baixo custo, que servem para aquisição e análise de dados, sendo capaz de produzir gráficos acompanhando o experimento em tempo real. De acordo com Cavalcante et al (2011) “O dinamismo desse processo provoca a curiosidade e maior interesse dos estudantes, já que a aula de laboratório se torna desafiadora”.

A partir de um levantamento bibliográfico das publicações das principais revistas do ensino de Física no Brasil, verificou-se uma baixa quantidade de experimentações sobre termodinâmica, porém percebe-se um aumento quase que exponencial de utilização de plataformas *open-source* na aquisição de dados, principalmente o Arduino.

Com a necessidade de encontrar formas de melhorar o processo ensino-aprendizagem, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e aplicação de um produto educacional em turmas do segundo ano do ensino médio, visando a melhoria deste processo, fazendo uso da Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por Ausubel. Para isso, foram utilizadas tecnologias a partir do uso de plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* - NodeMCU – e *smartphones*, utilizando um aplicativo construído para coleta e análise de dados da atividade experimental sobre

transformação gasosa isotérmica. Tais procedimentos serão descritos nos capítulos deste trabalho.

O tópico sobre a fundamentação teórica é dividido em subtópicos, com o primeiro apresentando a teoria da aprendizagem significativa aplicada ao produto educacional desenvolvido, explicando como é esperado a aprendizagem dos alunos no processo.

No sub tópico de Recursos Tecnológicos no Ensino de Física, é apresentado um estudo de alguns pesquisadores defensores do uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Em Plataformas de Prototipagem *open-source*, realizou-se um levantamento dos tipos de plataformas open-source no mercado, assim como as principais utilizadas na coleta de dados em atividades experimentais de Física. A plataforma NodeMCU entram nas tecnologias utilizadas no trabalho.

Na seção “O Ensino da Termodinâmica”, serão debatidas teorias da Física necessárias na construção do produto educacional, sendo abordado o estudo dos gases perfeitos e as transformações gasosas com as aplicações no nosso cotidiano.

O tópico nomeado como “Produto educacional” explica como é feita a montagem do experimento e como funciona o aplicativo *termoduino*, assim com as configurações necessárias para a correta utilização.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico, será discutido o ensino de Física na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, além dos recursos tecnológicos no ensino de Física, destacando o uso de smartphones e plataformas de prototipagem eletrônica *open-source*.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Sabe-se que as teorias da aprendizagem cognitivistas são diversas. De acordo com Nunes & Silveira (2009, p.67) cognição é: “[...] o processo através do qual conhecemos e atribuímos significado à realidade, isto é, a partir de experiências sensoriais, representações, pensamentos e lembranças”. Entretanto, apesar das múltiplas teorias cognitivistas é consensual entre elas que a base da aprendizagem cognitiva se encontra numa relação entre o indivíduo e o mundo externo, o que faz com que o indivíduo possa organizar o seu cognitivo a partir de experiências.

As experiências sensoriais como o pensamento, a comunicação por linguagens e a memorização são fundamentais na obtenção e continuidade da aprendizagem. De acordo com Nunes & Silveira (2009, p.67): “[...] isto mostra a ênfase dada pelos cognitivistas ao modo como as informações, os conteúdos, os conhecimentos são assimilados, processados, significados nas estruturas mentais do sujeito”.

David Paul Ausubel foi um dos defensores da teoria voltada para a aprendizagem escolar, construindo as ideias da teoria da “Aprendizagem Significativa”, que se utiliza de elementos cognitivos, que trazem subsídios para a aprendizagem do sujeito. De acordo com Moreira (2011) as novas informações são expressas metaforicamente e interagem de maneira não-literal sendo que a aprendizagem advém de algum conhecimento prévio já existente na sua estrutura cognitiva. Neste sentido, a aprendizagem significativa é um processo de sistematização do conhecimento e agregação dos conteúdos em sua estrutura cognitiva. A teoria da Aprendizagem Significativa ajuda a entender como acontece o processo de aprendizagem do aluno em sala de aula.

Segundo Coll et al. (2004) aprender com significado é aprender de maneira livre utilizando estrutura cognitiva que o indivíduo possui, tendo como consequência uma ressignificação do que já se sabe e paralelamente gerando um novo conhecimento.

De acordo com Ausubel (s/a) apud Moreira (2009) o novo conhecimento interage na estrutura cognitiva do aluno de forma organizada e categorizada com uma estrutura de conhecimento específico denominado “subçunsor” ou “ideia-âncora”. Ainda segundo o autor esses subçunsos são pontos de ancoragem da condição intelectual do aluno, isto é, um conhecimento prévio do conteúdo que está sendo estudado. O indivíduo armazena o novo conteúdo através de um subçunsor.

O subçunsor não é algo fixo e imutável, podendo se adaptar à nova informação contraindo novas interpretações que chegam ao sujeito. Segundo Moreira (2011, p.14): “[...] o subçunsor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborados em termos significativos”. Em física, por exemplo, o conceito da unidade de medida graus Celsius já existe na estrutura cognitiva do aluno, servindo assim como subsunçor para o aprendizado do conceito de temperatura, consequentemente auxiliando-o a construção da grandeza calor como uma forma de energia. Contudo, afirmam Moreira & Masini (2006) a fixação do novo conhecimento:

[...] resulta em crescimento e modificação do conceito de subçunsor. Isso significa que os subçunsos existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subçunsor. (MOREIRA & MASINI, 2006, p.18)

Assim, citam os autores que Ausubel explica que a aprendizagem pode ocorrer não significativamente, ou seja, parcialmente de maneira literal e arbitrária. Para esta definição Ausubel chamou de “aprendizagem memorística”, ocorrendo quando a informação chega ao sujeito, com pouca ou nenhuma associação na sua estrutura cognitiva. Um exemplo, em sala de aula, dessa aprendizagem ocorre quando o aluno deixa para estudar apenas momentos antes da avaliação não tendo a estruturação do conteúdo em sua mente, ou seja, apenas memorizando em curto prazo a informação. Outro exemplo na disciplina de Física é o aluno ao estudar o conceito de cinemática memoriza a equação horária, muitas vezes com frases para facilitar a memorização, sem saber a real aplicação disso na natureza.

A aprendizagem memorística não pode ser considerada somente um processo errôneo de ensino, pois ela não necessariamente anula a construção de uma futura aprendizagem significativa. De acordo com Coll et al. (2004) a teoria de Ausubel diz que

muitas vezes se comete um erro quando afirmamos que as aprendizagens significativas só ocorrem em circunstância de descobrimento e que uma tarefa organizada mediante a exposição ao aluno de uma informação nova conduzirá necessariamente a uma aprendizagem mecânica. Não existe uma dicotomia entre as duas formas de aprendizagem, e sim a idéia de uma completar a outra.

Assim, é relevante indagar sobre quando o sujeito não possui um subçunsor do assunto ou um conceito equivocado deste subçunsor, então como adquirir o conhecimento? De acordo com Moreira & Masini (2006) a formação de um subçunsor pode decorrer da aprendizagem memorística, verifica-se a afirmação a seguir:

[...] a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subçunsors, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subçunsors vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações”. (MOREIRA& MASINI, 2006, p.19-20)

A aquisição de novos conceitos pode acontecer através da recepção de atributos criteriais e pelo relacionamento de tais atributos com ideias relevantes estabelecidas anteriormente, o que caracteriza a assimilação de conceitos. Ausubel propõe o uso de organizadores prévios como âncora para novos conhecimentos, que levem ao desenvolvimento de novas ideias-âncora, formando assim um processo ativo de interação entre os conceitos adquiridos.

De acordo com Moreira & Masini (2006, p.21) os organizadores prévios: “[...] são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como ‘pontes cognitivas’”. Neste sentido, os organizadores prévios são instrumentos preliminares, ferramentas oferecidas antecipadamente ao conteúdo que se deseja concretizar a aprendizagem. A função primordial dos organizadores prévios é a preparação da estrutura cognitiva com o objetivo de receber a nova informação, sendo preparados com um maior grau de abstração do que o material didático a ser exposto.

Na aprendizagem do conceito de “calor”, por exemplo, o aluno tem um conhecimento de temperatura na sua estrutura cognitiva. Porém, muitas vezes, esse conceito é utilizado inadequadamente quando se diz: “Estou com calor”, imediatamente ele está associando calor à sensação térmica, assim, o subçunsor está condicionado a este conceito indevido relacionado ao senso comum social utilizado cotidianamente. Ao estudar o conceito de calor, espera-se que este conhecimento prévio seja resignificador.

Para isso, o professor pode utilizar dois princípios básicos para a aprendizagem ser considerada significativa tal como descrita por Ausubel: a “diferenciação progressiva” e a “reconciliação integrativa”.

A diferenciação progressiva segundo Moreira (2011, p.20): “[...] é o processo de atribuição de novos significados a um dado subçunso resultante da sucessiva utilização para dar significado a novos conhecimentos”. Enquanto a reconciliação integrativa ocorre concomitantemente com a diferenciação progressiva, a estrutura cognitiva deve adaptar-se ao novo conhecimento de forma dinâmica, integrando saber e explorando relações entre as ideias.

O conteúdo deve ser oferecido ao aluno seguindo duas estratégias de aprendizagem: “aprendizagem por recepção” e “aprendizagem por descoberta”. A aprendizagem por recepção ou receptiva segundo Moreira (2011, p.33) “[...] é aquela em que o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento, a ser aprendido em sua forma final”. O indivíduo recebe essa informação sem precisar descobrir para aprender. Esse novo conhecimento chega até ele, por exemplo, através de uma aula expositiva, observando uma experiência no laboratório didático – local para experiências de aprendizagens –, um documentário, etc.

De acordo com Moreira & Masini (2006) a aprendizagem por descoberta:

[...] representa outro tipo de uso cognitivo de conceitos e é exemplificada tanto por (a) *operações simples de soluções de problemas*, as quais requerem um caso especial de uma proposição ou conceito já significativo e mais geral, como por (b) *tipos mais complexos de solução problemas*, nos quais os conceitos e proposições já existentes na estrutura cognitiva devem ser estendidos, elaborados ou reorganizados a fim de satisfazer os particulares requisitos da relação meios-fim que o aprendiz deve descobrir”. (MOREIRA & MASINI, 2006, p.40)

Segundo Moreira (2011) a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descobertas não são opostas, são dependentes uma da outra, assim como a aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. Uma forma errônea de se pensar é considerar que a aprendizagem por descoberta resulta obrigatoriamente na aprendizagem significativa. Compreende-se que seria impraticável o aluno aprender todas as disciplinas do seu ano letivo apenas por descobertas.

2.1.1 Construção do produto educacional com base na teoria de Ausubel

O presente trabalho apresenta uma proposta de ensino de Termodinâmica utilizando a plataforma NodeMCU para a coleta de dados e verificação experimental da teoria. Dentro do tema a ser discutido, selecionou-se um subtema para análise experimental: Transformações Gasosas. Serão descritas, a seguir, as etapas de desenvolvimento do trabalho à luz da teoria da aprendizagem significativa descrita no item anterior.

No primeiro momento, serão apresentados materiais introdutórios contendo: Algarismos significativos, teoria de erros em medidas, construção de gráficos e um conjunto de aplicações da termodinâmica no cotidiano do aluno. Isto é necessário, pois de acordo com a teoria de Ausubel, para ocorrer aprendizagem significativa é indispensável que aos alunos sejam apresentadas situações motivadoras. Os materiais introdutórios foram desenvolvidos e aplicados com base no conceito de “organizadores prévios” definido por Ausubel, destacando alguns aspectos da termodinâmica, tendo um elevado grau de “abstração, generalidade e inclusividade” (MOREIRA, 2011). Esse material servirá como um elo entre o que o estudante já tem conhecimento e o que deveria saber, com finalidade de aprender de forma significativa.

Ocorrendo a motivação, passa-se para a próxima etapa, detectar o nível de conhecimento prévio na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, o “subçunsor”. Detectar os subçunsos dos alunos é uma tarefa demasiadamente complexa, pois a estrutura cognitiva é individual, cada um tem um conhecimento prévio do conceito a ser estudado. Para isso, será utilizada uma técnica que corresponde à execução de um questionário aos alunos.

Para que a aprendizagem significativa ocorra, além da motivação dos alunos, o material didático que será utilizado é potencialmente significativo. O roteiro de atividades será utilizado como auxílio para o docente mediar o debate com os alunos, investigando o experimento a ser realizado em sala de aula. Na elaboração do material foi levado em conta um conceito geral do assunto possibilitando o aluno associar com conceitos específicos, ou seja, ocorrendo assim a “diferenciação progressiva” aprimorando o subçunsor, almejando-se que novos conhecimentos sejam resultantes de sua utilização.

Serão apresentados aos alunos o experimento sobre transformação gasosa isotérmica. Esses experimentos têm como objetivo promover a discussão do comportamento de grandezas físicas, pressão, volume e temperatura, chamadas de “variáveis de estado”, levando o aluno a fazer previsões, testar suas hipóteses na tentativa de explicar as perguntas do roteiro experimental.

A atividade experimental visa aprimorar conceitos de variáveis de estado, quando apenas uma das variáveis não sofre mudança nos quais requerem uma atenção maior reorganizando conceitos previamente adquiridos, como, por exemplo, análise dos gráficos de: pressão x volume; pressão x temperatura; volume x temperatura. Nesse caso, espera-se que a aprendizagem ocorra por diferenciação progressiva uma vez que as ideias gerais são progressivamente diferenciadas com o conceito específico do experimento.

Sobre a reconciliação integrativa, será observado no trabalho das atividades experimentais se alunos necessitam ter um breve conhecimento na análise dos gráficos de pressão, volume em função da temperatura e temperatura em função do tempo utilizando dados experimentais. Nessa análise, o aluno é capaz de reconhecer algumas propriedades gráficas - já estudadas por ele - que encontra semelhanças entre os diferentes gráficos de diversos temas da Física como o significado de linearização, afim de obter o coeficiente linear e angular.

A análise de gráficos e tabelas está prevista no PCN+ como competências gerais em articulação dos símbolos e códigos de C&T, onde o aluno deve ser capaz de:

- Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas, apresentados em textos;
- Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráficos;
- Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação. (PCN+, 2002, p. 63)

Na montagem do experimento, o professor poderá explicar alguns conceitos da plataforma Arduino, e conseqüentemente, do nodeMCU, como por exemplo, tensão elétrica, corrente elétrica e princípio de funcionamento de alguns sensores. Com isso, o estudante, mesmo não tendo um subçunso formado sobre o tema eletricidade – tendo em vista que o produto é aplicado com alunos do segundo ano do ensino médio – começa a desenvolver uma ideia que futuramente servirá como ligação para desenvolver sua estrutura cognitiva do conhecimento de eletromagnetismo. Dessa maneira, o aluno foi capaz de aprender receptivamente, ou seja, para aprender ele não precisou descobrir o conhecimento.

Como destacado no início, este material foi elaborado e aplicado em sala de aula, explorando a estrutura cognitiva do aluno com o objetivo de garantir seu aprendizado de forma significativa.

2.2. Recursos tecnológicos no Ensino de Física

A qualidade da educação no Brasil é constantemente avaliada através de pesquisas, que demonstram claramente a deficiência no aprendizado dos alunos, não alcançando, muitas vezes, o mínimo exigido nos exames de avaliação. Tais constatações são preocupantes, pois refletem a falta de atratividade dos espaços escolares, uma das maiores causadoras de desistência ou de pouco aproveitamento durante os cursos. O despreparo e desmotivação dos docentes, deficiências da infraestrutura e dos insumos e práticas pedagógicas antiquadas denotam alguns dos motivos pelos quais o ambiente escolar torna-se entediante aos alunos. Este fato pode estar também relacionado à escassez de currículos mais atualizados e a presença nada comum de materiais educacionais compatíveis com formas mais atuais de aprendizado e com as tecnologias mais recentes; É importante, portanto, que haja a inserção criteriosa de recursos tecnológicos no ambiente de aprendizado, incluindo também práticas laboratoriais. (DA ROCHA et al, 2014)

O fomento do uso de práticas laboratoriais como recurso didático no ensino de Física foi amplo a partir da década de 1970, quando houve a intensificação da pesquisa a respeito da utilização de experimentos de baixo custo no ensino, e, concomitantemente, ocorreu um grande avanço na acessibilidade e facilidade do uso de produtos tecnológicos à população. Foram desenvolvidos alguns sistemas de aquisição eletrônica de dados de baixo custo para aplicações didáticas, que exigiam do professor conhecimento prévio de eletrônica analógica e digital. (VILAR, A. B. et al, 2015)

Atualmente, nota-se um aumento gradativo da exigência de transformações na estrutura escolar, de modo que o mundo contemporâneo seja devidamente contextualizado, considerando a grande revolução da informática, da automação e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). (CAVALCANTE ET AL, 2014)

Tais tecnologias permitem a introdução e utilização da metodologia experimental de aquisição de dados por computador, representando a possibilidade real de uso das técnicas de análise estatística de dados experimentais estudados no curso de Física, com possibilidades também abrangentes para o Ensino Médio. Esse processo se mostra como recurso facilitador ao professor/aluno/pesquisador por fornecer, através de planilhas eletrônicas, acesso rápido e em quantidade de dados processados, tabulados e convertidos em gráficos. Um determinado sistema pode, por exemplo, ser projetado isolando determinado fenômeno físico, para que o mesmo seja reproduzido em condições de

laboratório em que as variáveis possam ser controladas e suas respostas lidas por sensores apropriados, possibilitando a:

formulação de hipóteses, comparação de resultados obtidos com os previstos pelo modelo teórico, explicar possíveis diferenças entre o previsto e o observado e ainda, reformular suas hipóteses, fazer ajustes experimentais, a fim de testá-las novamente. Se bem conduzido, esse processo torna a aula mais dinâmica e, potencialmente, um local de aprendizagem significativa. (MARTINAZZO et al, 2014, p. 23)

2.2.1 Uso de Smartphones no ensino de Física

Aprender a Física é fazer com que o indivíduo compreenda dentro de seu cotidiano, fenômenos naturais e tecnológicos. Para os PCN+, isso acarreta

a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado. (PCN+, 2002. p. 59)

As tecnologias de informação e comunicação estão presentes nos parâmetros curriculares, passíveis de serem abordadas de modo a despertar o interesse e promover/facilitar o diálogo entre alunos e professores. (FERNANDES et al, 2016)

Há uma grande busca, por parte das instituições educacionais, de ressignificar suas práticas pedagógicas, para que estas estejam em consenso com as inovações tecnológicas nos campos da informação e comunicação, responsáveis diretos pela forma como as novas gerações se relacionam e acessam informações para lazer e formação. Deve-se considerar a internet como um instrumento que propicia rotas de navegação, numa interrelação de humanos e equipamentos, em contínuas ações e associações. Hoje, pessoas de várias faixas etárias tem acesso facilitado à internet através de seus *smartphones*, e não há como negar o fascínio das crianças e dos adolescentes pelas mídias digitais,

que estão cada vez mais conectados no ciberespaço: eles pesquisam, assistem, produzem e postam seus vídeos no YouTube, jogam, comunicam-se com seus amigos, familiares e até mesmo professores, ou seja, passaram de meros receptores da mídia para produtores ativos. A presença das mídias digitais alteram as relações que estabelecemos nos cenários em que circulamos, inclusive na escola, e nos mostra que há outras maneiras de ter acesso a situações de aprendizagem, além de possibilitar a criação de novos recursos

didáticos, por meio da multimídia, com texto, som e imagem. (SCHONINGER et al, 2017. p. 18)

É inegável que o uso de *smartphones* seja grandemente difundido. Observa-se grande similaridade de muitos destes dispositivos a computadores do tipo *desktop*, podendo, inclusive, ser considerados como verdadeiros “computadores de bolso” (GUEDES, 2015).

Entre os anos de 2005 e 2014, observou-se o aumento da quantidade de brasileiros acima de dez anos possuidores de telefonia móvel para uso pessoal, de acordo com a Figura 1, denotando a crescente facilidade de acesso a este tipo de dispositivo, possibilitando a sua aplicabilidade para fins didáticos em sala de aula (IBGE, 2016).



Figura 1: Percentual de indivíduos possuidores de telefone móvel celular para o uso pessoal, na população de 10 anos ou mais de idade, segundo as grandes regiões – 2005/2014. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional de Amostra em Domicílios, 2005/2014.

Em se tratando do ensino de Física, tais *smartphones* fazem as vezes de instrumentos de medida direta de grandezas físicas importantes. Aplicativos podem ser baixados para efetuar a leitura, armazenamento e apresentação de diversos dados. (VIEIRA et al, 2014).

2.2.2. Plataformas de prototipagem open-source

O primeiro computador gráfico foi criado por K. Alsleben e W. Fetter, na Alemanha dos anos 1960, e era visto como um simples instrumento, contudo percebeu-se a versatilidade de suas aplicações como um verdadeiro sistema de releitura das mídias conhecidas até então. Com o advento dos microcontroladores, nota-se o crescente desenvolvimento de projetos de sistemas eletrônicos digitais devido à enorme versatilidade de hardware e software que oferecem.

Um microcontrolador reúne em apenas um componente os elementos de um sistema microprocessador completo, antes desempenhados por diversos dispositivos, tendo como vantagem mais marcante a possibilidade de ter seus programas gravados internamente na fabricação, impedindo engenharia reversa ou cópias não autorizadas (OLIVEIRA, 2017).

Variados projetos que utilizam estes microcontroladores possibilitam uma constante comunicação e interação com outras pessoas ou objetos, com total possibilidade de distribuição de dados coletados para o ambiente, através de objetos comuns ao cotidiano que estão conectados à internet é o conceito de Internet das coisas, ou *Internet of Things* - IOT, numa verdadeira fusão entre os mundos “real” e “digital” (EVANS, 2011).

Em 2005, na Itália, surgiu uma plataforma de prototipagem que seria uma das mais utilizadas: o Arduino. Constituído de uma plataforma de hardware e software *open source*, foi desenvolvido para tornar-se uma ferramenta de prototipagem eletrônica de custo acessível e flexível, além de possibilitar a pessoas não especialistas em programação e/ou em eletrônica que pudessem desenvolver aplicações de objetos e ambientes interativos. (ARDUINO, 2016).

A figura 2 apresenta uma tabela contendo as configurações dos mais variados tipos de Arduino disponíveis no mercado.

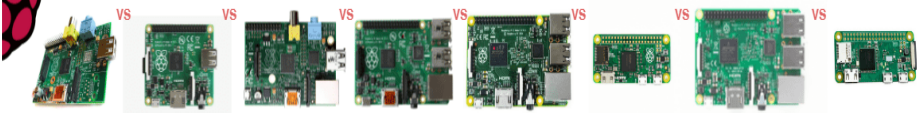
	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Esplora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32 K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v

Figura 2: Tipos e configurações de arduino encontrados no mercado. Fonte:

<https://www.filipeflop.com/wp-content/uploads/2014/02/Tabela-comparativa1.png>

Observa-se, na literatura, que o Arduino é a plataforma mais utilizada em projetos que envolve experimentos no ensino de Física, podendo ser atribuído ao baixo custo e a facilidade de programação e de encontrar materiais prontos, em fóruns especializados, como programação e bibliotecas para os mais diversos tipos de sensores.

Outra placa de prototipagem de uso recorrente é o Raspberry, considerado um minicomputador pessoal *open-source*. Foi criado pela Raspberry Pi e lançado em 2006 no Reino Unido, com o objetivo de desenvolver um produto com preço acessível, tamanho reduzido e diversas funcionalidades, com capacidade de integrar facilmente o desenvolvimento de projetos eletrônicos com software. Há no mercado, atualmente, três modelos diferentes de Raspberry, que são diferenciados entre si pela memória RAM e o número de portas USB. No primeiro modelo A, tem-se 256 MB de RAM e uma porta USB. Já no B, verifica-se 512 MB de RAM, duas portas USB e uma porta RJ45. O último modelo, B+, possui duas portas USB a mais que o modelo B (OLIVEIRA,2017). A Figura 3 mostra a diferença de configurações dos mais diversos tipos de Raspberry no mercado.



	Model A	Model A+	Model B	Model B+	2 Model B	Zero	3 Model B	Zero W
SoC	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2835
CPU	700MHz ARM1176JZF-S	700MHz ARM1176JZF-S	700MHz ARM1176JZF-S	700MHz ARM1176JZF-S	900MHz Quad-core ARM Cortex-A7	1GHz ARM1176JZF-S	1.2GHz QUAD ARM Cortex-A53	1GHz ARM1176JZF-S
GPU	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV
RAM	256Mb	256Mb	512Mb	512Mb	1Gb	512Mb	1Gb	512Mb
USB	1	1	2	4	4	1 Micro	4	1 Micro
Vídeo	RCA, HDMI	Jack, HDMI	RCA, HDMI	Jack, HDMI	Jack, HDMI	Mini HDMI	Jack, HDMI	Mini HDMI
Áudio	Jack, HDMI	Jack, HDMI	Jack, HDMI	Jack, HDMI	Jack, HDMI	Mini HDMI	Jack, HDMI	Mini HDMI
Boot	SD	MicroSD	SD	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD
Red	-	-	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100	-	Ethernet 10/100, Wifi, BT	Wifi y BT
Consumo	300mA / 1,5w / 5v	400mA / 2w / 5v	700mA / 3,5w / 5v	500mA / 2,5w / 5v	800mA / 4w / 5v	160mA / 0,8w / 5v	2,5A / 12,5w / 5v	160mA / 0,8w / 5v
Alimentación	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO
Tamaño	85,6 x 53,98 mm	65 x 56 mm	85,6 x 53,98 mm	85 x 56 mm	85 x 56 mm	65 x 30 mm	85 x 56 mm	65 x 30 mm
Precio	25\$	20\$	35\$	35\$	35\$	5\$	35\$	10\$

Figura 3: Quadro comparativo entre os Raspberry existentes no mercado. Fonte: adaptado de <https://i2.wp.com/comohacer.eu/wp-content/uploads/comparativa-raspberry-pi-2.png>

Em termos de desempenho, o Raspberry é muito superior em relação ao Arduino, porém em projetos pequenos, o custo benefício do Arduino é bem melhor. Isso vai depender muito do projeto a ser desenvolvido. É importante observar que existem várias placas de prototipagem que utilizam o mesmo C.I. do Arduino, tornando o preço final bastante acessível ao consumidor. O A figura 4 mostra um quadro comparativo entre o Arduino Uno e o Raspberry Pi, sendo destacado o preço de cada um no mercado brasileiro.

Nome	Arduino	Raspberry Pi
Modelo	Arduino Uno	Modelo 3 B+
Preço	R\$29,80	R\$183,99
Tamanho (cm)	7,49x5,33	8,48x5,58
Processador	ATMega 328	1.2 GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
RAM	2KB	1 GB
Portas Digitais	14	40
Portas Analógicas	6 (10-bit)	N/A
DEV IDE	Arduino IDE	Raspian, Android, Windows, Ubuntu
Saída de vídeo	N/A	HDMI

Figura 4: Quadro comparativo entre o Arduino Uno e Rapsberry Pi. Fonte: <https://image.slidesharecdn.com/arduinovsraspberrypivsbeaglebone-170401215020/95/arduino-vs-raspberrypi-vs-beaglebone-24-638.jpg?cb=1491083461>

2.2.3. Plataforma NodeMCU

Para coleta e análise de dados utilizou-se a plataforma de prototipagem NodeMCU. Os principais motivos para sua escolha foram (OLIVEIRA, 2017):

- Custo-benefício: O preço médio dessa placa está em torno de R\$ 25,00 no Brasil. Em sites de compras internacionais o valor é, em média, US\$ 3,00.
- Ambiente de desenvolvimento: programável também em Arduino, facilitando a utilização.
- Disponibilidade de sensores: Os mesmos sensores para o Arduino são utilizáveis na placa de prototipagem.



Figura 5: Módulo nodeMCU. Fonte:

<https://cdn.awsli.com.br/600x450/249/249328/produto/7276218/e132b9e118.jpg>

O nodeMCU é uma plataforma ou placa de prototipagem *open-source*, com microcontrolador ESP8266, da Espressif. A família “ESP8266” é composta por microcontroladores preparados para se conectar na internet, sendo uma das preferidas em projetos envolvendo o princípio da IOT (internet das coisas). A figura 5 apresenta a placa nodeMCU.

A placa possui uma antena embutida com capacidade de conexão *wireless* padrão 802.11b/g/n, tendo modos de operação STA, AP, STA+AP, suportando até 5 conexões TCP/IP, sendo conectada por uma entrada micro-usb com conversor analógico digital (ADC). A placa detém portas I2C, SPI, analógico e digitais.

O ambiente de programação utilizado pelo nodeMCU é na linguagem Lua. “Essa linguagem, desenvolvida no Brasil por professores da PUC-Rio, é interpretada e tem sintaxe de fácil aprendizagem e integração” (OLIVEIRA, 2017). Utiliza-se neste trabalho o ambiente de programação da plataforma Arduino, devido ao grande número de bibliotecas disponíveis gratuitamente, tornando o estudo mais acessível.

As configurações prévias para instalação e utilização desta plataforma, estão disponíveis no arquivo contendo o produto educacional.

2.3. O Ensino de Termodinâmica

A parte da Física que estuda fenômenos térmicos associando algumas formas de energia como calor e trabalho é a termodinâmica, que, de acordo com o PCN+ FIS, é indispensável, pois é capaz de

“[...] desenvolver competências que permitam lidar com fontes de energia, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais, permitindo escolher aqueles mais adequados a cada tarefa. Poderão ser promovidas, também, competências para compreender e lidar com as variações climáticas e ambientais ou, da mesma forma, com os aparatos tecnológicos que envolvem o controle do calor em ambientes.” (BRASIL, 2007. pag. 18)

2.3.1. Estudo dos gases perfeitos

O gás ideal é um conceito teórico, abstrato, simples e sem existência prática, porém é bastante importante pois temos uma aproximação dos gases reais.

As propriedades dos gases perfeitos são: (RESNICK, 2002)

1. O gás ideal consiste em partículas, que possuem movimento aleatório e obedecem às leis de Newton do movimento;
2. A quantidade total de moléculas corresponde ao número de Avogrado;
3. O volume ocupado pelas moléculas é apenas uma pequena parte do volume total ocupado pelo gás;
4. Nenhuma força atua sobre uma molécula, exceto durante uma colisão, seja com as paredes do recipiente que a contém, seja com uma outra molécula;
5. Todas as colisões são elásticas e de duração desprezível.

Os gases reais que observamos na natureza, apresentam peculiaridades quanto a sua estrutura molecular, porém, terão comportamentos semelhantes se submetidos a altas temperaturas e baixas pressões. Um gás real torna-se cada vez mais próximo de um gás ideal quanto menor for a pressão e maior a temperatura.

Variáveis de estado de um gás

As variáveis de estado de um gás, para determinada massa de gás, são as grandezas: pressão (P), volume (V) e temperatura (T).

- *Pressão*: Já é de conhecimento prévio que a pressão é uma grandeza do tipo escalar, sendo a força resultante aplicada sobre uma área. Num gás, a pressão exercida é conhecida como *pressão média*, associada ao número de colisões das moléculas com a parede do recipiente e a força exercida em cada choque. Uma representação desse conceito pode ser visualizada na figura 6.

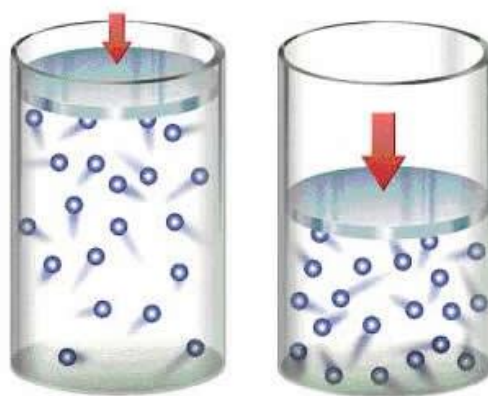


Figura 6a: Movimento das moléculas com a ação de uma força resultante. Fonte:

<http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/pressao%20de%20um%20gas.jpg>

- *Temperatura*: É uma grandeza do tipo escalar. Está associada ao grau de agitação térmica das moléculas, ou seja, a energia cinética de translação das moléculas do gás. A figura 7 representa um experimento bastante simples de se fazer utilizando um balão, água gelada e água quente, mostrando assim que o aumento de temperatura faz com que aumente a intensidade da vibração molecular, e conseqüentemente, a temperatura do gás.

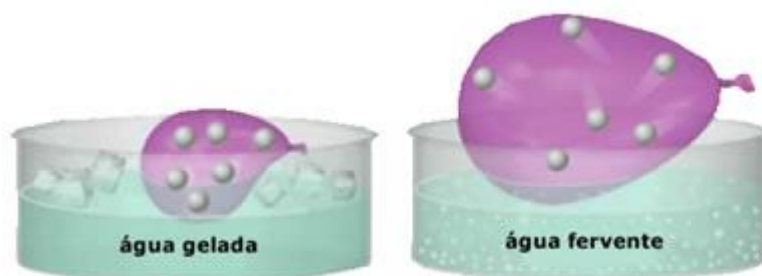


Figura 6b: Movimento das moléculas com o aumento da temperatura. Fonte:

<http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/temperatura-dos-gases.jpg>

- *Volume*: É igual ao volume do recipiente que confina o gás, podendo ser observado na figura 6a.

Transformações gasosas

As variáveis de estado estão interligadas entre si, definindo assim o comportamento macroscópico de um gás. Se variarmos uma grandeza, altera-se as outras duas, quando não mudamos a quantidade de massa. Para isso, definimos que o gás sofreu uma *transformação gasosa*.

As transformações podem ser: isotérmica, isobárica e isovolumétrica. Para o desenvolvido do produto educacional, foi utilizado apenas a transformação isotérmica, que será descrita posteriormente.

3. O PRODUTO EDUCACIONAL

Neste tópico, será apresentado a construção do experimento e a utilização do aplicativo *Termoduino*.

3.1 Construção do experimento

A seguir, são apresentados os materiais necessários para montagem do experimento da transformação isotérmica:

- Seringa de vidro com capacidade de 20 ml;
- Seringa de plástico com capacidade de 20 ml;
- 4 abraçadeiras de nylon;
- Válvula para câmara de ar de pneu de bicicleta;
- Cano pvc Tê $\frac{3}{4}$ '';
- 3 taps de cano de $\frac{3}{4}$ '';
- Fita veda rosca;
- Cola adesivo para juntas de motores diesel;
- Cola silicone;
- Adesivo plástico laminação;
- Base de madeira de MDF.
- Sensor de temperatura e pressão BMP085 – Módulo GY-85;
- Fios jumpers de cores diferentes;
- Estanho em fio para solda;
- Ferro de solda;

Primeiramente, de posse do taps de vedação da tubulação faz-se pequenos orifícios para poder passar os terminais do sensor BMP085. Após este procedimento, os fios precisam ser soldados aos terminais, de acordo com a figura 7.

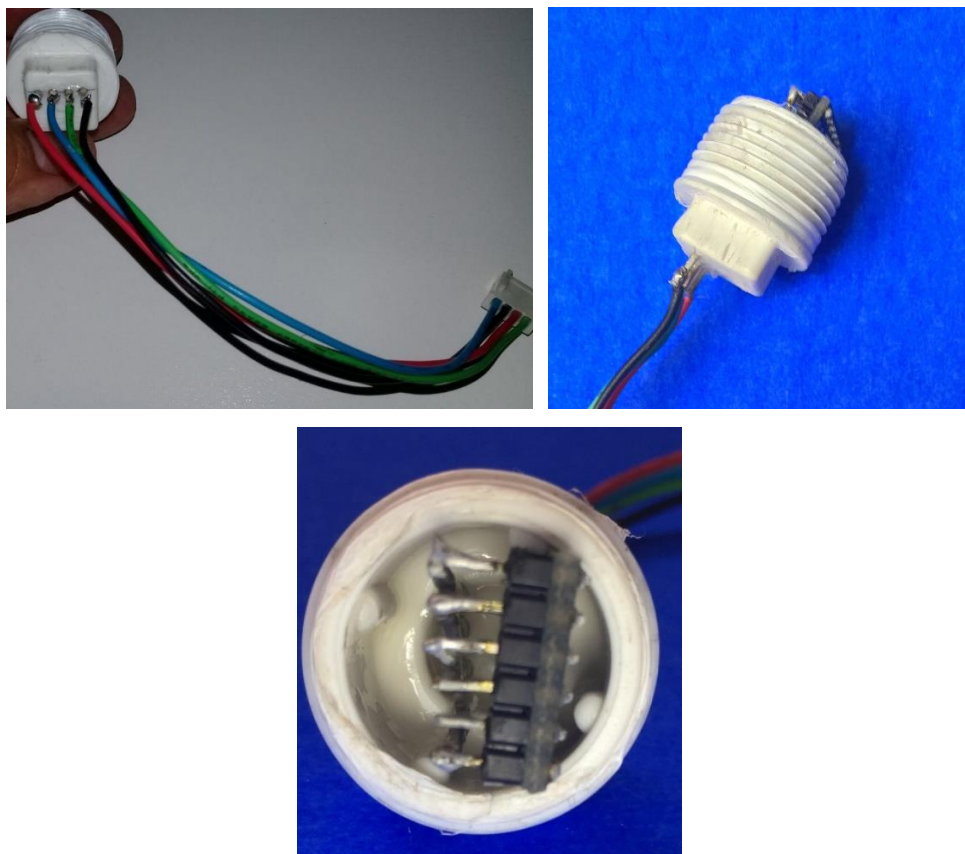


Figura 7: Montagem dos fios no taps. Fonte próprio autor.

Observa-se na figura 8 que é colocada uma fita veda-rosca com o intuito de melhorar a vedação do sistema. Podem ser soldados fios *jumper*s com terminais macho ou terminais fêmea, ficando a critério do professor.

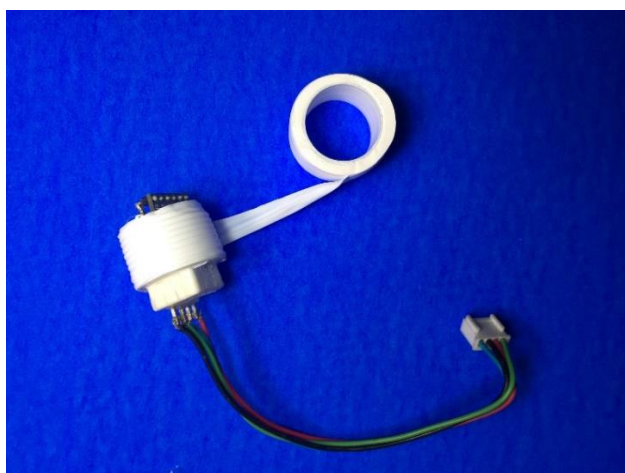


Figura 8: Fita veda-rosca na montagem dos fios no taps. Fonte: próprio autor.

Com outro taps, é feita uma pequena abertura para adicionar a válvula para câmara de ar de pneu de bicicleta. Esse conjunto deve ser colocado na parte superior do Cano pvc

Tê $\frac{3}{4}$, conforme a figura 9, devendo ser adicionada uma fita veda-rosca com a finalidade de isolar melhor o experimento.

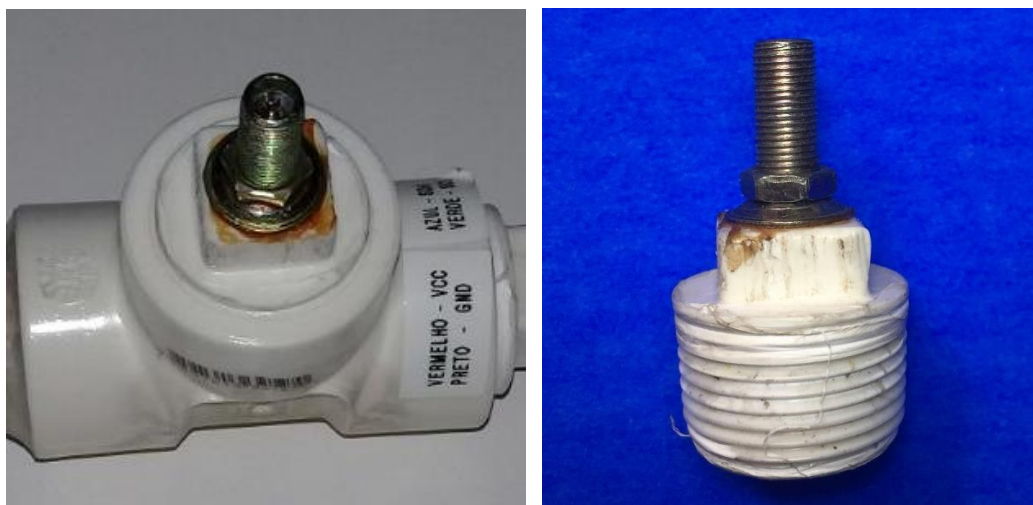


Figura 9: Taps com a válvula encaixada. Fonte: próprio autor



Figura 10: Vista interna do taps com a válvula encaixada. Fonte: próprio autor

Ainda na figura 7, observava-se a utilização de um cano PVC Tê $\frac{3}{4}$ para a montagem do aparato experimental. Para rosquear o taps contendo o sensor (figura 8) e o taps com a válvula (figuras 9 e 10) com o cano PVC Tê é necessário um alicate, de acordo com o procedimento atentado na figura 11.



Figura 11: Taps com a válvula e o sensor encaixados no cano. Fonte: próprio autor

Para a fixação da seringa no cano pvc Tê $\frac{3}{4}$, deve-se envolvê-lo em fita veda rosca. Adiciona-se cola silicone afim de melhorar a vedação do experimento. Observe o procedimento nas figuras 12, 13 e 14.



Figura 12: Seringa com a fita veda rosca. Fonte: próprio autor.



Figura 13: Vista de cima da fixação da seringa. Fonte próprio autor.



Figura 14: Vista de frente da fixação da seringa. Fonte próprio autor.



Figura 15. A esquerda – vista da montagem da seringa no cano pvc tê. A direita – Cola utilizada para vedação do sistema. Fonte: Próprio autor

A figura 15 representa a montagem da seringa junto com a válvula e o sensor (a esquerda) utilizando a cola de adesivo para juntas de motores a diesel (a direita).

Para a montagem final na bancada, foi fabricado um suporte para melhor controle da utilização do experimento, a figura 16 representa a montagem desse apoio.



Figura 16. A esquerda – vista da montagem do apoio. A direita – Corte feito para atravessar os fios do sensor. Fonte: Próprio autor

É bastante importante que os pinos sejam soldados na parte de fora do taps de cano de $\frac{3}{4}$. Pelo método de tentativa e erros, observou-se que a medida em que se aumenta a pressão, ocorre vazamento de gás por dentro dos fios. Isto serve também para manter o sensor na posição correta e não correr o risco de romper as ligações eletrônicas.

Após a fixação da seringa, da válvula e do sensor, faça a montagem de acordo com a figura 17. Para facilitar a ligação eletrônica do sensor, foram colocadas tarjas para representar cada terminal.

A seringa de plástico serve apenas para retirar o êmbolo, pois este possui um poder de vedação melhor que o êmbolo da seringa de vidro. Na montagem final do experimento é utilizada uma base de madeira afim de dar uma sustentação melhor, sendo utilizada abraçadeiras de nylon para fixação da seringa na base, conforme a figura 17.

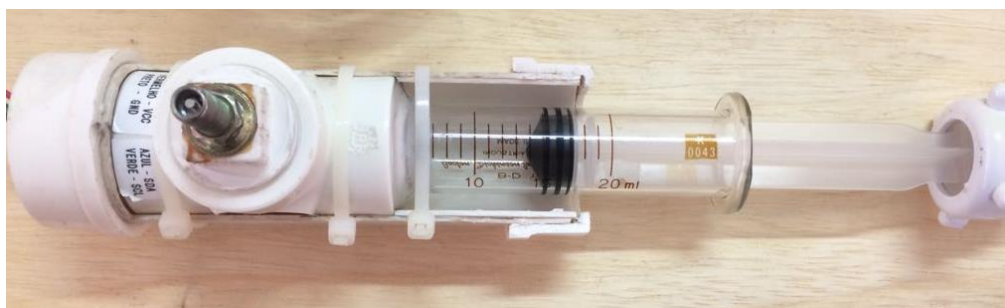


Figura 17: Vista de cima da montagem final do experimento. Fonte: Próprio autor.

Para a coleta de dados da grandeza pressão é utilizado o sensor BMP085, que de acordo com seu datasheet, funciona com tensão de 1,8V a 3,6V, tendo uma leitura que pode variar entre 300 hPa até 1100 hPa (hPa = hecto Pascal). A conexão com o microcontrolador é feita com duas portas, utilizando a interface de comunicação I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Este sensor também mostra a informação da temperatura.

A figura 18 mostra a fotografia da vista de cima do sensor BMP de pressão e temperatura. Possui um custo médio de R\$ 15,00 no mercado brasileiro.



Figura 18: Representação do sensor BMP 085. Fonte: <https://www.zonamaker.com.br/wp-content/uploads/2017/08/bmp085-300x271.jpg>

3.2. Utilização do aplicativo *Termoduino* na atividade experimental.

O aplicativo foi desenvolvido na plataforma híbrida ionic. Neste tópico serão descritas a sua utilização e configuração com o microcontrolador nodeMCU.

A primeira etapa é a instalação do aplicativo no celular ou tablet, funcionando apenas no sistema android a partir da versão 4.1.1. O arquivo no formato .apk está disponível no link: <https://www.dropbox.com/s/hztctjwp9ajs7gq/termoduino.apk?dl=0>.

Após o download do aplicativo, é necessário instalar e executar. Aparecerá a tela inicial representada na figura 19. Alguns botões estão desabilitados, podendo ser utilizados após a configuração inicial. Observa-se, ainda na figura 19, que os botões habilitados estão representados pela cor verde. O aplicativo contém algumas informações sobre a equipe de desenvolvedores, podendo ser acessadas clicando no botão “i” no canto superior esquerdo da tela inicial, sendo direcionado para as informações na figura 20. Está disponível o email de cada um para possíveis dúvidas ou sugestões sobre o app.



Figura 19: Tela inicial do aplicativo termoduino. Fonte: próprio autor.

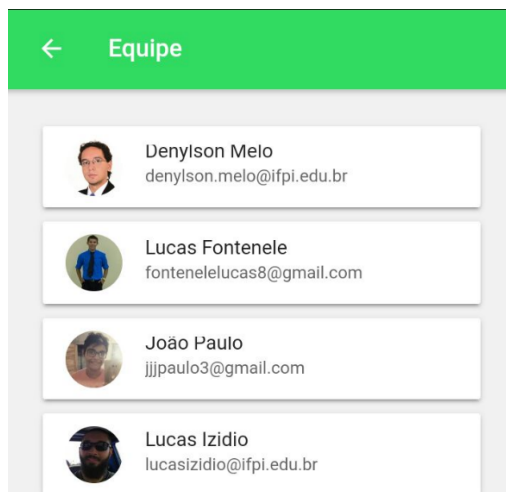


Figura 20: Equipe de desenvolvedores do aplicativo. Fonte: Próprio autor.

Para configurar o aplicativo, clica-se em “Configuração”, em seguida será aberta uma página pedindo a informação da URL. Para ter acesso a essa informação, o usuário deve executar os seguintes passos:

1. Abrir a IDE do Arduino configurada com o nodeMCU (passo já comentado no tópico anterior);
2. Copiar a programação contida no apêndice 2, conectar o nodeMCU no computador, logo em seguida clique em “carregar”, opção representada por uma esfera vermelha na Figura 21. Verificar se ao carregar a programação apareceu alguma mensagem de erro, se isso acontecer revise o código e observe se não foi perdida nenhuma informação no processo de copiar e colar.

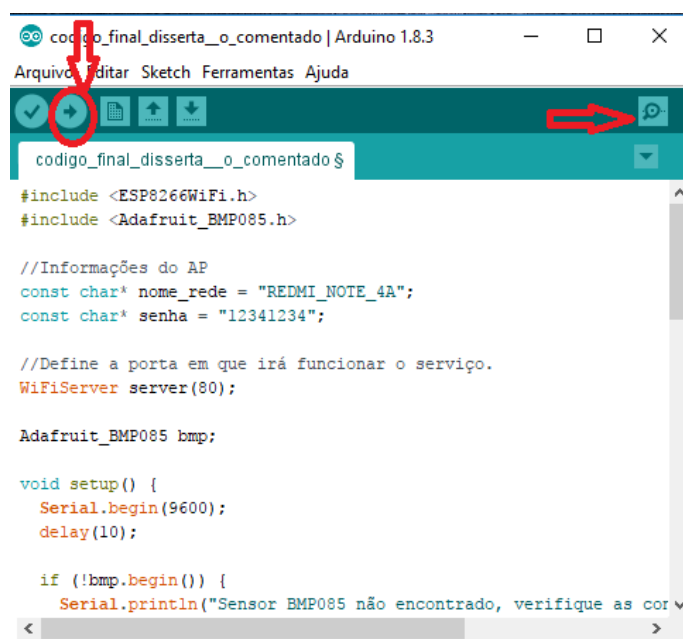


Figura 21: IDE do arduino com o código de configuração do nodeMCU. Fonte: Próprio autor

3. Ocorrendo tudo nos conformes, clicar na opção “monitor serial” apontada por uma seta vermelha no canto superior direito da tela da IDE do Arduino (figura 21). Será visualizada uma janela contendo o número de IP que corresponderá a URL no aplicativo.

Com o número de IP gerado, digitar na barra de acordo com a figura 22. Em seguida clicar em concluir. A URL não vai ser sempre esse valor representado da figura abaixo, sempre deverão ser feitos os procedimentos acima para anotar corretamente o número fornecido pelo microcontrolador.

Para fazer a conexão do celular com o microcontrolador, crie um ponto de acesso (access point – AP) configurando o nome da rede como “PRODUTO_EDUCACIONAL” e a senha “12341234”. Este procedimento é necessário devido ao fato do AP ser uma estação base que controla a rede sem fio, intermediando a ligação entre os equipamentos. Com isso, podem ser conectados vários aparelhos com a mesma URL.



Figura 22: Configuração do aplicativo. Fonte: Próprio autor



Figura 23: Tela inicial do aplicativo configurado. Fonte: Próprio autor

Com o aplicativo configurado, a tela inicial mostra a mensagem “tudo configurado corretamente”, de acordo com a figura 23, estando apto a capturar os dados do sensor já configurado na mesma programação utilizada anteriormente, porém é necessário seguir um guia de atividade experimental que será descrito no tópico 4.3 – aplicação do produto educacional.

4. METODOLOGIA

O produto educacional foi aplicado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPI – campus Parnaíba. A escola oferta os cursos de médio integrado em informática, edificações e eletrotécnica, além das modalidades subsequente, técnico e superior. Possui uma estrutura contendo salas de aula climatizadas; Laboratórios de física, química, matemática e biologia, 4 laboratórios de informática contendo 40 computadores em cada um e um laboratório equipado com 40 *tablets*. O primeiro teste ao qual o produto foi submetido aconteceu na presença do Professor Wilton Bezerra – orientador desta dissertação –, com alunos convidados das turmas de eletrotécnica e informática. Esta apresentação teve como objetivo de testar o experimento e o aplicativo, tendo um resultado bastante satisfatório. Foi utilizado o laboratório equipado com 40 *tablets*.

As figuras 24 e 25a mostram a realização da primeira aula experimental. A figura 25b representa a explicação do kit experimental *termonode* com a utilização do app *termoduino* para o Prof. Wilton Bezerra.



Figura 24: Vista de cima da bancada contendo o experimento e tablets com o aplicativo Termoduino. Fonte: Próprio autor.



Figura 25a: Primeiro teste do produto educacional com alunos convidados. Fonte: Próprio autor.

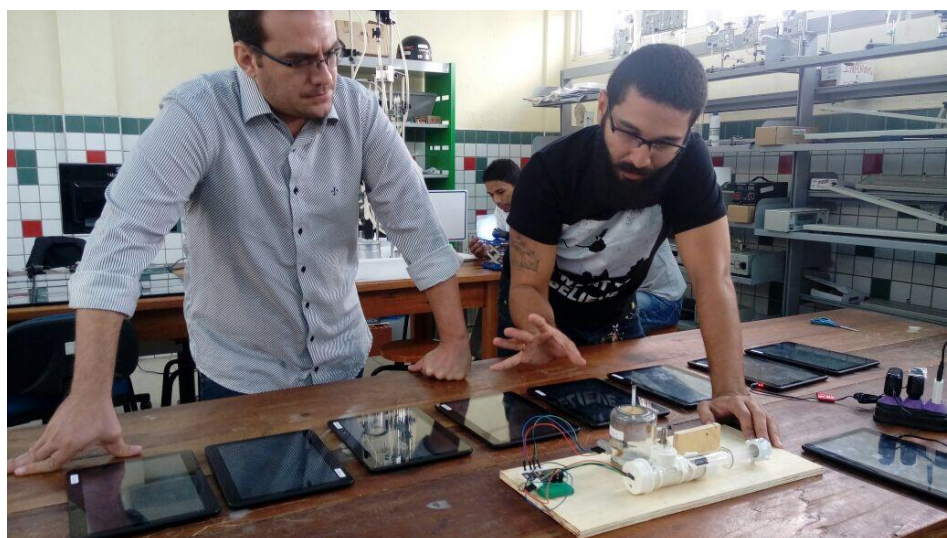


Figura 25b: Explicação do experimento e do aplicativo para o Prof. Wilton Bezerra. Fonte: Próprio autor

Com o experimento e o aplicativo testados e aprovados, ocorreu a aplicação do produto para uma turma específica, sendo descrita a seguir.

4.1 Sujeitos da pesquisa

A turma selecionada para aplicação do produto foi o 2º ano do Curso Médio Integrado em Edificações, possuindo 24 alunos matriculados, tendo comparecido 21 na aplicação do produto. A turma foi escolhida por ter, em sua grade curricular atual, o conteúdo de Termodinâmica, objeto de estudo do produto educacional.

4.2 Realização da pesquisa

A pesquisa utiliza duas atividades avaliativas, a primeira é um instrumento para detecção do conhecimento prévio, subçursor, dos alunos de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. A segunda serve para análise do alcance de aprendizagem dos conceitos de Termodinâmica abordados nas aulas.

A sequência didática é descrita no quadro abaixo:

AULAS	DURAÇÃO	CONTEÚDOS
01	50 min	Teste inicial
02	50 min	Noções de medidas; Algarismos Significativos; Classificação de Erros: Erros de escala, Erros Sistemáticos, Erros aleatórios ou casuais.
03	50 min	Construção e interpretação de gráficos.
04	50 min	Atividade experimental sobre transformação isotérmica; Teste final

Quadro 01: Conteúdos e duração das aulas. Fonte: próprio autor

A aula 01 tem como objetivo a detecção dos conhecimentos prévios dos alunos no conceito de algarismos significativos e estudo dos gases, a partir da aplicação de um teste contendo 10 questões. A primeira questão é sobre o tema de algarismos significativos que corresponde ao tema da aula 02. As questões números 2, 4 e 5 são de conceitos base para o estudo de gases. As questões 3, 7 e 9 estão relacionadas aos conteúdos das aulas 03 e 04, pois tratam de gráfico da transformação isotérmica. As questões 6, 8 e 10 são de temas a serem estudados na aula 04.

A aula 02 trata sobre erros de medidas e algarismos significativos, tendo como objetivo principal entender a análise de dados experimentais e estratégias de verificação e confiabilidade das medidas. Com isso, o aluno será capaz de entender que toda medida está sujeita a um erro, diferenciando precisão de exatidão; aprenderá a utilizar os algarismos significativos para representar uma medida.

Gráficos são importantes para entendimento de comportamento dos fenômenos da natureza, como exemplo, Variação de pressão atmosférica; variação de temperatura de uma substância; mecânica dos corpos; Movimentos harmônicos; etc. Assim, a aula 03 tem como objetivo compreender e interpretar tabelas e gráficos.

A aula 04 tem como objetivo a análise da relação entre pressão e volume de um gás, mantendo a temperatura e massa constantes. O conhecimento será adquirido a partir da atividade experimental com o kit experimental desenvolvido, batizado como *Termonode*. Os dados de pressão e temperatura foram coletados e visualizados pelo aplicativo desenvolvido chamado *termoduino*.

As atividades 1 e 2 foram aplicadas com uma diferença temporal de uma semana com o objetivo de analisar a evolução do aprendizado da turma.

4.3 Aplicação do produto educacional

As sequências de aulas aplicadas para turma serão descritas a seguir.

4.3.1. Aula 01

O teste inicial teve duração de 50 minutos, tendo como objetivo a análise do conhecimento prévio do aluno sobre conceitos de termodinâmica. Os debates sobre o tema das questões serão realizados no decorrer da aplicação do produto educacional. Para imprimir a atividade desta aula, vide o apêndice 1.

A figura 26 mostra a realização do teste inicial. Devido a um problema de internet ocorrido no campus neste dia, não foi possível utilizar o computador para os estudantes manusear o questionário do google docs, sendo então impresso e entregue aos alunos.



Figura 26: Aplicação do teste inicial. Fonte: Próprio autor.

4.3.2. Aula 02

A segunda aula, com duração de 50 minutos, abordou o tema noções de erros em medidas e Algarismos significativos, pois é importante os alunos saberem entender e analisar dados experimentais e estratégias de verificação e confiabilidade de medidas.

Foram utilizados materiais potencialmente significativos (sub tópico 4.3.2.1) contendo os conteúdos: Noções de medidas; Algarismos Significativos; Classificação de Erros: Erros de escala, Erros Sistemáticos, Erros aleatórios ou casuais. Para isso, foram utilizados os recursos didáticos: Quadro branco, pincel para quadro branco, régua centimetrada e milimetrada, Datashow e computador.

Parte da aula foi expositiva mostrando a teoria de erros. Em seguida, foi solicitado aos alunos a medida do tamanho de suas canetas com os dois tipos de réguas (centimetrada e milimetrada), ocorrendo assim uma discussão sobre algarismos significativos e erros de medidas.

Fundamentação teórica

Medição

Medir uma grandeza física é o ato de comparar quantitativamente com um valor de referência de mesma espécie, sendo chamado de unidade de medida. As medidas realizadas em fenômenos físicos apresentam resultados aproximados, pois estão sujeitas a uma incerteza. Esta se dá por um conjunto de fatores, como por exemplo, o instrumento utilizado na mensuração, seja ele analógico ou digital, sendo impossível explorar todos essas causas.

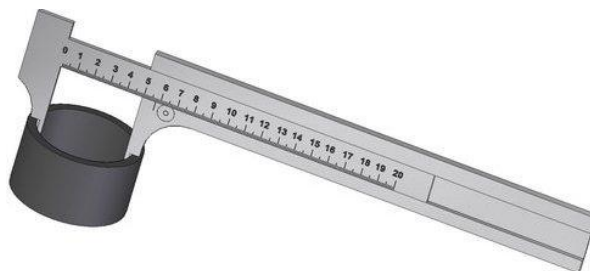


Figura 27: Medida do diâmetro utilizando paquímetro. Fonte: https://www.mecanicaindustrial.com.br/wp-content/uploads/2015/06/paquimetro-medicao-interna_.jpg

A figura 27 é um exemplo de uma medição. Foi utilizado um paquímetro para determinar o diâmetro interno de um cilindro. O leitor deve observar que a medida apresenta uma incerteza.

A determinação de uma medida, pode ser representada simbolicamente com

$$M = (m \pm \Delta m)u, \quad (1)$$

que leva em conta três itens, (PIACENTINI, João J. et al., 2008):

1. Um número, representado por m ;
2. Uma unidade de medida, representada por u ;
3. Um erro provável, que mede o grau de confiança da medida (Δm).

Algarismos significativos

É lhe dada uma tarefa: medir o comprimento de uma barra representada na figura 28. Para isso, você utiliza dois instrumentos de medidas, uma régua com escala em centímetros e outra com escala em milímetros.



Figura 28: Medição do comprimento da barra. Fonte:

http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo_legenda/8604fd622c08e504d6e45f38da03b3c6.jpg

Observe que ao se fazer esta medida, com a régua na escala centímetros representados na figura 28 (a), temos a certeza que o comprimento da barra está entre 9 e 10 cm. Então qual é o algarismo depois do 9? Podemos fazer um “chute” e dizer que a medida é de 9,8 cm, observando que está mais próximo do 10 cm. Porém, outra pessoa pode divergir e dizer que a medida é de 9,7cm. Qual das duas medidas é verdadeira? Os dois estão corretos, o algarismo 7 é chamado de *algarismo duvidoso* e o 9 é chamado de *algarismo correto*.

Agora é solicitado que a medição seja feita com a régua em milímetros, representada na figura 28 (b). Podemos afirmar que a medida está compreendida entre 9,6 cm e 9,7 cm. Um estudante diz que é 9,62 cm, outro alega ser 9,64cm. Novamente a questão é levantada, qual das duas medidas é verdadeira? A resposta é: as duas são leituras corretas, pois o algarismo 2 é o de *algarismo duvidoso* e o 9 e 6 são chamados de *algarismos corretos*. Os algarismos corretos mais o algarismo duvidoso é chamado de *algarismos significativos*.

Existem algumas regras para se saber a quantidade de algarismos significativos numa medida física. De acordo com (EMETERIO, Dirceu, 2008) são as seguintes:

1. O algarismo a esquerda, diferente de zero, é o mais significativo.
2. Se não há virgula, o algarismo que fica à direita, diferente de zero, é o algarismo menos significativo.
3. Se há virgula, o último algarismo da direita é o menos significativo.

Tipos de Erros em medição

Como foi observado no item anterior, toda medida está sujeita a vários tipos de erros. É importante evitar a imprecisão com o descuido por parte do experimentador, podendo haver descuido ao manusear o experimento. (PIACENTINI, João J. et al., 2008).

Os erros de medidas podem ser amenizados utilizando melhores instrumentos ou analisadores com um grau maior de capacitação, quando há necessidade de várias pessoas.

As classificações de erros variam para cada autor, porém, a explicação é a mesma, mudando apenas a nomenclatura de cada. Podemos classificar como:

1. *Erro sistemático*: É causado por falha do instrumento de medida, ocasionando uma invariância nas medições e consequentemente um desvio do valor real.
2. *Erro casual ou aleatório*: Este tipo de erro é imprevisível, podendo ter como causa variações nas condições da natureza. Realizando um conjunto maior de medidas é possível calcular a média e obter uma melhor estimativa. Não podemos eliminar por completo esse erro.
3. *Erro de escala*: “É o máximo erro aceitável cometido pelo operador, devido ao limite de resolução da escala do instrumento de medida.” (PIACENTINI, João J. et al., 2008).

Muitas vezes, o leitor confundi a precisão com a exatidão de medidas. Um modelo simples e bastante didático é representado na figura 29.

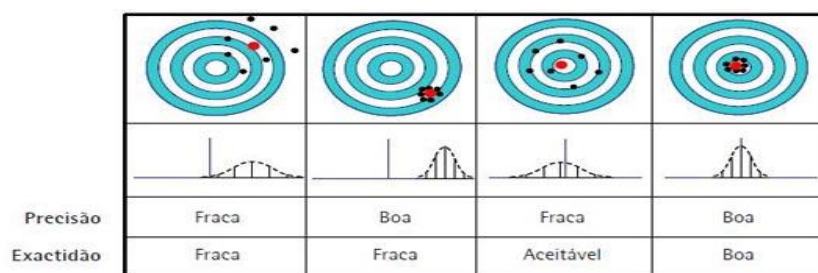


Figura 29: Diferença entre precisão e exatidão. Fonte:

https://dpyd3b3wsr746.cloudfront.net/sites/www.voltimum.pt/files/pt/filemanager/noticias/magazine/631/ISEP_2_550.jpg

A exatidão de uma medida é a representação da uniformidade entre os resultados das medidas com o valor real, enquanto a precisão é o grau de aproximação das várias medidas de uma grandeza física. A figura 29 representa quatro alvos em situações diferentes, onde os pontos pretos indicam as posições de impacto. Note que os pontos

vermelhos representam a média das medidas dos impactos. Para termos uma boa precisão e exatidão, deve ser pequeno o desvio com a média das medidas.

Podemos dizer, ainda sobre a figura 29, que na segunda situação (segunda coluna) todos os impactos estão situados deslocados para um ponto sudeste do alvo. Isso pode ter acontecido devido à má calibração da mira ou condições naturais (vento, umidade e etc.). Se identificarmos a causa desse erro, podemos eliminar ou compensar. Nas colunas 3 e 4, os impactos estão distribuídos em torno do alvo, caracterizando um *erro casual ou aleatório*. A diferença entre os dois é que o erro casual da coluna 4 é menor que da coluna 3.

4.3.3. Aula 03

A terceira aula teve duração de 50 minutos, sendo abordados os temas de noções básicas de construção e análise de gráficos, tendo como objetivo a compreensão e interpretação de tabelas e gráficos por parte dos alunos. Os conteúdos foram apresentados para os alunos utilizando materiais potencialmente significativos. Utilizou-se o quadro branco, pincel, Datashow e computador como recursos didático. A aula foi bastante interativa, com a exposição de situações cotidianas de interpretação de gráficos e tabelas.

Para compreensão do estudo de gráficos, foi aplicado uma atividade para os alunos com a pergunta: “Construa o gráfico da posição em função do tempo de uma partícula em movimento retilíneo uniforme obedecendo a função: $S = 40 + 5t$ (no S.I)”. A atividade foi respondida pelos alunos e discutida utilizando as 4 regras descritas sobre gráficos sendo mostrado para os alunos que o tempo é a variável independente e o espaço é a variável dependente, construindo assim o gráfico de maneira correta.

Fundamentação teórica:

Gráficos

No cotidiano, são fornecidas informações em forma de tabela e gráficos, como crescimento populacional, estudo de mudanças climáticas, economia e uma série de notícias de diversas áreas seja de cunho científico ou apenas comunicação de notícias.

Na Física, gráficos são importantes para entendimento de comportamento dos fenômenos da natureza, como exemplo, Variação de pressão atmosférica; variação de temperatura de uma substância; mecânica dos corpos; Movimentos harmônicos; etc.

Esta aula destinou-se ao aprendizado das técnicas de construção, análise e interpretação de gráficos.

Construção e interpretação de gráficos:

Para confecção do gráfico, precisamos obedecer algumas regras, descritas a seguir: (PIACENTINI, João J. et al., 2008)

1. Escolha a identificação de cada um dos eixos coordenados:

Em análise de fenômenos físicos com dois tipos de variáveis, uma é chamada de dependente e a outra de independente. No plano cartesiano representado pela abscissa x e a ordenada y , a variável independente é utilizada em x e a variável dependente em y .

2. Determine a escala para cada um dos eixos;

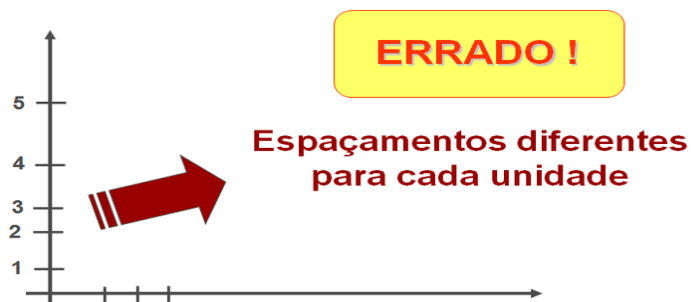


Figura 30: Erro comum em construção de gráficos. Fonte: <http://professorguru.com.br>

A figura 30 representa um erro comum na construção de gráficos. Os espaçamentos devem ser iguais na representação da grandeza em cada eixo.

3. Marque os pontos da tabela contendo os dados;
4. Trace a curva que representa dos pontos marcados.

Iremos utilizar apenas papel milimetrado para construção dos gráficos.

4.3.4. Aula 04

A última aula (04) é a atividade experimental juntamente com as atividades avaliativas. Teve duração de 50 minutos com o objetivo de analisar a relação entre pressão e volume de um gás, mantendo a temperatura e massa constantes. Nesta aula, foram utilizados o kit experimental termoduino e o aplicativo termonode.

A seguir, são descritos a fundamentação teórica, o procedimento experimental, montagem do experimento e a análise qualitativa.

Fundamentação teórica:

Como já é de conhecimento, os gases possuem comportamento diferente do que os sólidos e líquidos, pois preenchem todo espaço onde está contido. Assim, ao variar a temperatura e o volume, o gás sofre uma variação na pressão, ou seja, observa-se que essas três grandezas dependem entre si. Temperatura, pressão e volume são denominadas **variáveis de estado** do gás.

No estudo de gases, utiliza-se o modelo do “gás ideal ou perfeito”. É um modelo ideal que tem comportamento aproximado dos gases reais. Quanto menor for a pressão e maior a temperatura, mais se assemelha aos gases reais.

Robert Boyle (1627-1691), irlandês, formulou a lei que descreve o comportamento de um gás ideal, confinado num recipiente, mantendo a temperatura constante (isotérmica).

Uma verificação simples da lei de Boyle, é utilizar uma seringa, variando a posição do êmbolo, ou seja, aumentando ou diminuindo o volume verifica-se uma redução ou ampliação da pressão, respectivamente. Este procedimento pode ser verificado na Figura 31.



Figura 31: Utilização de uma seringa para verificar o aumento ou redução da pressão. Fonte: <http://brasilescola.uol.com.br/quimica/transformacao-isotermica-ou-lei-boyle.htm>.

Considere um gás confinado num sistema formado por um cilindro e um êmbolo (Figura 32). O êmbolo é móvel afim de proporcionar uma variação de volume e pressão no gás contigo no recipiente.

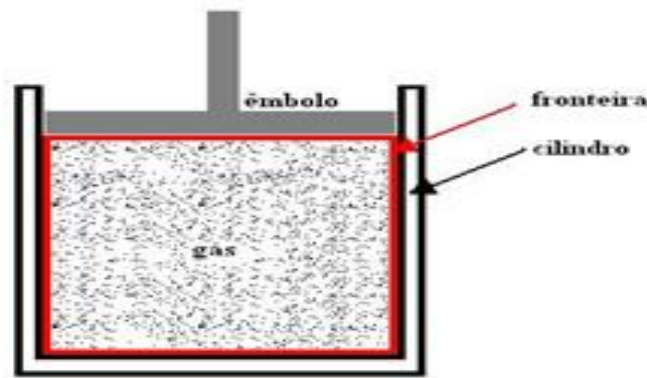


Figura 32: Figura representa um gás confinado num recipiente com um êmbolo móvel. Fonte: http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/01/art33_fig01_lei_de_boyle_mariotte.JPG.

A medida que se diminui o volume, observa-se um aumento da pressão. Esse processo é bem lento para que a temperatura se mantenha constante. A Figura 33 representa bem esta situação.

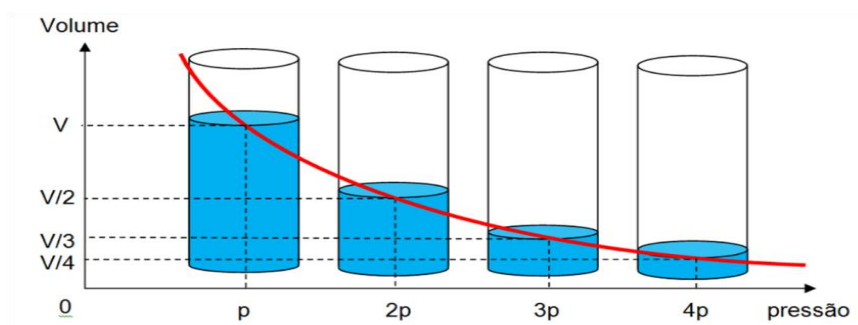


Figura 33: Pressão x volume. Fonte: <http://minhasaulasdefisica.blogspot.com.br/2012/06/gases-perfeitos.html>.

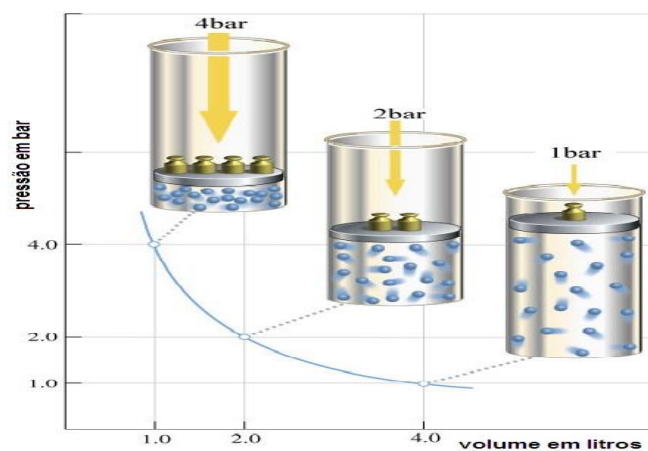


Figura 34: Representação gráfica da diminuição de pressão. Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-7w0hrO1X1D8/TZjX5RaZWol/AAAAAAAAABU/glgxW6Zv3o/s1600/isotermica.jpg>

Na figura 34, observa-se que a medida que o volume aumenta, ocorre uma diminuição na pressão. Conclui-se que volume e pressão são grandezas inversamente proporcional. Quantitativamente, Boyle obteve uma expressão para representar este fenômeno:

$$P_0V_0 = PV \quad (2)$$

Onde: P_0 - pressão inicial; V_0 - volume inicial; P - pressão final; V - volume final.

Montagem do experimento

Liga-se o módulo nodeMCU na porta usb do computador. Então, é feito os procedimentos descritos no tópico 3.2. Faz-se as ligações elétricas seguindo a Figura 35;

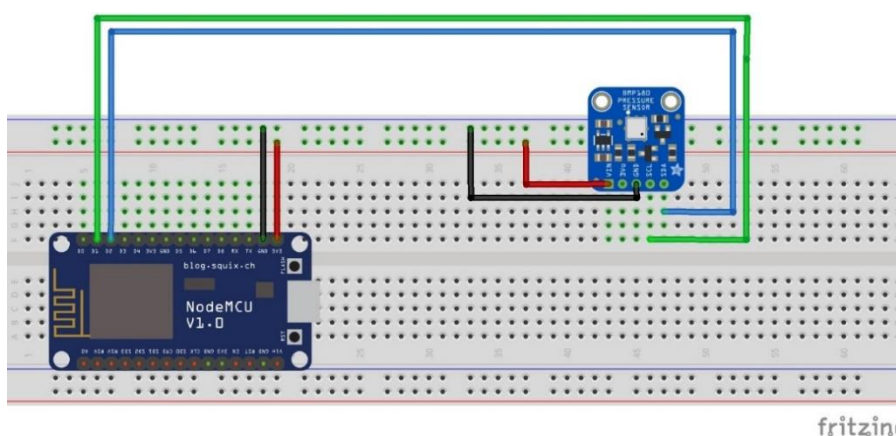


Figura 35: Montagem elétrica do sensor BMP085 ao nodeMCU. Fonte: Próprio autor.

Em seguida, abre-se aplicativo e configura-se inicialmente a conexão WiFi com o módulo nodeMCU e o aparelho de celular, de acordo com o tópico 3.2.

O código utilizado na configuração do nodeMCU descrito no apêndice 2 também está disposto o sensor de pressão BMP180. Este procedimento já foi descrito no tópico 3.2.

Seguidos os passos anteriores, espera-se os resultados do teste de conexão e teste do sensor. Com todas as configurações feitas de maneira correta, o professor e os alunos estão aptos para a realização do experimento.

Procedimento experimental

Foram seguidos os passos a baixo:

1. Com o kit experimental Termonode, ajustou-se o êmbolo da seringa para a posição 15 ml, certificando que a pressão nesse ponto seja a pressão atmosférica.

Para isso, pressionou-se a válvula na parte superior para promover a retirada ou entrada de ar;

2. Ajustou-se então o êmbolo para a posição 20ml. Clicando na opção “captura de dados” no aplicativo, é iniciada a coleta de dados. Esta opção está circulada na figura 23;
3. Pressionou-se lentamente o êmbolo para comprimir o gás. É importante variar a posição do êmbolo em pontos fixos a cada 2 ml demorando um tempo de cinco segundos. O aplicativo está configurado para realizar seis leituras num intervalo de tempo de cada uma de cada 5s. A figura 36 representa uma tabela de dados coletados em testes. Acompanhou-se no aplicativo a variação da pressão e do volume. Os alunos, num primeiro momento, tentaram construir o gráfico no caderno acompanhando os dados coletados nos tablets.



Dados do Experimento	
Pressão (Pa)	Volume (ml)
89022	44
93794	42
98404	40
104348	38
110101	36
117772	34

Figura 36: Tabela representando os dados de pressão e volume. Fonte: Próprio autor

4. No segundo momento, os alunos observaram o gráfico gerado no tablet. Para isso, eles clicaram na opção “gráfico” no aplicativo, conforme a Figura 37;



Figura 37: Gráfico produzido a partir dos dados de pressão e volume. Fonte: Próprio autor



Figura 38: Gráfico produzido da equação (2). Fonte: próprio autor

O gráfico representado pela figura 37 é produzido com base na coleta de dados da pressão. O volume já está definido como 42ml, correspondente do êmbolo na posição 20ml. Esse valor é em decorrência do volume interno do recipiente que contém o sensor, somado ao volume da seringa.

A figura 38 representa o gráfico de uma situação ideal. O aplicativo faz os cálculos da pressão em cada ponto utilizando a expressão (2), gerando uma tabela que serve de

comparação entre o teórico e o real. Para visualizar esse gráfico, o estudante clicou em “perfeito” na parte superior do app, representado por um quadrado vermelho na figura 38.

Na transformação isotérmica, a temperatura deve manter-se constante durante o experimento. Para isso, a compressão ou expansão do gás tem que ser um processo lento, chamado de “quase-estático”. Recomenda-se que durante a execução do experimento seja empurrado o êmbolo lentamente. Os dados coletados serão visualizados, em tempo real, pelos alunos e pelo professor através do aplicativo “termoduino”.

Análise qualitativa do experimento.

Nesse experimento, o gráfico poderá não condizer com o esperado, uma isoterma – hipérbole equilátera – de acordo com a equação (2). Isto acontece devido a pequenas falhas na execução do experimento – durante a montagem – ou ao fato de se utilizar um gás que não satisfaz perfeitamente as condições de gás ideal. O gás em questão é uma mistura de variados gases presentes na atmosfera. Também deve ser considerado o atrito entre o êmbolo e a parede do cilindro (seringa de vidro), que influencia diretamente o experimento.

Uma das funções do aplicativo é a de executar um gráfico de acordo com a lei de Boyle. Este gráfico serve de comparação com a medição feita pelos sensores, observando assim o erro e discutido de acordo com a teoria de erros abordada na aula 02.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados da aplicação dos testes (atividades 01 e 02) e a avaliação da aula experimental. Os testes estão disponíveis no apêndice 01, 02 e 03 deste trabalho. A ferramenta utilizada para confecção e obtenção dos resultados foi a criação de um questionário no *google docs*. Todas as perguntas são de múltipla escolha, podendo o aluno marcar apenas uma alternativa.

5.1. Atividades A1 e A2

O teste intitulado Atividade 1 (A1) teve como objetivo a detecção do nível de conhecimento prévio dos alunos, o subçunso. Já a atividade 2 (A2) serviu como um mecanismo de avaliação do aprendizado dos alunos. Faz-se uma comparação entre as respostas das duas atividades para pressupor o crescimento intelectual dos estudantes.

A primeira questão (Q1) foi sobre o tema Algarismos Significativos, bastante importante em análise de medidas. Observando o gráfico da figura 39, 85,7% marcaram a alternativa errada. Isto mostra que a grande maioria da turma se encontra com privação de conhecimento do assunto.

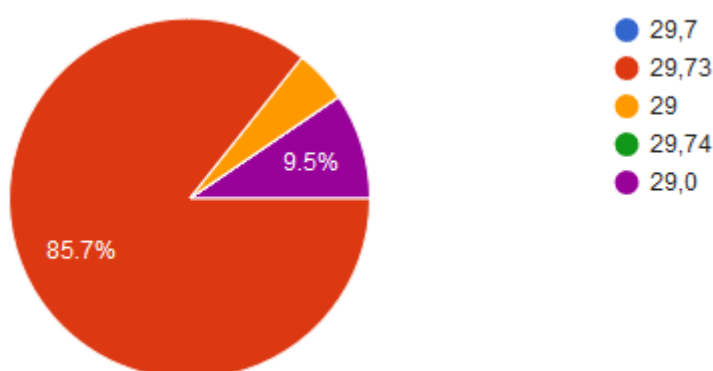


Figura 39: Resultado em porcentagem – A1 Q1. Fonte: Próprio autor.

Na análise dos resultados da atividade 2, a primeira questão também aborda o tema de Algarismos Significativos. Assim, pode-se comparar como foi o desempenho antes e após aplicação do produto. A figura 40 mostra a porcentagem de alunos que marcaram cada alternativa. Destaca-se que metade da turma acertou a questão.

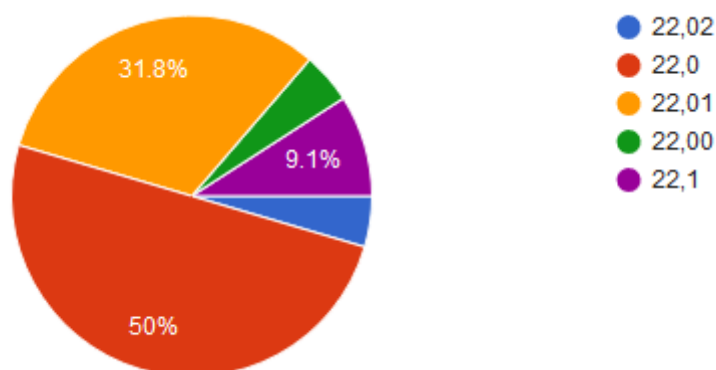


Figura 40: Resultado em porcentagem – A2 Q1. Fonte: Próprio autor.

A segunda questão 02 tem como objetivo investigar se os estudantes possuem o conhecimento sobre as variáveis de estado. Analisando a figura 41, que representa a A1, observa-se que a maioria dos alunos já possuíam esse conhecimento. Mesmo assim, nota-se um aumento da quantidade de alunos que acertaram da A1 para A2, como exposto na figura 42.

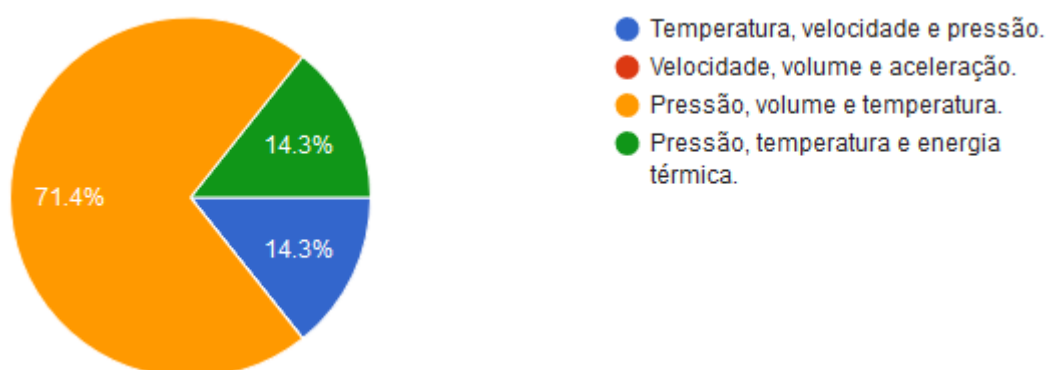


Figura 41: Resultado em porcentagem – A1 Q2. Fonte: Próprio autor.

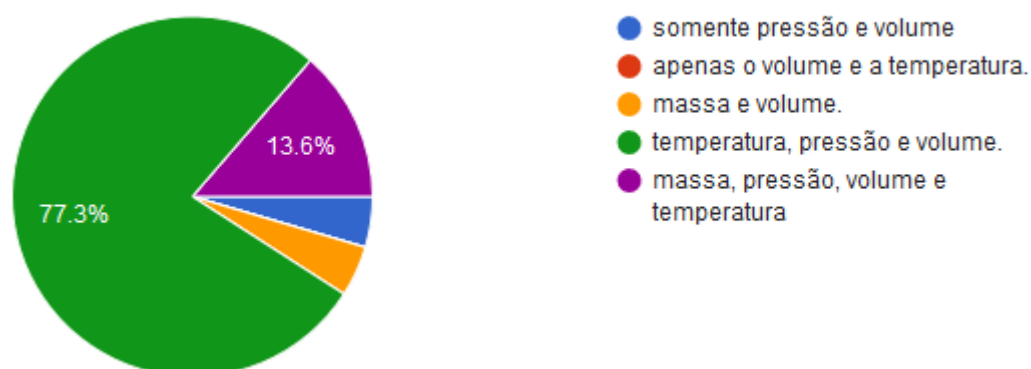


Figura 42: Resultado em porcentagem – A2 Q2. Fonte: Próprio autor.

A questão A1 – Q3 aborda a temática de gráficos, relacionados a uma transformação isotérmica. No teste, notou-se que mais de 50% da turma assinalou a alternativa correta, de acordo com a figura 43.

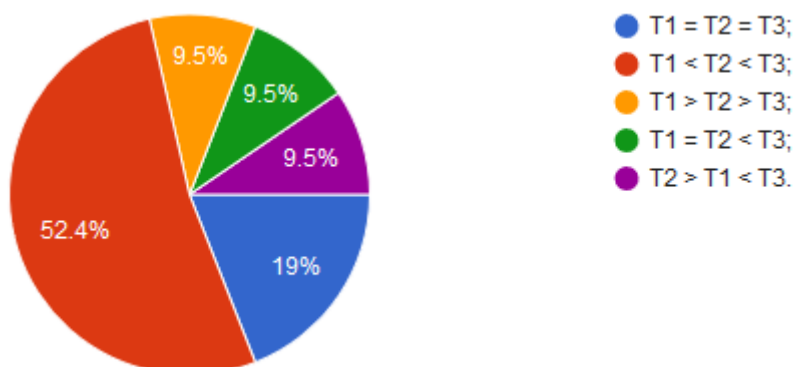


Figura 43: Resultado em porcentagem – A1 Q3. Fonte: Próprio autor.

É notória a evolução do resultado do teste A1 Q3 para A2 Q3, onde 63,6% dos alunos acertaram a questão, podendo ser observado na figura 44.

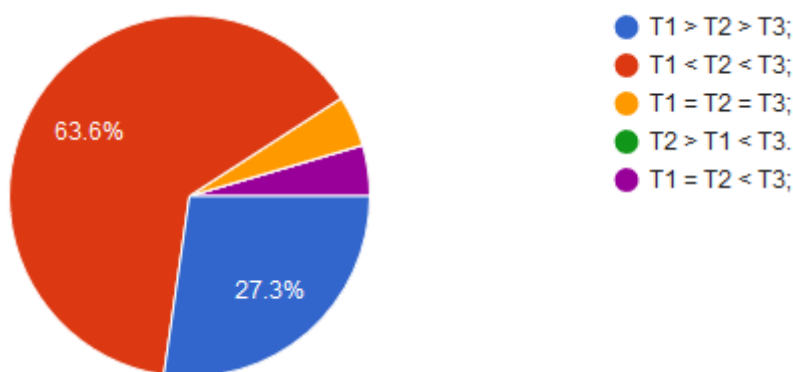


Figura 44: Resultado em porcentagem – A2 Q3. Fonte: Próprio autor.

A pergunta A1 Q4 é acerca de conceitos introdutórios, sendo a base do estudo de gases e, de um modo mais geral, para o entendimento da termodinâmica. Identifica-se que metade da turma está por dentro do conceito de temperatura e calor, e ainda, que 23,8% afirmaram que o conceito de temperatura está correto, ou seja, 72,6% acertaram o conceito de temperatura, como mostra a figura 45.

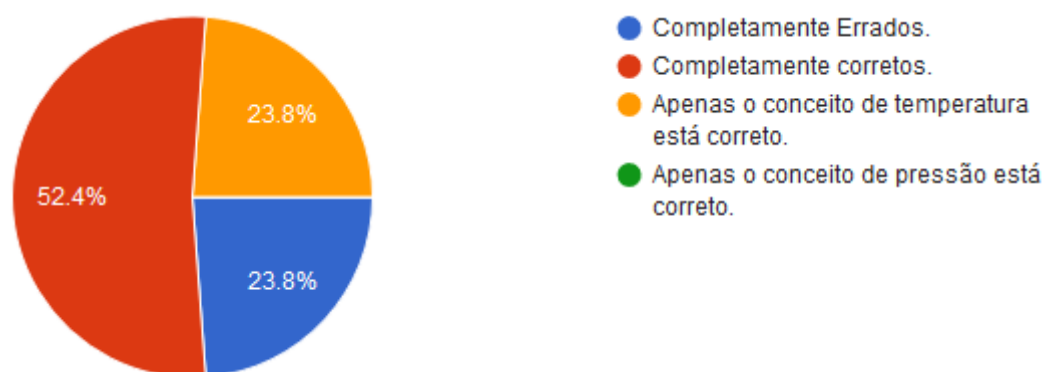


Figura 45: Resultado em porcentagem – A1 Q4. Fonte: Próprio autor.

O problema A2 Q4 aborda exclusivamente o conceito de temperatura. Comparando as respostas dos alunos, observa-se que diminuíram a quantidade de acertos; 63,6% dos estudantes, conforme a figura 46, levando em consideração que na A1 Q4 acertaram 72,6%. Isto pode ser explicado devido as aulas aplicadas do produto educacional não serem dedicadas a uma explanação maior do conceito de temperatura e sim de uma aplicação do estudo.

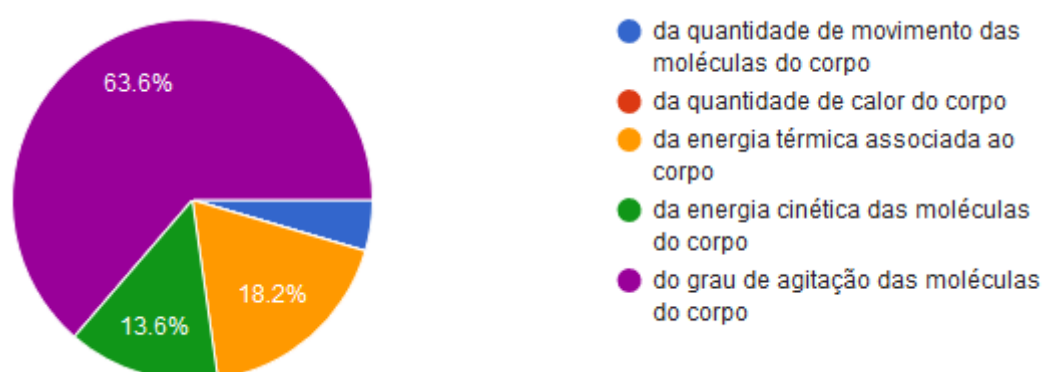


Figura 46: Resultado em porcentagem – A2 Q4. Fonte: Próprio autor.

A pergunta A1 Q5 está relacionada ao assunto de gases, sendo o conceito base para transformação gasosa. A mesma pergunta foi aplicada no teste A2, mudando apenas a ordem das alternativas. Observou-se uma evolução comparando o resultado das duas questões, como mostram as figuras 47 e 48.

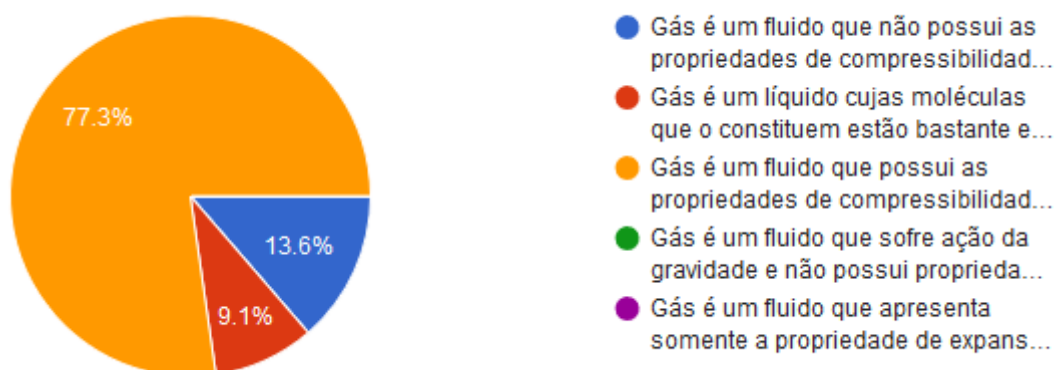


Figura 47: Resultado em porcentagem – A1 Q5. Fonte: Próprio autor.

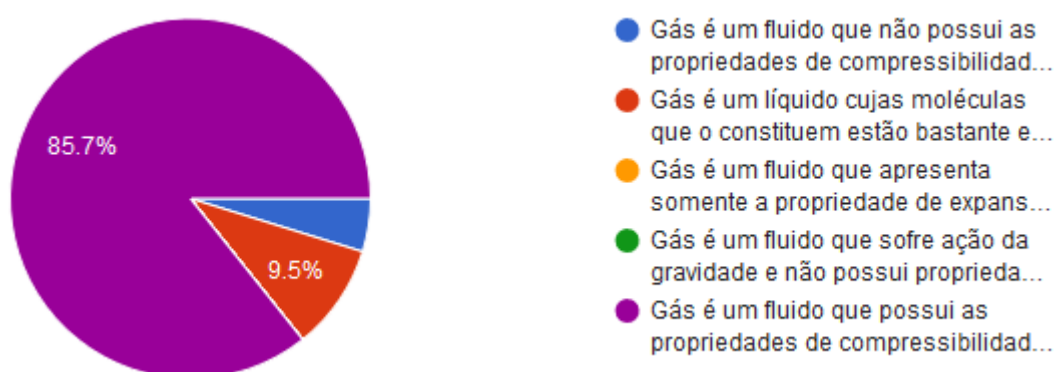


Figura 48: Resultado em porcentagem – A2 Q5. Fonte: Próprio autor.

A questão A1 Q6 é do tema da lei de Boyle tendo como objetivo saber se o aluno tem conhecimento que a pressão é inversamente proporcional ao volume, e vice-versa. Um total de 42,9% indivíduos acertaram, como mostra a figura 49.

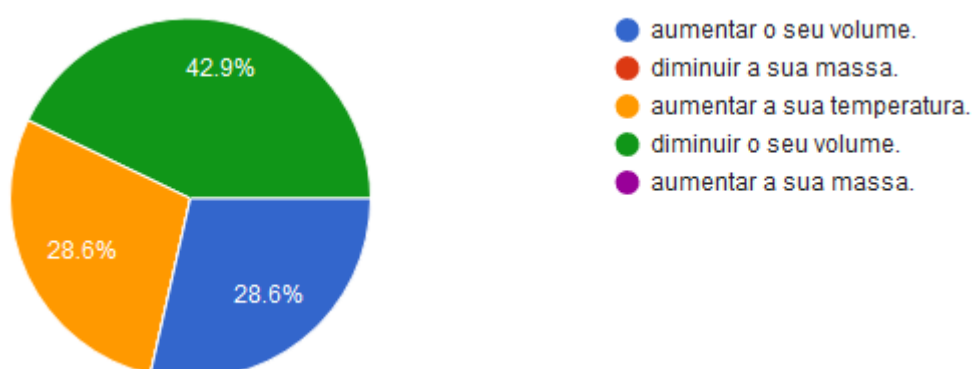


Figura 49: Resultado em porcentagem – A1 Q6. Fonte: Próprio autor.

Já a A2 Q6 tem um grau de dificultado pouco maior, perguntando se a trocas de calor e o que acontece com a temperatura e o volume. O resultado da análise da atividade mostra que a maioria dos alunos tiveram êxito. A figura 50 representa em porcentagem a quantidade de estudantes que marcaram cada alternativa.



Figura 50: Resultado em porcentagem – A2 Q6. Fonte: Próprio autor.

A pergunta A1 Q7 está conectada ao tópico de gráficos e transformação isotérmica. Vale observar o fato de que a maioria dos alunos errou a questão, marcando a opção de falta de dados, como mostra a figura 51. Porém, analisando o gráfico, percebe-se que há dados suficientes para resolução da questão, mostrando assim a dificuldade da maioria dos alunos a respeito de análise de gráficos.

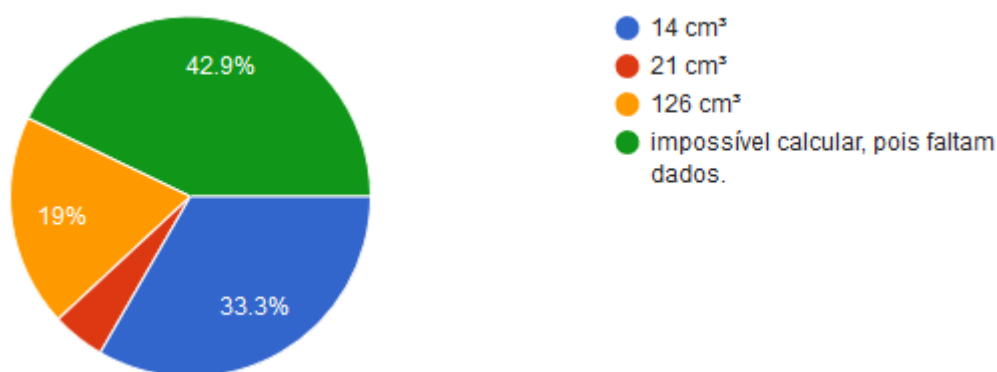


Figura 51: Resultado em porcentagem – A1 Q7. Fonte: Próprio autor.

A mesma questão foi aplicada na A2 Q7, apresentando resultados diferentes da primeira aplicação, visto na figura 52. Conforme a A1 Q7, a maior parte dos alunos marcou a alternativa errada, 57,1%, na alternativa “14 cm³”.

O fato desta questão ser objetiva torna a análise dos resultados consideravelmente limitada, dificultando assim uma investigação minuciosa dos motivos dos erros nas respostas, porém os estudantes observaram que não faltam dados e é possível, mesmo que

errando a resolução, analisar o gráfico e utilizar a equação aprendida na transformação isotérmica.

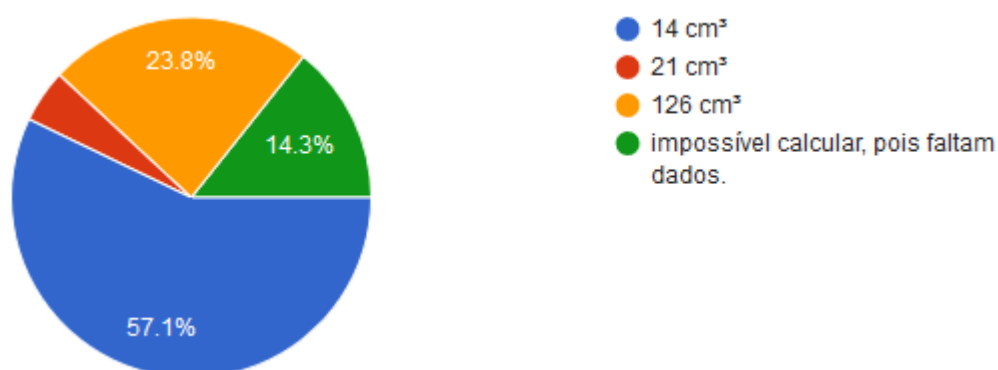


Figura 52: Resultado em porcentagem – A2 Q7. Fonte: Próprio autor.

A pergunta intitulada A1 Q8 é semelhante da A2 Q8, desconforme apenas nos dados apresentados de volume e pressão. Ambas perguntam pedem a pressão final de um gás numa transformação isotérmica. A figura 53 mostra que 42,9 % dos estudantes acertaram a questão na atividade 1, enquanto a figura 54 expressa que 66,7% dos alunos acertaram a questão, sendo evidente a evolução da turma na resolução desse tipo de questão.

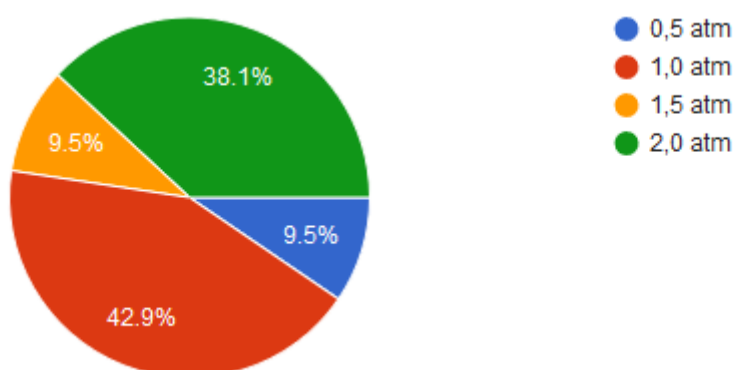


Figura 53: Resultado em porcentagem – A1 Q8. Fonte: Próprio autor.

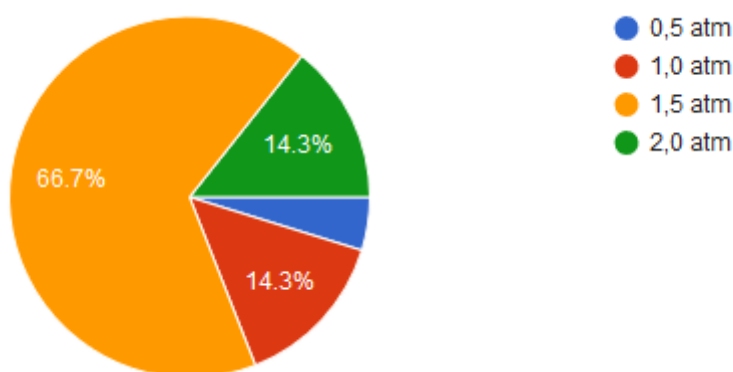


Figura 54: Resultado em porcentagem – A2 Q8. Fonte: Próprio autor.

A questão A1 Q9 e A2 Q9 são idênticas, tratando sobre gráfico de uma transformação isotérmica. Os estudantes tiveram desempenho ruim nas duas questões, sendo apenas 9,5% dos alunos acertaram a A1 Q9 e 4,5% acertaram a A2 Q9. Uma possível explicação a quantidade baixa de acertos pode estar relacionada ao enunciado da questão, que em um dos trechos diz que “o gás está nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão)”. O conceito de CNTP é visto na introdução do conteúdo de termodinâmica, tendo o aluno apenas decorado momentaneamente, sendo uma aprendizagem memorística, de acordo com Ausubel. As figuras 55 e 56 representam a porcentagem de estudantes que marcaram as alternativas da questão.

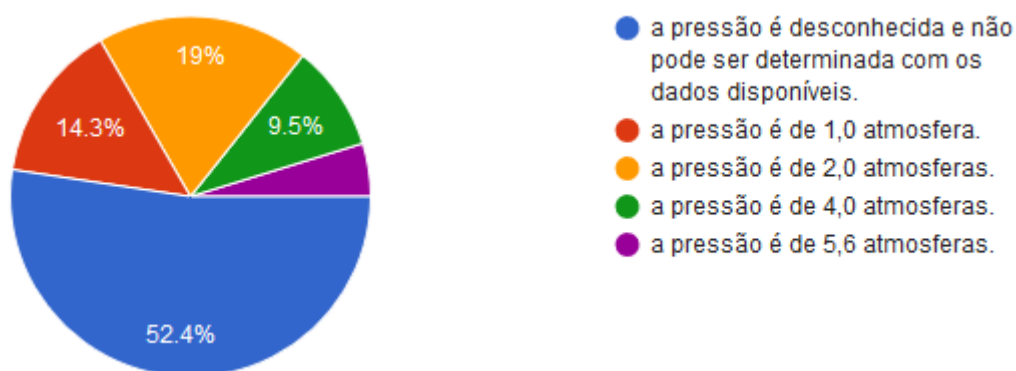


Figura 55: Resultado em porcentagem – A1 Q9. Fonte: Próprio autor.

Observa-se nas duas figuras que a turma assinalou a alternativa de insuficiência de dados, reforçando a ideia que eles não possuem o conhecimento de CNTP.

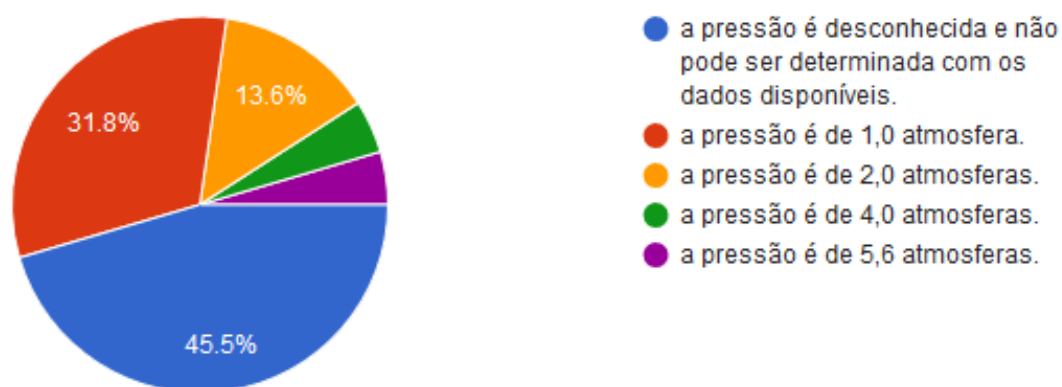


Figura 56: Resultado em porcentagem – A2 Q9. Fonte: Próprio autor.

A questão A1 Q10 e A2 Q10 são de transformações gasosas. As duas perguntas são parecidas, diferenciando apenas a ordem das alternativas. Em ambas, a maioria da turma acertou, como mostram as figuras 57 e 58.

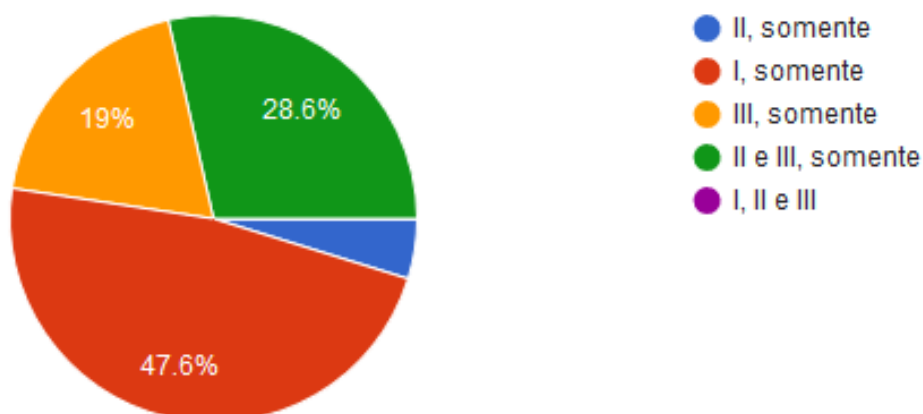


Figura 57: Resultado em porcentagem – A1 Q10. Fonte: Próprio autor.

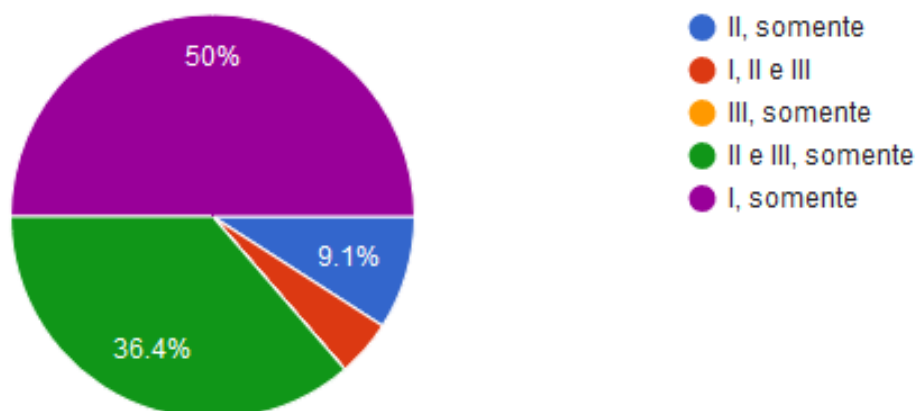


Figura 58: Resultado em porcentagem – A2 Q10. Fonte: Próprio autor.

5.2. Avaliação da aula experimental.

As questões foram elaboradas com o intuito de o estudante avaliar como foi a aula experimental e a utilização do aplicativo. O teste possui sete perguntas disponibilizadas no apêndice 3 deste trabalho.

A primeira questão - Q1 - pediu para o aluno definir o que achou da aula experimental. A grande maioria, 85,7% marcaram a alternativa “ótima”, enquanto 14,3% marcaram “boa”. A figura 59 mostra o resultado da primeira questão.

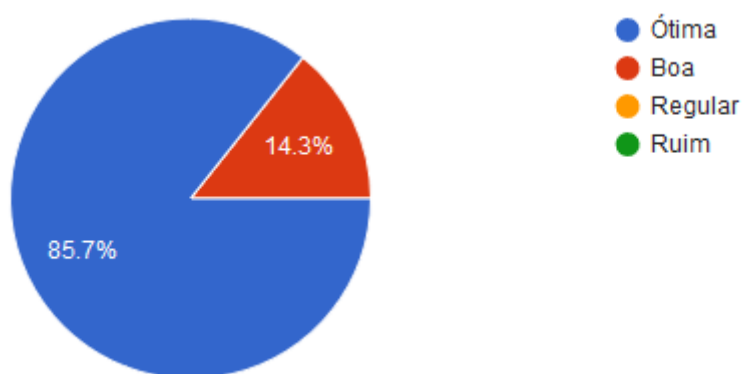


Figura 59: Resultado em porcentagem – Q1. Fonte: Próprio autor.

Foi perguntado para o aluno na segunda questão – Q2 – Se os temas das aulas foram úteis e produtivos. 64,9% definiram como ótimos e 38,1% como bons, representados na figura 60.

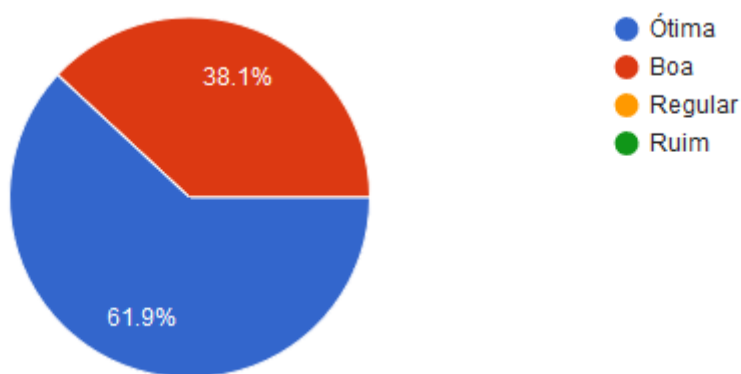


Figura 60: Resultado em porcentagem da questão – Q2. Fonte: Próprio autor.

A terceira pergunta – Q3 – foi uma auto avaliação do aluno quanto a participação da atividade experimental, sendo 71,4% da turma considera que teve uma boa participação, enquanto 14,3% tiveram ótima participação. A figura 61 mostra o resultado em porcentagem dessa questão.

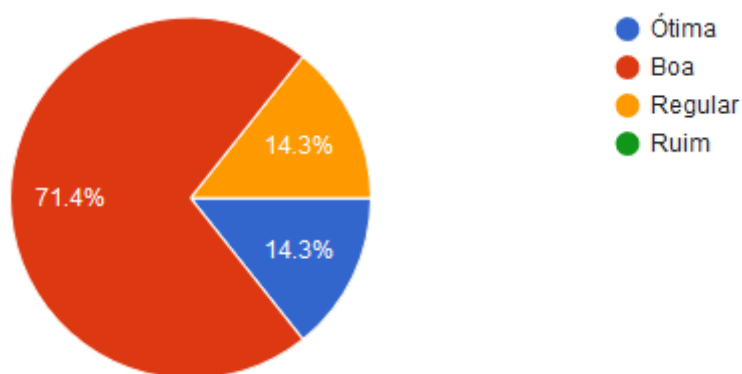


Figura 61: Resultado em porcentagem da questão– Q3. Fonte: Próprio autor.

A pergunta Q4 indaga o que deixou o aluno mais curioso na aula, ficando o aplicativo e o experimento empatados com 33,3%. Destaca-se também que 23,8% da turma considera que tanto o experimento, o aplicativo e a explicação da teoria despertaram curiosidade deles. A figura 62 revela as porcentagens de cada alternativa.

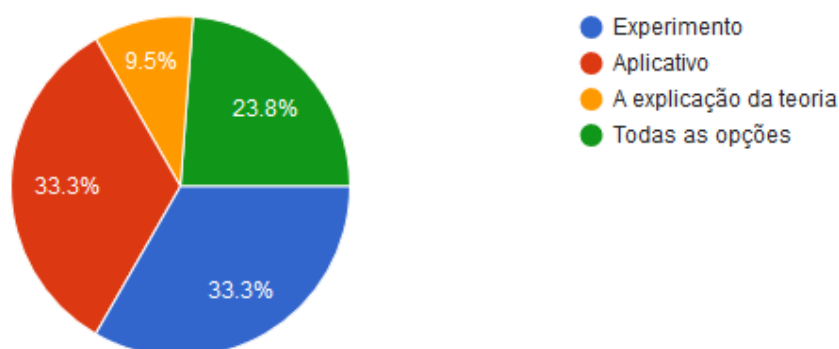


Figura 62: Resultado em porcentagem da questão – Q4. Fonte: Próprio autor.

Quase que a totalidade da turma considera que deveriam ocorrer mais aulas de Física com essa estrutura apresentada neste trabalho. Isto é mostrado na figura 63 que 95,2% marcou a alternativa “sim” na questão – Q5.

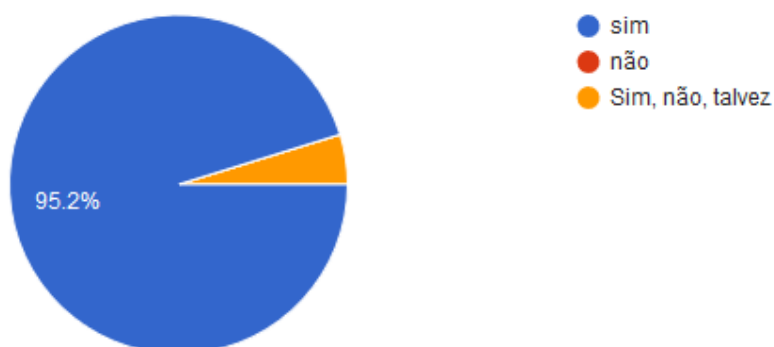


Figura 63: Resultado em porcentagem da questão – Q5. Fonte: Próprio autor.

A questão Q6 é especificamente sobre o aplicativo *termoduino*, perguntando como o estudante o avalia. Nenhum aluno avaliou como regular ou ruim, sendo 76,2% marcaram “ótimo” e 23,8% assinalaram como “bom”, conforme a figura 64.

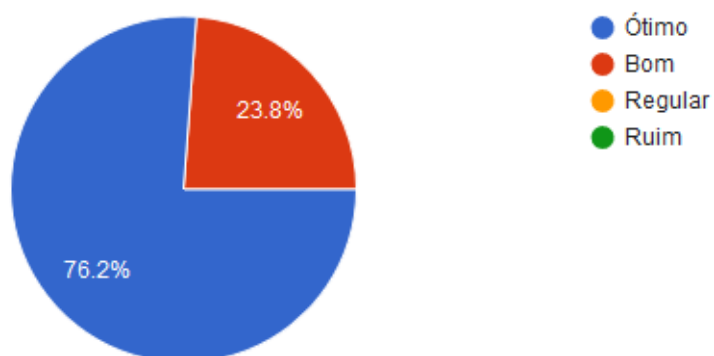


Figura 64: Resultado em porcentagem da questão – Q6. Fonte: Próprio autor.

Por último, foi perguntado aos estudantes sobre o material disponibilizado para realização do experimento, 66,7% consideraram ótimo e 33,3% afirmaram ser bom. Nenhum aluno julgou como regular ou ruim. A figura 65 representa as porcentagem descritas.

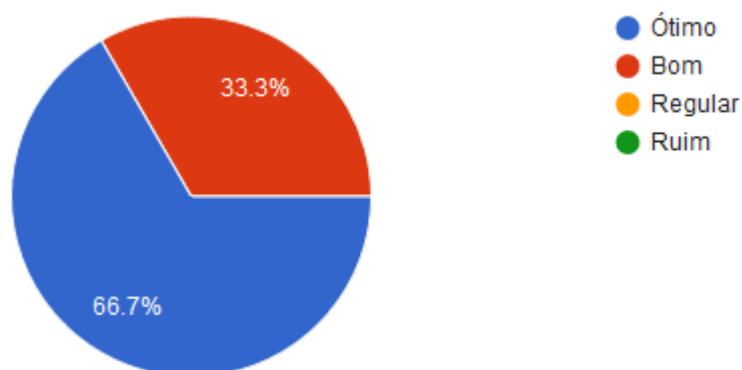


Figura 65: Resultado em porcentagem da questão – Q7. Fonte: Próprio autor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação foi compilada de modo a construir, através de embasamento teórico, um produto educacional que assumisse a função de facilitador do ensino de Termodinâmica associado ao desenvolvimento de um experimento utilizando uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* nodeMCU, que usa o princípio da Internet das coisas (IOT).

Para que fosse possível a execução desse produto, este estudo apoiou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e em uma gama de variáveis que contemplam as dificuldades e limitações dos alunos em temas relacionados à Termodinâmica, mas especificamente o tema Estudo dos Gases.

Inicialmente, foi feita uma minuciosa revisão de literatura acerca da teoria pedagógica utilizada, das dificuldades enfrentadas pelos alunos e da utilização de plataformas de prototipagem *open-source* no âmbito do ensino de Física. Há, na literatura, um grande contingente de obras ratificando o fato de que o ensino de Física precisa de mais incentivadores, e que a inventividade que o uso de plataformas de prototipagem eletrônica proporciona é de grande valia para o processo ensino-aprendizagem.

O componente prático desta dissertação envolveu o desenvolvimento de um produto educacional voltado para o estudo de Termodinâmica, mais especificamente de transformações gasosas, com coleta e análise de dados, em tempo real, através de um aplicativo para *smartphones*, desenvolvido para esse propósito, utilizando a plataforma de prototipagem NodeMCU, acoplada a sensor de pressão e temperatura conectado ao experimento de transformação isotérmica. Este sistema mostrou-se favorável tanto no fornecimento dos resultados quanto em proporcionar aos alunos um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz, além de estimular a utilização de tecnologias no ensino.

Em momento anterior à aula expositiva com o produto educacional, os alunos foram motivados, seguindo a Teoria de Ausubel; logo após, foi aplicada uma avaliação objetiva, tanto para detectar o conhecimento prévio dos alunos como também observar as suas deficiências em relação à temática abordada. Após esta mesma aula, uma avaliação similar, com alterações de enunciado, contudo com o mesmo nível de dificuldade da primeira avaliação, mostrou, em seus resultados, uma considerável evolução no aprendizado dos alunos.

Da análise comparativa entre os índices de acertos e erros dos alunos, no sentido de responder aos objetivos propostos, foi observada a melhoria da compreensão do tema

abordado, e isso deve-se ao fato de que foi utilizado um material potencialmente significativo.

Conclui-se, ainda, que este produto educacional deve ser utilizado como material de apoio às aulas práticas laboratoriais relacionadas ao estudo de Termodinâmica, por ser favorável ao processo de ensino-aprendizagem.

Este estudo apresenta algumas limitações, como as possíveis falhas durante o processo de montagem, deficiência de conhecimentos relativos às tecnologias utilizadas por parte dos professores, e erros sistemáticos durante manuseio do experimento.

A despeito das limitações identificadas e de algumas outras que porventura possam ser assinaladas posteriormente, considera-se que o estudo realizado sobre este produto educacional permite que sejam desenvolvidos, no futuro, dispositivos com maior facilidade de reprodução para difusão em uma escala maior.

Por fim, este estudo constituiu apenas um aporte para o conhecimento acerca de instrumentos facilitadores do processo de ensino-aprendizagem. Dada a importância do tema, considera-se, ainda, que há muito caminho a ser percorrido; utilizando-se os mesmos princípios deste produto educacional, podem ser desenvolvidos novos projetos relacionados a outros temas abordados em sala, no ensino de Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **Arduino uno**. Disponível em: <www.arduino.cc>. Acesso em: 03 de janeiro de 2018.

BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. **Física 2: Termologia; Ondulatória; Óptica**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 464 p.

BRASIL, SEMTEC. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acessado em 06 de fevereiro de 2018.

BRASIL, INEP. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais-Física/PCN+. 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acessado em 06 de fevereiro de 2018.

CARDOSO, Antônio; GOMES, Marílio; RAMOS, Sérgio. **Analógica versus digital - utilização de equipamentos analógicos e digitais de medição**. 2009. Disponível em: <<https://www.voltimum.pt/artigos/noticias-do-sector/analogica-versus>>. Acesso em: 01 dez. 2017

CAVALCANTE, Michelle M. et al. **A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ**. In: XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2014), Brasília, DF. 2014.

COLL-SALVADOR, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 3v.

DA ROCHA, Fábio Saraiva; MARANGHELLO, Guilherme Frederico; LUCCHESI, Márcia Maria. **Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de física em tempo real**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 98-123, 2014.

EMETERIO, Dirceu; ALVES, Mauro Rodrigues. **Prática de Física para Engenharias**. Campinas: Átomo, 2008. 168 p.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas. Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. abr. 2011. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf>. Acessado em: 02 de fevereiro 2018.

FERNANDES, A. C. P. et al. **Doppler Effect with tablet and smartphone**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 3, 2016.

GUIMARÃES GUEDES, Anderson. **Estudo de ondas estacionárias em uma corda com a utilização de um aplicativo gratuito para smartphones**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 2, 2015.

IBGE. **Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal**: 2014 / Coordenação de Trabalho e Rendimento. – Rio de Janeiro : IBGE, 2016. 89p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95753.pdf>>. Acessado em: 02 de fevereiro 2018.

PIACENTINI, João J. et al. **Introdução ao Laboratório de Física**. 3. ed. Florianópolis: Editora da Ufsc, 2008. 124 p.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, K. **FÍSICA 1**, 5a edição. LTC, Rio de Janeiro, 2002.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio et al. **Arduíno: uma tecnologia no Ensino de Física**. PERSPECTIVA, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, 2014

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2ª edição. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

NUNES, Ana Ignez Belém Lima; SILVEIRA, Rosemary do Nascimento. **Psicologia da aprendizagem: processos, teorias e contextos**. Brasília: Liber Livro, p. 192, 2009.

OLIVEIRA, Sérgio de. **A Internet das Coisas: com ESP2866, Arduino e Raspberry PI**. São Paulo: Novatec, 2017. 253 p.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M.; AMARAL, D. F. **Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, p. 3505, 2014.

VILAR, A. B. et al. **Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 2, p. 2507, 2015.

APÊNDICE 1

Teste inicial (A1) e atividade final (A2).

ATIVIDADE 1 (A1)

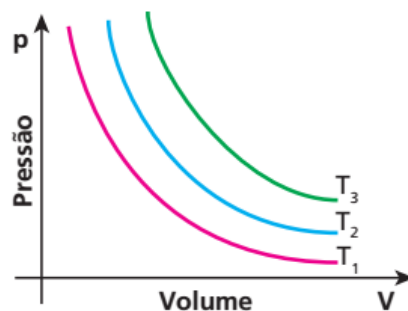
A1 Q1) (PUC-RIO 2009) Considerando-se os algarismos significativos dos números 28,7 e 1,03, podemos afirmar que a soma destes números é dada por:

- a) 29,7 b) 29,73 c) 29 d) 29,74 e) 29,0

A1 Q2) Num sistema termodinâmico contendo um gás ideal, existem as chamadas “variáveis de estado”. Marque a alternativa correta.

- a) Temperatura, velocidade e pressão.
b) Velocidade, volume e aceleração.
c) Pressão, volume e temperatura.
d) Pressão, temperatura e energia térmica.

A1 Q3) O diagrama representa três isotermas T_1 , T_2 e T_3 , referentes a uma mesma amostra de gás perfeito. A respeito dos valores das temperaturas absolutas T_1 , T_2 e T_3 , pode-se afirmar que:



- a) $T_1 = T_2 = T_3$; d) $T_1 = T_2 < T_3$;
b) $T_1 < T_2 < T_3$; e) $T_2 > T_1 < T_3$;
c) $T_1 > T_2 > T_3$;

A1 Q4) “Temperatura é a medida do grau de agitação térmica das moléculas. Calor é energia térmica em trânsito”. Estes dois conceitos estão:

- a) Completamente Errados.
b) Completamente corretos.
c) Apenas o conceito de temperatura está correto.
d) Apenas o conceito de pressão está correto.

A1 Q5) O que é um gás? (Questão extraída em:

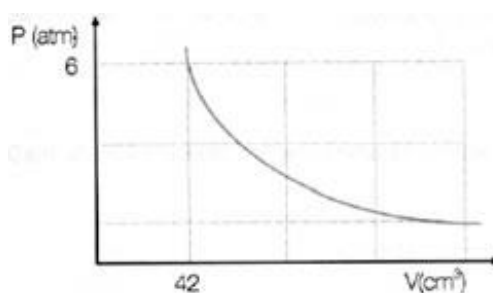
<http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-gas-ideal.htm> ,
acessado dia 20/06/2017 às 19h21min).

- a) Gás é um fluido que não possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade, portanto ocupa somente uma porção do volume em que está contido.
- b) Gás é um líquido cujas moléculas que o constituem estão bastante espaçadas umas das outras.
- c) Gás é um fluido que apresenta somente a propriedade de expansibilidade.
- d) Gás é um fluido que sofre ação da gravidade e não possui propriedades de compressibilidade.
- e) Gás é um fluido que possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade e que tende a ocupar todo o espaço onde está contido.

A1 Q6) (PUC-SP) De acordo com a lei de Robert Boyle (1660), para proporcionar um aumento na pressão de uma determinada amostra gasosa numa transformação isotérmica, é necessário:

- a) aumentar o seu volume.
- b) diminuir a sua massa.
- c) aumentar a sua temperatura.
- d) diminuir o seu volume.
- e) aumentar a sua massa.

A1 Q7) (PUC-PR) Qual o volume ocupado, a 2 atm de pressão, por certa massa de gás ideal que sofre transformações isotérmicas conforme o gráfico?

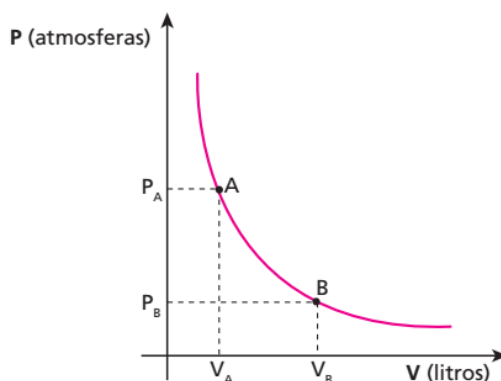


- a) 14 cm³
- b) 21 cm³
- c) 126 cm³
- d) impossível calcular, pois faltam dados.

A1 Q8) (FCMSC-SP) Uma amostra de gás perfeito ocupa um recipiente de 10,0 L à pressão de 1,5 atm. Essa amostra foi transferida para outro recipiente de 15,0 litros, mantendo a mesma temperatura. Qual a nova pressão dessa amostra de gás?

- a) 0,5 atm b) 1,0 atm c) 1,5 atm d) 2,0 atm

A1 Q9) (Mack-SP) Um mol de gás ideal, inicialmente num estado A, ocupa o volume de 5,6 litros. Após sofrer uma transformação isotérmica, é levado ao estado B.



Sabendo que em B o gás está nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão), podemos afirmar que em A:

- a) a pressão é desconhecida e não pode ser determinada com os dados disponíveis.
 b) a pressão é de 1,0 atmosfera.
 c) a pressão é de 2,0 atmosferas.
 d) a pressão é de 4,0 atmosferas.
 e) a pressão é de 5,6 atmosferas.

A1 Q10) (Fund. Oswaldo Cruz-SP) O volume ocupado por certa massa de um gás é:

I. Inversamente proporcional à pressão exercida, mantendo-se constante a temperatura, ou seja, $PV = P'V'$.

II. Inversamente proporcional à temperatura absoluta, mantendo-se constante a pressão.

III. Inversamente proporcional à temperatura absoluta, mantendo-se constante o volume.

Qual está correto?

- a) II, somente b) I, somente
 c) III, somente d) II e III, somente
 e) I, II e III

ATIVIDADE 2 (A2)

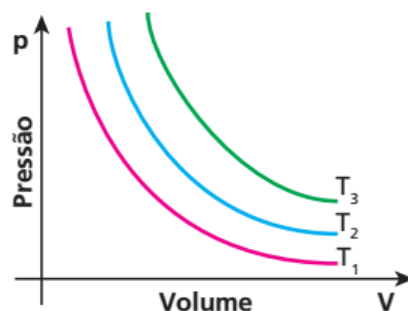
A2 Q1) Com base na teoria estudada de algarismos significativos, a soma de 1,70 com 20,31 é dada por:

- a) 22,02 b) 22,0 c) 22,01 d) 22,00 e) 22,1

A2 Q2) As grandezas que definem completamente o estado de um gás são:

- a) somente pressão e volume
b) apenas o volume e a temperatura.
c) massa e volume.
d) temperatura, pressão e volume.
e) massa, pressão, volume e temperatura

A2 Q3) O diagrama representa três isotermas T_1 , T_2 e T_3 , referentes a uma mesma amostra de gás perfeito. A respeito dos valores das temperaturas absolutas T_1 , T_2 e T_3 , pode-se afirmar que:



- a) $T_1 > T_2 > T_3$;
b) $T_1 < T_2 < T_3$;
c) $T_1 = T_2 = T_3$;
d) $T_2 > T_1 < T_3$;
e) $T_1 = T_2 < T_3$;

A2 Q4) (MACK-SP) O célebre físico irlandês WilliamThomsom, que ficou mundialmente conhecido pelo título de lorde Kelvin, entre tantos trabalhos que desenvolveu “criou” a escala termométrica absoluta. Essa escala, conhecida por escala Kelvin, consequentemente não admite valores negativos, e, para tanto, estabeleceu como zero o estado de repouso molecular. Conceitualmente sua colocação é consistente, pois a temperatura de um corpo se refere à medida:

- a) da quantidade de movimento das moléculas do corpo
b) da quantidade de calor do corpo
c) da energia térmica associada ao corpo

- d) da energia cinética das moléculas do corpo
- e) do grau de agitação das moléculas do corpo

A2 Q5) O que é um gás? (Questão extraída em:

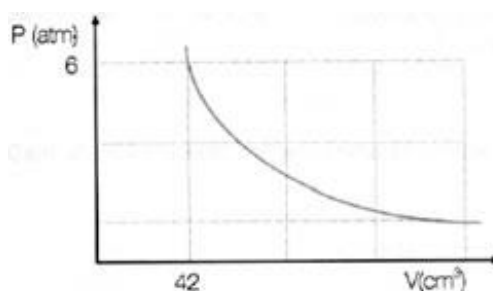
<http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-gas-ideal.htm>,
 acessado dia 20/06/2017 às 19h21min).

- a) Gás é um fluido que não possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade, portanto ocupa somente uma porção do volume em que está contido.
- b) Gás é um líquido cujas moléculas que o constituem estão bastante espaçadas umas das outras.
- c) Gás é um fluido que possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade e que tende a ocupar todo o espaço onde está contido.
- d) Gás é um fluido que sofre ação da gravidade e não possui propriedades de compressibilidade.
- e) Gás é um fluido que apresenta somente a propriedade de expansibilidade.

A2 Q6) (PUC-SP) Um gás ideal sofre uma expansão isotérmica. Então, o gás _____ energia na forma de calor com a vizinhança, sua temperatura final é _____ inicial e seu volume _____. De acordo com a lei de Boyle, assinale a alternativa que completa, corretamente, as lacunas.

- a) não troca - menor que a – aumenta
- b) não troca – maior que a – diminui
- c) não troca – a mesma a – aumenta
- d) troca – menor que a – diminui
- e) troca – maior que a – aumenta

A2 Q7) (PUC-PR) Qual o volume ocupado, a 2 atm de pressão, por certa massa de gás ideal que sofre transformações isotérmicas conforme o gráfico?

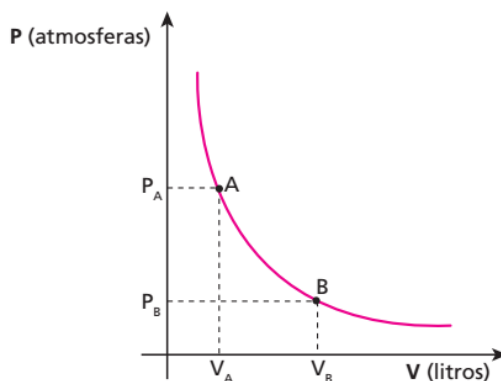


- a) 14 cm^3 b) 21 cm^3
 c) 126 cm^3 d) impossível calcular, pois faltam dados.

A2 Q8) (FCMSC-SP - adaptada) Uma amostra de gás perfeito ocupa um recipiente de $20,0 \text{ L}$ à pressão de $3,0 \text{ atm}$. Essa amostra foi transferida para outro recipiente de $40,0 \text{ litros}$, mantendo a mesma temperatura. Qual a nova pressão dessa amostra de gás?

- a) $0,5 \text{ atm}$ b) $1,0 \text{ atm}$ c) $1,5 \text{ atm}$ d) $2,0 \text{ atm}$

A2 Q9) (Mack-SP) Um mol de gás ideal, inicialmente num estado A, ocupa o volume de $5,6 \text{ litros}$. Após sofrer uma transformação isotérmica, é levado ao estado B.



Sabendo que em B o gás está nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão), podemos afirmar que em A:

- a) a pressão é desconhecida e não pode ser determinada com os dados disponíveis.
 b) a pressão é de $1,0 \text{ atmosfera}$.
 c) a pressão é de $2,0 \text{ atmosferas}$.
 d) a pressão é de $4,0 \text{ atmosferas}$.
 e) a pressão é de $5,6 \text{ atmosferas}$.

A2 Q10) (Fund. Oswaldo Cruz-SP) O volume ocupado por certa massa de um gás é:

- I. Inversamente proporcional à pressão exercida, mantendo-se constante a temperatura, ou seja, $PV = P'V'$.
 II. Inversamente proporcional à temperatura absoluta, mantendo-se constante a pressão.
 III. Inversamente proporcional à temperatura absoluta, mantendo-se constante o volume.

Qual está correto?

- a) II, somente b) I, II e III
 c) III, somente d) II e III, somente e) I, somente

APÊNDICE 2

Código escrito no IDE do Arduino para configuração do app e do sensor.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

//Informações do AP
const char* nome_rede = "PRODUTO_EDUCACIONAL";
const char* senha = "12341234";

//Define a porta em que irá funcionar o serviço.
WiFiServer server(80);

Adafruit_BMP085 bmp;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(10);

  if (!bmp.begin()) {
    Serial.println("Sensor BMP085 não encontrado, verifique as conexões !");
    while (1) {}
  }

  //Conectando ao ponto de acesso
  Serial.println();
  Serial.print("Conectando ao ponto de acesso: ");
  Serial.println(nome_rede);

  WiFi.begin(nome_rede, senha);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
```

```

    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi Connectado");

// Inicia o servidor
server.begin();
Serial.println("Servidor iniciado");

// Print the IP address
Serial.print("Essa é a URL para acesso aos dados: ");
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("/");

}

void loop() {

    WiFiClient client = server.available();
    if (!client) {
        return;
    }

    String resposta = "HTTP/1.1 200 OK\r\nContent-Type:
application/json\r\n\r\n{\"pressao\":\"";
    resposta+=bmp.readPressure();
    resposta+="}\r\n\r\n";
    client.print(resposta);
}

```

APÊNDICE 3

AVALIAÇÃO DA AULA EXPERIMENTAL

Q1) Como você define nossa aula experimental?

☐ Ótima ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

Q2) Os temas abordados na aula, foram úteis e produtivos?

☐ Ótima ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

Q3) A sua participação no decorrer da atividade experimental foi?

☐ Ótima ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

Q4) O que lhe deixou mais curioso na aula de hoje?

☐ Experimento ☐ Aplicativo ☐ A explicação da teoria ☐ Todas as opções

Q5) Você gostaria de ter mais aulas de Física assim?

☐ Sim ☐ Não ☐ Sim, não, talvez

Q6) Como você avalia o aplicativo *termoduino*?

☐ Ótimo ☐ Bom ☐ Regular ☐ Ruim

Q7) O material disponibilizou informações e elementos suficientes para a realização do experimento?

☐ Ótima ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

APÊNDICE 4

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACIONAL, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ – IFCE – Campus Sobral
UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ - UVA

PRODUTO EDUCACIONAL: Desenvolvimento e aplicação de experimento de
transformação gasosa utilizando app “termoduino”

SUMÁRIO

1. Introdução	03
2. Montagem do experimento	04
3. Conhecendo e configurando o módulo nodeMCU no IDE do arduino	07
3.1 Configurando o nodeMCU.....	08
3.2 Configurando o sensor de pressão	12
4. Utilizando o aplicativo “Termoduino”	13
5. Aplicação do produto educacional	16
5.1. Aula 01	17
5.2. Aula 02	17
5.3. Aula 03	21
5.4. Aula 04	23
6. Referências bibliográficas	29
7. Apêndices	30

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física é visto por grande parte dos alunos como de difícil entendimento, principalmente por envolver muitas operações matemáticas. Estudantes reclamam constantemente das estratégias utilizadas por professores que utilizam bastante métodos “decorebas” para entendimento de fenômenos Físicos, tornando as situações abordadas subjetivas, indo contra metodologias que mostram que é necessário dar um significado no instante da aquisição do conhecimento. Além disso, existe uma quantidade elevada de alunos bastante desmotivados, levando o professor a buscar métodos que possam seduzir o aluno para a efetiva formação intelectual do indivíduo.

Pela prática docente, o estudo de termodinâmica é considerado, por grande parte dos alunos, um tema difícil de assimilar a teoria com a prática. Isso pode ser explicado devido ao fato de atividades experimentais dessa área serem difíceis de reproduzir. Nas escolas, principalmente da rede pública, há deficiência de laboratórios de Física, dificultando assim o aprendizado dos alunos. Uma possível explicação é o alto custo na montagem de um laboratório didático.

O presente trabalho foi desenvolvido como um mecanismo didático com embasamento na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Para isso, foi construído um aparato experimental de Termodinâmica, utilizando o *smartphone* como ferramenta de verificação de dados coletados da placa de IOT nodeMCU. Os dados foram transmitidos em tempo real, utilizando o celular como *access point* para transmitir via WIFI, conectado em rede com os celulares ou tablets dos alunos.

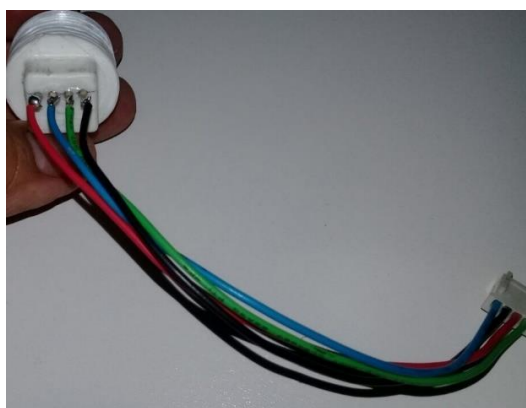
A seguir, será mostrado passo a passo da montagem do experimento, utilização do aplicativo e aplicação do roteiro experimental e as aulas a serem ministradas pelo professor.

2. MONTAGEM DO EXPERIMENTO

A seguir, são apresentados os materiais necessários para montagem do experimento da transformação isotérmica:

- Seringa de vidro com capacidade de 20 ml;
- Seringa de plástico com capacidade de 20 ml;
- 4 abraçadeiras de nylon;
- Válvula para câmara de ar de pneu de bicicleta;
- Cano pvc Tê $\frac{3}{4}$ '';
- 3 taps de cano de $\frac{3}{4}$ '';
- Fita veda rosca;
- Cola adesivo para juntas de motores diesel;
- Cola silicone;
- Adesivo plástico laminação;
- Base de madeira de mdf.
- Sensor de temperatura e pressão BMP085 – Módulo GY-85;
- Fios jumpers de cores diferentes;
- Estanho em fio para solda;
- Ferro de solda;

Primeiramente, de posse do taps de vedação da tubulação faça pequenos orifícios para poder passar os terminais do sensor BMP085. Feito isso, solde os fios com os terminais de acordo com a figura 1.



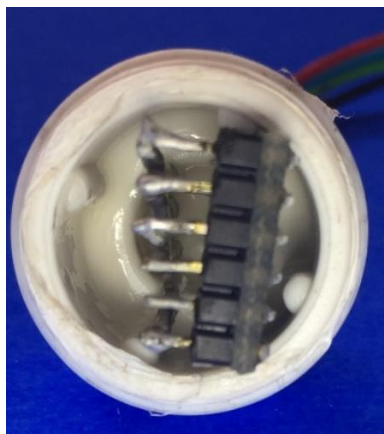


Figura 1: Montagem dos fios no taps. Fonte próprio autor.

Observa-se na figura 2 que é colocada uma fita veda-rosca com o intuito de melhorar a vedação do sistema. Podem ser soldados fios *jumper*s com terminais macho ou terminais fêmea, ficando a critério do professor.

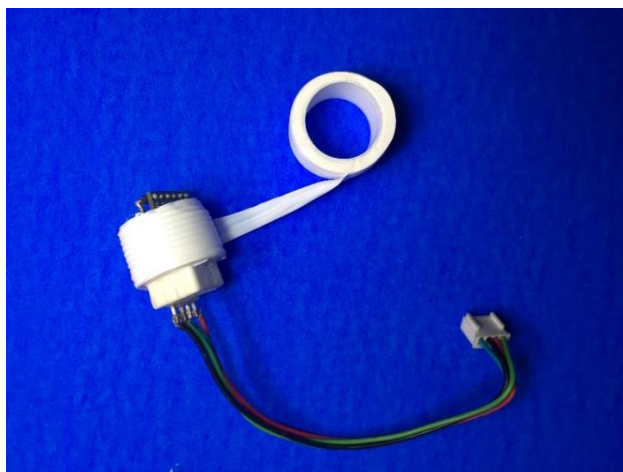


Figura 2: Fita veda-rosca na montagem dos fios no taps. Fonte: próprio autor.

Com outro taps, faça uma pequena abertura para adicionar a válvula para câmara de ar de pneu de bicicleta. Esse conjunto deve ser colocado na parte superior do Cano pvc Tê $\frac{3}{4}$, conforme a figura 3.

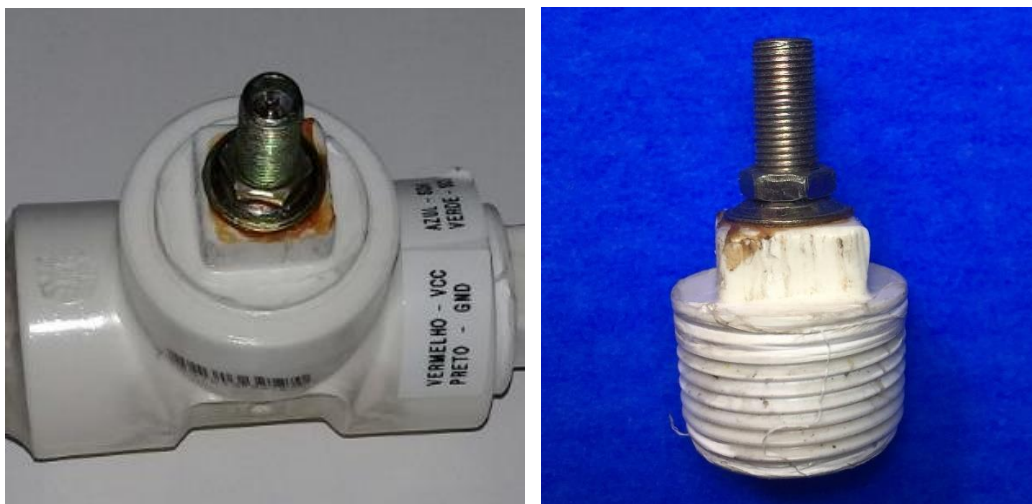


Figura 3: taps com a válvula encaixada. Fonte: próprio autor



Figura 4: Vista interna do taps com a válvula encaixada. Fonte: próprio autor

Ainda na figura 1, observava-se a utilização de um cano PVC Tê $\frac{3}{4}$ para a montagem do aparato experimental. Para rosquear o taps contendo o sensor (figura 8) e o taps com a válvula (figuras 3 e 4) com o cano PVC Tê é necessário um alicate, de acordo com o procedimento atentado na figura 5.

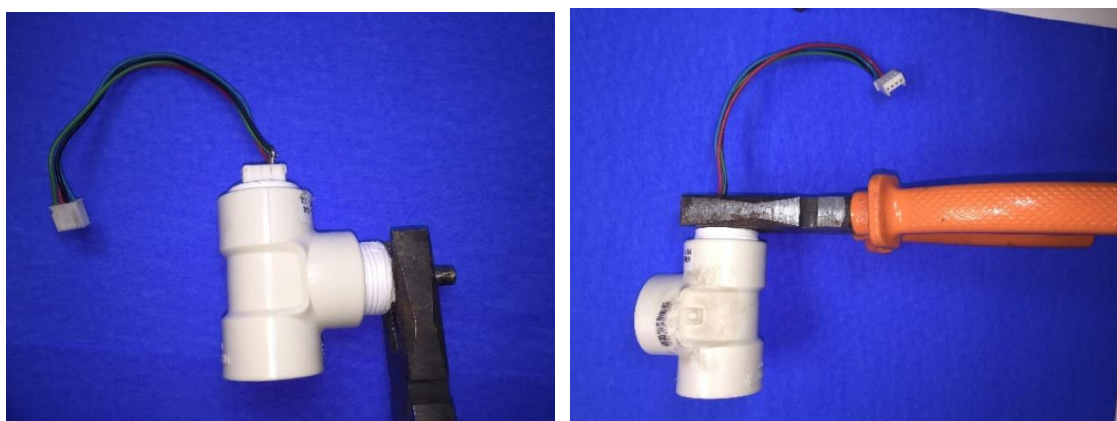


Figura 5: Taps com a válvula e o sensor encaixados no cano. Fonte: próprio autor

Para a fixação da seringa no cano pvc Tê $\frac{3}{4}$, deve-se envolvê-lo em fita veda rosca. Adicione cola silicone afim de melhorar a vedação do experimento. Observe o procedimento nas figuras 6, 7 e 8.



Figura 6: Seringa com a fita veda rosca. Fonte: próprio autor.



Figura 7: Vista de cima da fixação da seringa. Fonte próprio autor.



Figura 8: Vista de frente da fixação da seringa. Fonte próprio autor.



Figura 9. A esquerda – vista da montagem da seringa no cano pvc tê. A direita – Cola utilizada para vedação do sistema. Fonte: Próprio autor

A figura 10 representa a montagem da seringa junto com a válvula e o sensor (a esquerda) utilizando a cola de adesivo para juntas de motores a diesel (a direita).

Para a montagem final na bancada, foi fabricado um suporte para melhor controle da utilização do experimento, a figura 11 representa a montagem desse apoio.



Figura 11. A esquerda – vista da montagem do apoio. A direita – Corte feito para atravessar os fios do sensor. Fonte: Próprio autor

É bastante importante que os pinos sejam soldados na parte de fora do taps de cano de $\frac{3}{4}$. Pelo método de tentativa e erros, observou-se que a medida em que se aumenta a pressão, ocorre vazamento de gás por dentro dos fios. Isto serve também para manter o sensor na posição correta e não correr o risco de romper as ligações eletrônicas.

Após a fixação da seringa, da válvula e do sensor, faça a montagem de acordo com a figura 12. Para facilitar a ligação eletrônica do sensor, foram colocadas tarjas para representar cada terminal.

A seringa de plástico serve apenas para retirar o êmbolo, pois este possui um poder de vedação melhor que o êmbolo da seringa de vidro. Na montagem final do experimento é utilizada uma base de madeira afim de dar uma sustentação melhor, sendo utilizada abraçadeiras de nylon para fixação da seringa na base, conforme a figura 12.

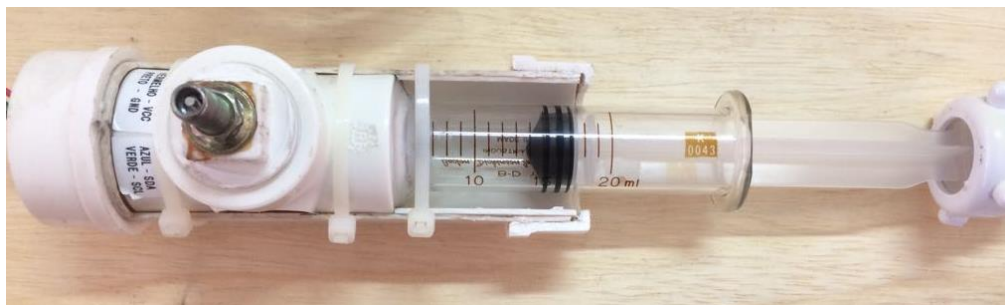


Figura 12: Vista de cima da montagem final do experimento. Fonte: Próprio autor.

Para a coleta de dados da grandeza pressão é utilizado o sensor BMP085, que de acordo com seu datasheet, funciona com tensão de 1,8V a 3,6V, tendo uma leitura que pode variar entre 300 hPa até 1100 hPa (hPa = hecto Pascal). A conexão com o microcontrolador é feita com duas portas, utilizando a interface de comunicação I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Este sensor também mostra a informação da temperatura.

A figura 13 mostra a fotografia da vista de cima do sensor BMP de pressão e temperatura. Possui um custo médio de R\$ 15,00 no mercado brasileiro.



Figura 13: Representação do sensor BMP 085. Fonte: <https://www.zonamaker.com.br/wp-content/uploads/2017/08/bmp085-300x271.jpg>

3. CONHECENDO E CONFIGURANDO O MÓDULO NODEMCU E O SENSOR DE PRESSÃO NA IDE DO ARDUINO

Para coleta e análise de dados utilizou-se a plataforma de prototipagem nodeMCU. Os principais motivos para sua escolha foram:

- 1- Custo-benefício: O preço médio dessa placa está em torno de R\$ 25,00 no Brasil. Em sites de compras diretamente da China o valor fica em média US\$ 3,00.
- 2- Ambiente de desenvolvimento: programável também em Arduino, facilitando a utilização.
- 3- Disponibilidade de sensores: Os mesmos sensores para o Arduino são utilizáveis na plaquinha de prototipagem.



Figura 14: Módulo nodeMCU. Fonte:

<https://cdn.awsli.com.br/600x450/249/249328/produto/7276218/e132b9e118.jpg>

O nodeMCU é uma plataforma, ou placa, de prototipagem *open-source* com microcontrolador ESP8266 da Espressif. A família “ESP8266” são microcontroladores preparados para se conectar na internet, sendo uma das preferidas em projetos envolvendo o princípio da IOT (internet das coisas). A figura 14 apresenta a placa nodeMCU.

A placa possui uma antena embutida com capacidade de conexão *wireless* padrão 802.11b/g/n, tendo modos de operação STA, AP, STA+AP, suportando até 5 conexões TCP/IP, sendo conectada por uma entrada micro-usb com conversor analógico digital (ADC). A placa detém portas I2C, SPI, analógico e digitais.

O ambiente de programação utilizado pelo nodeMCU é na linguagem Lua. “Essa linguagem, desenvolvida no Brasil por professores da PUC-Rio, é interpretada e tem sintaxe de fácil aprendizagem e integração” (Oliveira, 2017). Utiliza-se neste trabalho o ambiente de programação da plataforma Arduino, devido ao grande número de bibliotecas disponíveis gratuitamente, tornando o estudo mais acessível.

3.1. Configuração do nodeMCU

Para executar o download do ambiente de programação (IDE) do Arduino, entre no site <https://www.arduino.cc/>, clique em “software” como apresentado na figura 15.

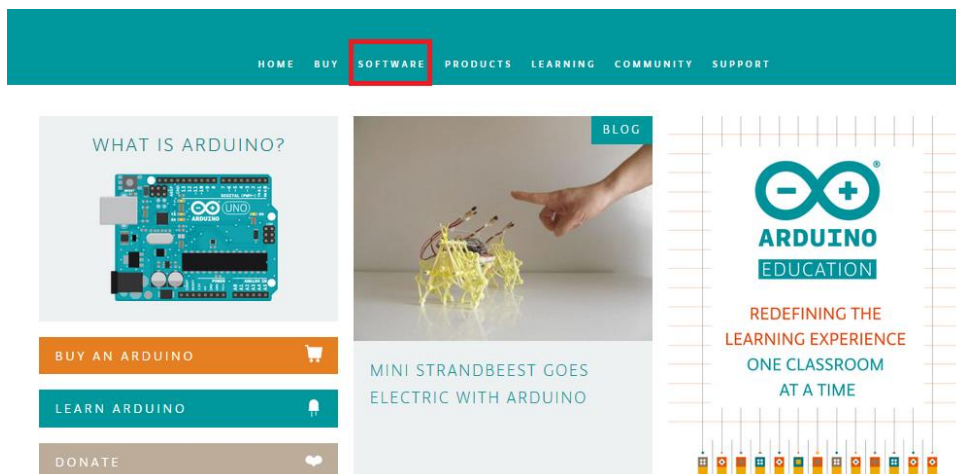


Figura 15: Site arduino.cc. Fonte: próprio autor.

Em seguida, faça o download de acordo com o sistema operacional do computador. Observe na figura 16.

Download the Arduino IDE



Figura 16: site arduino.cc. Fonte: próprio autor.

Feito o download, instale o arquivo no seu computador. Você agora possui um ambiente de programação com linguagem baseada em C/C++, porém, o módulo nodeMCU ainda não está configurado no IDE do Arduino. Siga os passos a seguir obedecendo a ordem de execução para a correta configuração:

1. Abra a IDE do arduino, clique em *arquivo* e logo depois em *preferência*.

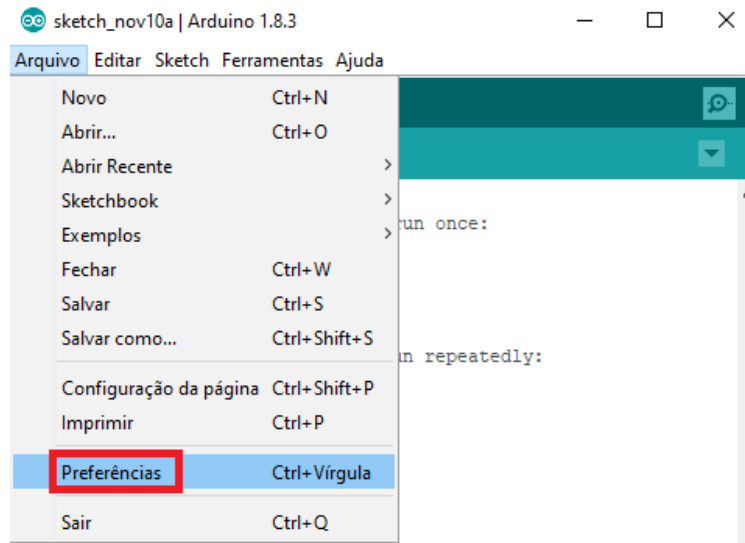


Figura 17: IDE do arduino. Fonte: próprio autor.

2. Copie e cole a URL http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, no local indicado no quadro vermelho da figura 18.

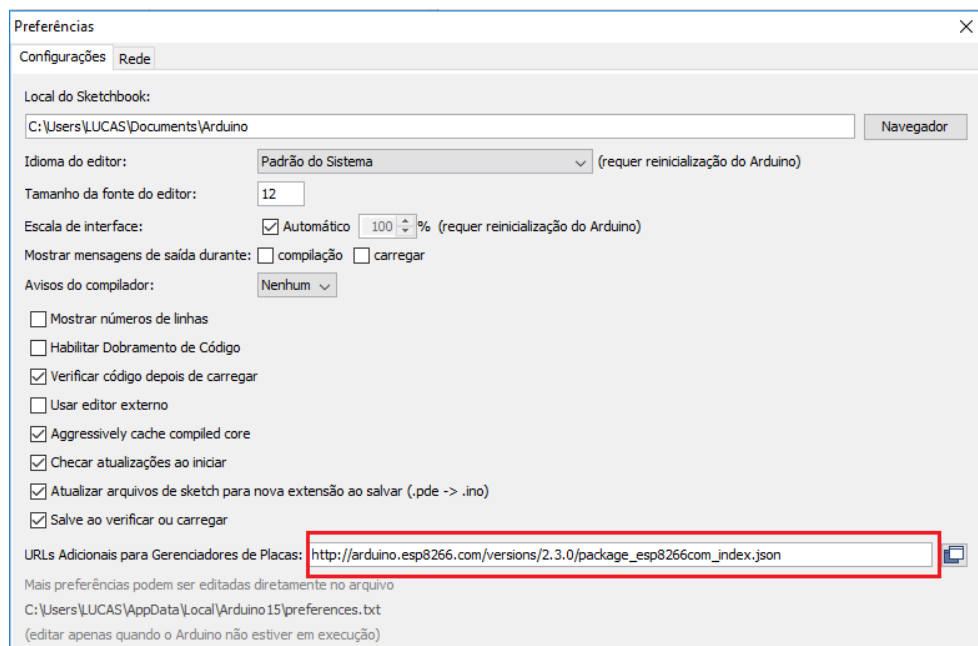


Figura 18: IDE do Arduino. Fonte: próprio autor.

3. Clique em *OK*. Feito isso, você voltará para a tela inicial. Siga em seguida os passos apresentado nas figuras 19.

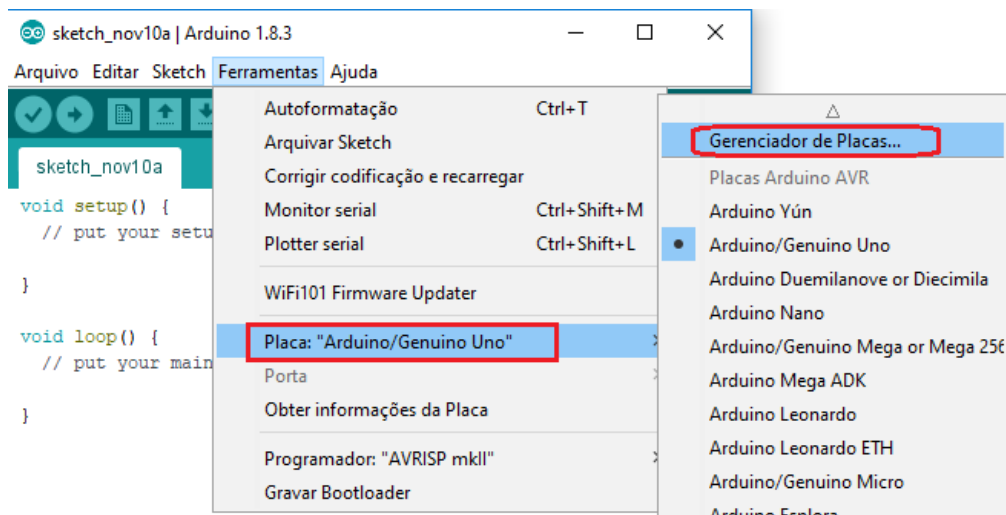


Figura 19: IDE do Arduino. Fonte: próprio autor.

4. Clicando em *gerenciador de placas*, será aberta uma janela contendo as informações da figura 20. Utilizando a barra de rolagem, procure a informação *esp8266 by ESP8266 Community* e clique em instalar.

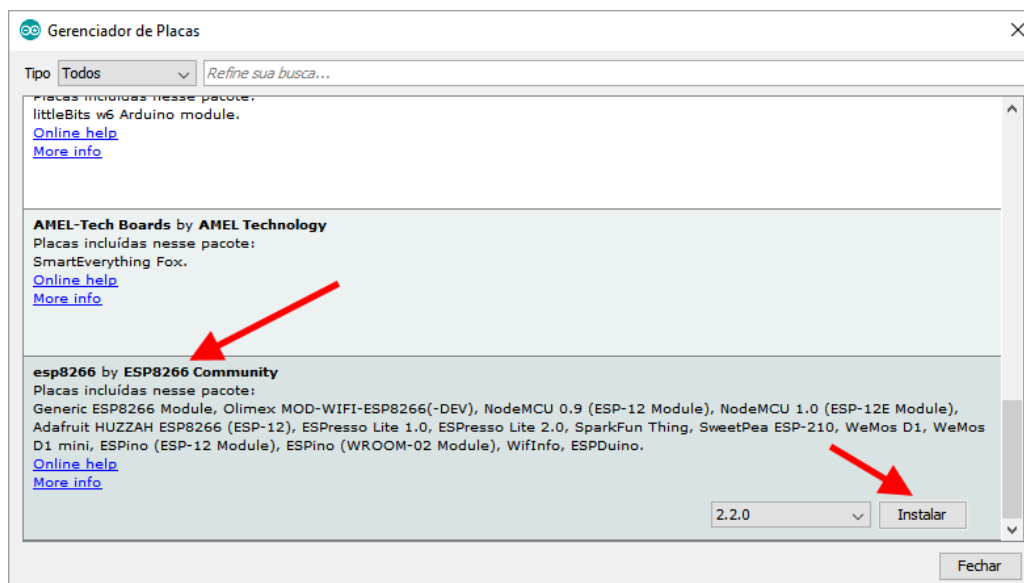


Figura 20: IDE do Arduino. Fonte: próprio autor.

5. No menu *ferramentas*, clique em *placa: "Arduino/Genuino UNO"* e em seguida *NodeMCU 1.0 esp - 12E module*, conforme as figuras 21 e 22.

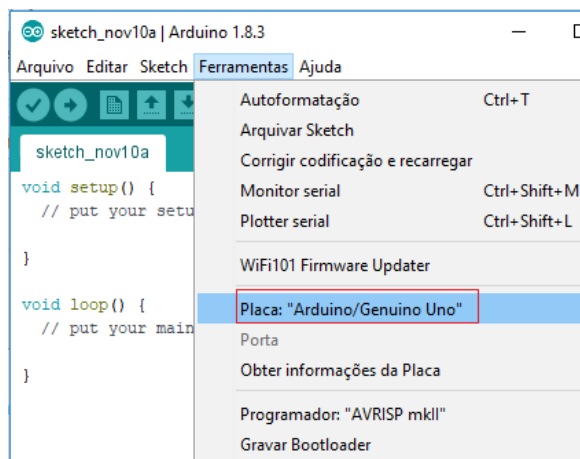


Figura 21: IDE do Arduino. Fonte: próprio autor.

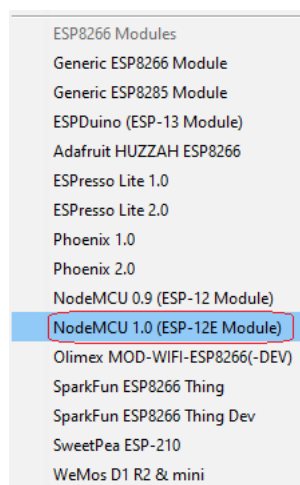


Figura 22: IDE do Arduino. Fonte: próprio autor.

3.2. Configurando o sensor de pressão

Para configurar o sensor de pressão BMP085, devem ser seguidos alguns passos:

1. Faça o download da biblioteca “*Adafruit-BMP085-Library-master*” clicando no link <https://github.com/adafruit/Adafruit-BMP085-Library>. Em seguida clique em “*Clone or download*” e depois em “*download ZIP*”, representado na figura 23.

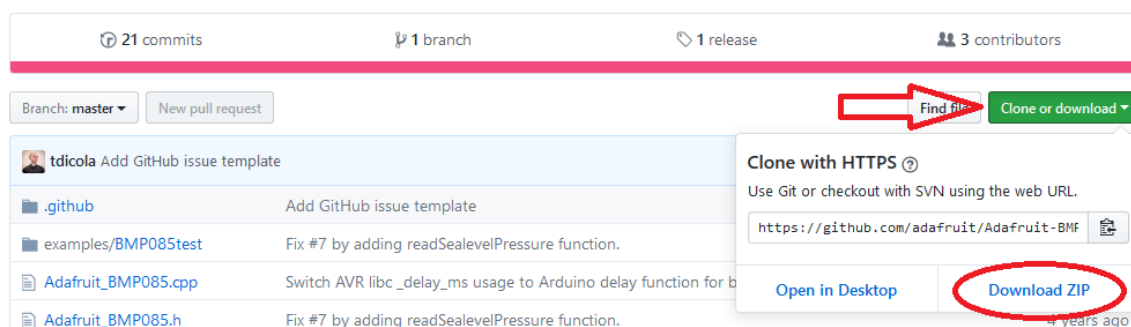


Figura 23: Download da biblioteca Adafruit- BMP085. Fonte:

<https://github.com/adafruit/Adafruit-BMP085-Library>

2. Feito o download, salve o arquivo na pasta “libraries” do Arduino, representado na figura 24.

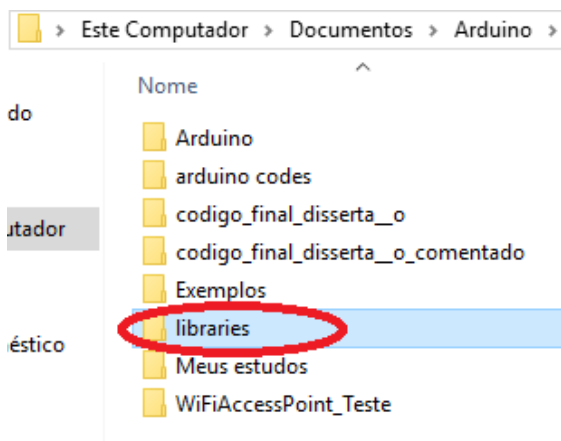


Figura 24: Acesso a pasta “libraries” do arduino. Fonte: Próprio autor.

Para confirmar se o procedimento foi executado corretamente, abra a IDE o Arduino, clique em arquivo, depois em exemplos. Verifique se aparece a opção “*Adafruit Circuit Playground*”, em conformidade com a figura 25.

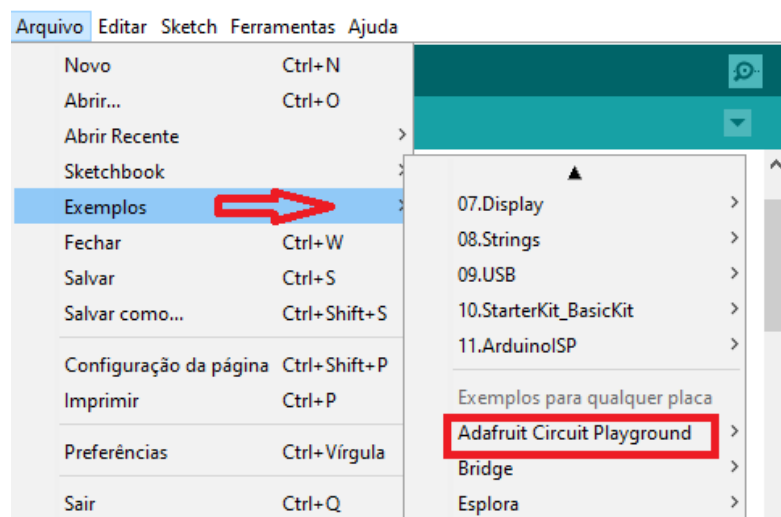


Figura 25: Verificação da biblioteca do sensor bmp085. Fonte: Próprio autor

Pronto, você agora pode usufruir de toda a capacidade da placa nodeMCU. A programação para a configuração e leitura dos dados fornecidos pelo sensor será discriminada no apêndice 2.

3. UTILIZANDO DO APLICATIVO “TERMODUINO”

O aplicativo foi desenvolvido na plataforma híbrida *ionic*. Neste tópico iremos descrever a sua utilização e configuração com o microcontrolador nodeMCU.

Primeira etapa é a instalação do aplicativo no celular ou tablet, funcionando apenas no sistema android a partir da versão 4.1.1. O arquivo no formato .apk está disponível no link: <https://www.dropbox.com/s/hztctjwp9ajs7gq/termoduino.apk?dl=0>.

Após o download do aplicativo, instale e execute. Aparecerá a tela inicial representada na figura 26. Alguns botões estão desabilitados, podendo ser utilizados após a configuração inicial. Observe ainda na figura 26, que os botões habilitados estão representados pela cor verde. O aplicativo contém algumas informações sobre a equipe de desenvolvedores, podendo ser acessadas clicando no botão “i” no canto superior esquerdo da tela inicial, sendo direcionado para as informações na figura 27. Está disponível o email de cada um para possíveis dúvidas ou sugestões sobre o app.



Figura 26: Tela inicial do aplicativo termoduino. Fonte: próprio autor.

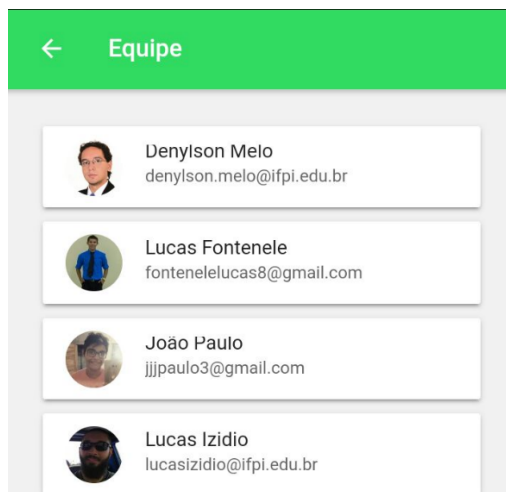


Figura 27: Equipe de desenvolvedores do aplicativo. Fonte: Próprio autor.

Para configurar o aplicativo, clique em configuração, em seguida será aberto uma página pedindo a informação da URL. Para ter acesso a essa informação, o usuário deve executar os seguintes passos:

4. Abrir a IDE do arduino configurada com o nodeMCU (passo já comentado no tópico anterior);
5. Copie a programação contida no apêndice 2, conecte o nodeMCU no computador, logo em seguida clique em “carregar”, opção representada por uma esfera vermelha na Figura 28. Verifique se ao carregar a programação apareceu alguma mensagem de erro, se isso acontecer revise o código e observe se não foi perdida nenhuma informação no processo de copiar e colar.

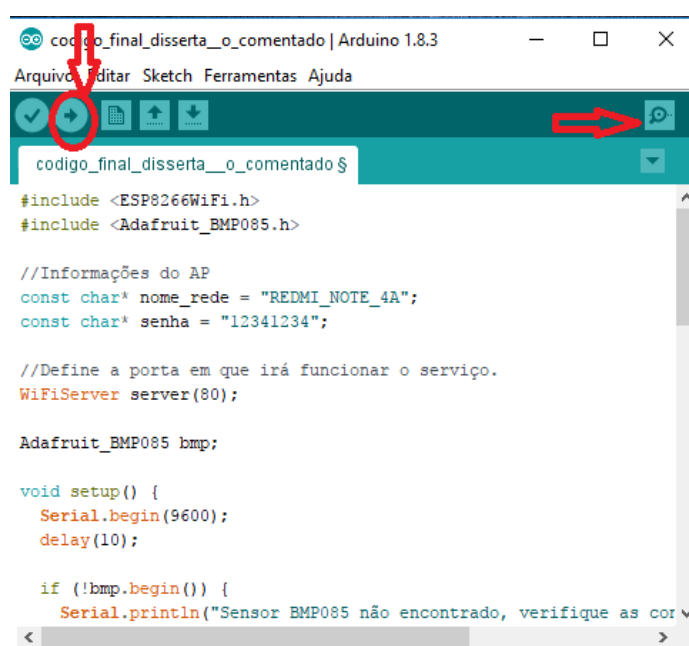


Figura 28: IDE do arduino com o código de configuração do nodeMCU. Fonte: Próprio autor

6. Ocorrendo tudo nos conformes, clique na opção “monitor serial” apontada por uma seta vermelha no canto superior direito da tela da IDE do Arduino (figura 28). Será visualizada uma janela contendo o número de IP que corresponderá a URL no aplicativo.

Com o numero de IP gerado, digite na barra de acordo com a figura 29. Em seguida clique em concluir. Lembrando que a URL não vai ser sempre esse valor representado da figura abaixo, sempre faça os procedimentos acima para anotar corretamente o número fornecido pelo microcontrolador.

Para fazer a conexão do celular com o microcontrolador, crie um ponto de acesso (access point – AP) configurando o nome da rede como “REDMI_NOTE_4A” e a senha “12341234”. Este procedimento é necessário devido ao fato do AP ser uma estação base que controla a rede sem fio, intermediando a ligação entre os equipamentos. Com isso, podemos conectar vários aparelhos com a mesma URL.



Figura 29: Configuração do aplicativo. Fonte: Próprio autor

Com o aplicativo configurado, a tela inicial mostra a mensagem “tudo configurado corretamente”, de acordo com a figura 30, estando apto a capturar os dados do sensor já configurado na mesma programação utilizada anteriormente, podendo assim concretizar atividade experimental descrita no tópico 4.



Figura 30: Tela inicial do aplicativo configurado. Fonte: Próprio autor

4. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é uma sequência de quatro aulas, descritas neste tópico como:

- Aula 01 – Referente ao teste inicial que serve para detectar o conhecimento prévio do assunto na estrutura cognitiva do estudante;
- Aula 02 – Destinada a noções de erros em medidas e Algarismos significativos. Em aulas experimentais é importante os estudantes terem o conhecimento básico de medidas.
- Aula 03 – Continuação da aula 02. Nesta aula o aluno terá um reforço sobre construção e análise de gráficos.
- Aula 04 – Atividade experimental sobre transformação gasosa isotérmica. Ao final desta aula será aplicada uma avaliação.

A atividade experimental proposta é a transformação isotérmica. Para que se concretize o processo ensino-aprendizagem, é fundamental que os alunos tenham conhecimentos prévios das grandezas: pressão, temperatura e volume, além de conhecimento básicos sobre a teoria de erros de medidas e construção de gráficos. Para isso, foi idealizado um questionário que servirá como mecanismo avaliador para detectar

o subçunso na estrutura cognitiva dos alunos, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Caso o aluno não possua esse conhecimento, é importante o professor dedicar alguns minutos para discussão dos mesmos.

Ao término dessas aulas, espera-se que o aluno seja capaz de entender erros em medidas; analisar e construir gráficos; entender e diferenciar a transformação gasosa isotérmica da transformação isobárica e isocórica.

4.1 AULA 01

Teste inicial

Duração: 50 min

O teste inicial tem como objetivo a análise do conhecimento prévio do aluno sobre conceitos de termodinâmica. É importante que o professor discuta as questões após o término. Previsão de 30 min para os estudantes e 20 min para debate das questões. Para imprimir a atividade desta aula, vide o apêndice 1.

4.2 AULA 02

Duração: 50 min.

Tema: Noções de erros em medidas e Algarismos significativos.

Objetivos: Entender a análise de dados experimentais e estratégias de verificação e confiabilidade das medidas.

Conteúdos: Noções de medidas; Algarismos Significativos; Classificação de Erros: Erros de escala, Erros Sistemáticos, Erros aleatórios ou casuais.

Fundamentação teórica:

Medição

Medir uma grandeza física é o ato de comparar quantitativamente com um valor de referência de mesma espécie, sendo chamado de *unidade de medida*. As medidas realizadas em fenômenos físicos apresentam resultados aproximados, pois estão sujeitas a uma incerteza. Esta se dá por um conjunto de fatores, como por exemplo, o instrumento utilizado na mensuração, seja ele analógico ou digital, sendo impossível explorar todos essas causas.

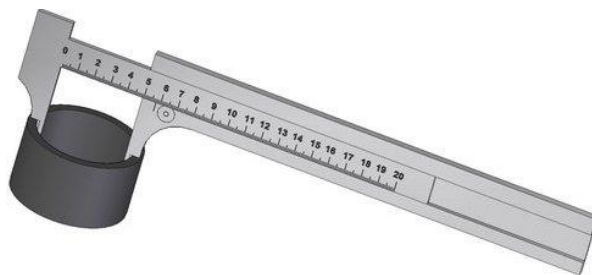


Figura 31: Medida do diâmetro utilizando paquímetro. Fonte:

https://www.mecanicaindustrial.com.br/wp-content/uploads/2015/06/paquimetro-medicao-interna_.jpg

A figura 31 é um exemplo de uma medição. Foi utilizado um paquímetro para determinar o diâmetro interno de um cilindro. O leitor deve observar que a medida apresenta uma incerteza.

A determinação de uma medida, pode ser representada simbolicamente com

$$M = (m \pm \Delta m)u ,$$

que leva em conta três itens, (PIACENTINI, João J. et al., 2008):

4. Um número, representado por m ;
5. Uma unidade de medida, representada por u ;
6. Um erro provável, que mede o grau de confiança da medida (Δm).

Algarismos significativos

É lhe dada uma tarefa: medir o comprimento de uma barra representada na figura 24. Para isso, você utiliza dois instrumentos de medidas, uma régua com escala em centímetros e outra com escala em milímetros.



Figura 32: Medição do comprimento da barra. Fonte:

http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo_legenda/8604fd622c08e504d6e45f38da03b3c6.jpg

Observe que ao se fazer esta medida, com a régua na escala centímetros representados na figura 32 (a), temos a certeza que o comprimento da barra está entre 9 e 10 cm. Então qual é o algarismo depois do 9? Podemos fazer um “chute” e dizer que a medida é de 9,8 cm, observando que está mais próximo do 10 cm. Porém, outra pessoa pode divergir e dizer que a medida é de 9,7cm. Qual das duas medidas é verdadeira? Os dois estão corretos, o algarismo 7 é chamado de *algarismo duvidoso* e o 9 é chamado de *algarismo correto*.

Agora é solicitado que a medição seja feita com a régua em milímetros, representada na figura 32 (b). Podemos afirmar que a medida está compreendida entre 9,6 cm e 9,7 cm. Um estudante diz que é 9,62 cm, outro alega ser 9,64cm. Novamente a questão é levantada, qual das duas medidas é verdadeira? A resposta é: as duas são leituras corretas, pois o algarismo 2 é o de *algarismo duvidoso* e o 9 e 6 são chamados de *algarismos corretos*. Os algarismos corretos mais o algarismo duvidoso é chamado de *algarismos significativos*.

Existem algumas regras para se saber a quantidade de algarismos significativos numa medida física. De acordo com (EMETERIO, Dirceu, 2008) são as seguintes:

4. O algarismo a esquerda, diferente de zero, é o mais significativo.
5. Se não há virgula, o algarismo que fica à direita, diferente de zero, é o algarismo menos significativo.
6. Se há virgula, o último algarismo da direita é o menos significativo.

Tipos de Erros em medição

Como foi observado no item anterior, toda medida está sujeita a vários tipos de erros. É importante evitar a imprecisão com o descuido por parte do experimentador, podendo ser a falta de cuidado ao manusear o experimento. (PIACENTINI, João J. et al., 2008).

Os erros de medidas podem ser amenizados utilizando melhores instrumentos ou analisadores com um grau maior de capacitação quando há necessidade de várias pessoas.

As classificações de erros variam para cada autor, porém, a explicação é a mesma, mudando apenas a nomenclatura de cada. Podemos classificar como:

4. *Erro sistemático*: É causado por falha do instrumento de media, ocasionando uma invariância nas medições e consequentemente um desvio do valor real.

5. *Erro casual ou aleatório*: Este tipo de erro é imprevisível, podendo ter como causa variações nas condições da natureza. Realizando um conjunto maior de medidas é possível calcular a média e obter uma melhor estimativa. Não podemos eliminar por completo esse erro.
6. *Erro de escala*: “É o máximo erro aceitável cometido pelo operador, devido ao limite de resolução da escala do instrumento de medida.” (PIACENTINI, João J. et al., 2008).

Muitas vezes, o leitor confundiu a precisão com a exatidão de medidas. Um modelo simples e bastante didático é representado na figura 33.

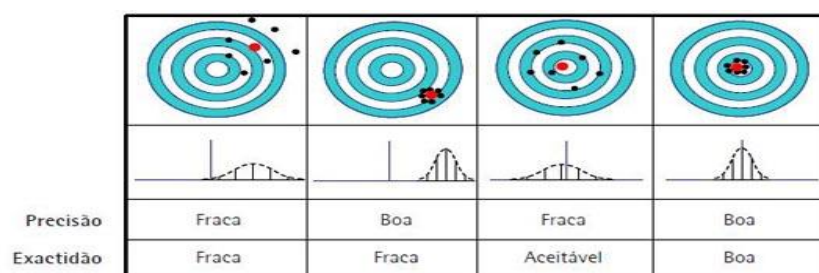


Figura 33: Diferença entre precisão e exatidão. Fonte:

https://dpyd3b3wsr746.cloudfront.net/sites/www.voltimum.pt/files/pt/filemanager/noticias/magazine/631/ISEP_2_550.jpg

A exatidão de uma medida é a representação da uniformidade entre os resultados das medidas com o valor real, enquanto a precisão é o grau de aproximação das várias medidas de uma grandeza física. A figura 33 representa quatro alvos em situações diferentes, onde os pontos pretos indicam as posições de impacto. Note que os pontos vermelhos representam a média das medidas dos impactos. Para termos uma boa precisão e exatidão, deve ser pequeno o desvio com a média das medidas.

Podemos dizer, ainda sobre a figura 33, que na segunda situação (segunda coluna) todos os impactos estão situados deslocados para um ponto sudeste do alvo. Isso pode ter acontecido devido à má calibração da mira ou condições naturais (vento, umidade e etc.). Se identificarmos a causa desse erro, podemos eliminar ou compensar. Nas colunas 3 e 4, os impactos estão distribuídos em torno do alvo, caracterizando um *erro casual ou aleatório*. A diferença entre os dois é que o erro casual da coluna 4 é menor que da coluna 3.

Recursos: Quadro branco, pincel para quadro branco, régua centimetrada e milimetrada, Datashow, computador.

Metodologia: Parte da aula será expositiva com o professor ministrando a teoria de erros. Em seguida, será solicitado aos alunos que meçam o tamanho de suas canetas com os dois tipos de réguas, ocorrendo assim uma discussão sobre Algarismos significativos mediada pelo professor.

Avaliação: Será qualitativa, a partir da observação das discussões levantadas em sala de aula.

4.3 AULA 03

Duração: 50 min.

Tema: Noções básicas de construção e análise de gráficos;

Objetivos: Compreender e interpretar tabelas e gráficos;

Conteúdos: Construção e interpretação de gráficos.

Fundamentação teórica:

Gráficos

No cotidiano, são fornecidas informações em forma de tabela e gráficos, como crescimento populacional, estudo de mudanças climáticas, economia e uma série de notícias de diversas áreas seja de cunho científico ou apenas comunicação de notícias.

Na Física, gráficos são importantes para entendimento de comportamento dos fenômenos da natureza, como exemplo, Variação de pressão atmosférica; variação de temperatura de uma substância; mecânica dos corpos; Movimentos harmônicos; etc.

Esta aula destina-se ao aprendizado das técnicas de construção, análise e interpretação de gráficos.

Construção e interpretação de gráficos:

Para confecção do gráfico, precisamos obedecer algumas regras, descritas a seguir: (PIACENTINI, João J. et al., 2008)

5. Escolha a identificação de cada um dos eixos coordenados:

Em análise de fenômenos físicos com dois tipos de variáveis, uma é chamada de dependente e a outra de independente. No plano cartesiano representado pela abscissa x e a ordenada y , a variável independente é utilizada em x e a variável dependente em y .

6. Determine a escala para cada um dos eixos;

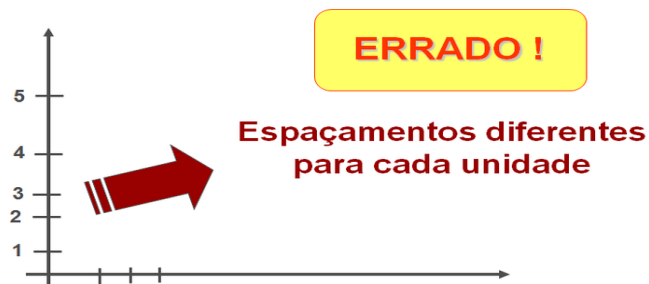


Figura 34: Erro comum em construção de gráficos. Fonte: <http://professorguru.com.br>

A figura 34 representa um erro comum na construção de gráficos. Os espaçamentos devem ser iguais na representação da grandeza em cada eixo.

7. Marque os pontos da tabela contendo os dados;
8. Trace a curva que representa dos pontos marcados.

Iremos utilizar apenas papel milimetrado para construção dos gráficos.

Atividade: Construa o gráfico da posição em função do tempo de uma partícula em movimento retilíneo uniforme obedecendo a função: $S = 40 + 5t$ (no S.I).

Obs: O professor deve responder esta atividade utilizando as 4 regras descritas sobre gráficos mostrando para seus alunos que o tempo é a variável independente e o espaço é a variável dependente, como é fundamental saber escolher corretamente a escala de cada eixo e mostrar o modo correto de traçar a curva.

Recursos: Quadro branco, pincel para quadro branco, Datashow, computador.

Metodologia: A aula será interativa, com a exposição de situações cotidianas de interpretação de gráficos e tabelas. Como atividade da aula, os alunos serão submetidos a construção de gráficos de algumas funções matemáticas aplicadas no ensino de Física.

Avaliação: Será qualitativa, a partir da observação das discussões levantadas em sala de aula.

4.4. AULA 04

Duração: 50 min

Objetivos:

- Analisar a relação entre pressão e volume de um gás, mantendo a temperatura e massa constantes.

Duração da Atividade: 50 min

Fundamentação teórica:

Como já é de conhecimento, os gases possuem comportamento diferente do que os sólidos e líquidos, pois preenchem todo espaço onde está contido. Assim, ao variar a temperatura e o volume, o gás sofre uma variação na pressão, ou seja, observa-se que essas três grandezas dependem entre si. Temperatura, pressão e volume são denominadas **variáveis de estado** do gás.

No estudo de gases, utiliza-se o modelo do “gás ideal ou perfeito”. É um modelo ideal que tem comportamento aproximado dos gases reais. Quanto menor for a pressão e maior a temperatura, mais se assemelha aos gases reais.

Robert Boyle (1627-1691), irlandês, formulou a lei que descreve o comportamento de um gás ideal, confinado num recipiente, mantendo a temperatura constante (isotérmica).

Uma verificação simples da lei de Boyle, é utilizar uma seringa, variando a posição do êmbolo, ou seja, aumentando ou diminuindo o volume verifica-se uma redução ou ampliação da pressão, respectivamente. Este procedimento pode ser verificado na Figura 35.



Figura 35: Utilização de uma seringa para verificar o aumento ou redução da pressão. (fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/quimica/transformacao-isotermica-ou-lei-boyle.htm>)

Considere um gás confinado num sistema formado por um cilindro e um êmbolo (Figura 36). O êmbolo é móvel afim de proporcionar uma variação de volume e pressão no gás contido no recipiente.

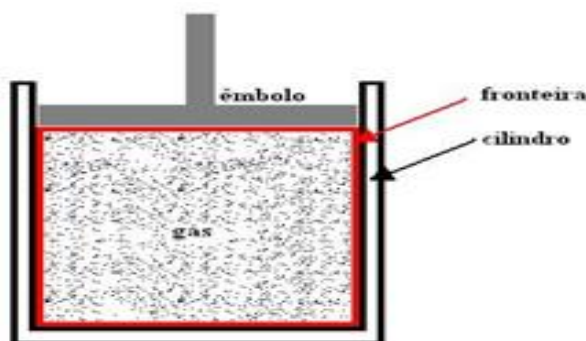


Figura 36: Figura representa um gás confinado num recipiente com um êmbolo móvel. (fonte: http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/01/art33_fig01_lei_de_boyle_mariotte.JPG).

A medida que se diminui o volume, observa-se um aumento da pressão. Esse processo é bem lento para que a temperatura se mantenha constante. A Figura 37 representa bem esta situação.

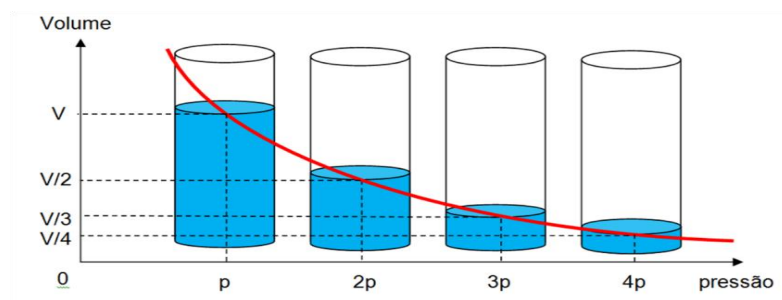


Figura 37: Pressão x volume (fonte: <http://minhasaulasdefisica.blogspot.com.br/2012/06/gases-perfeitos.html>).

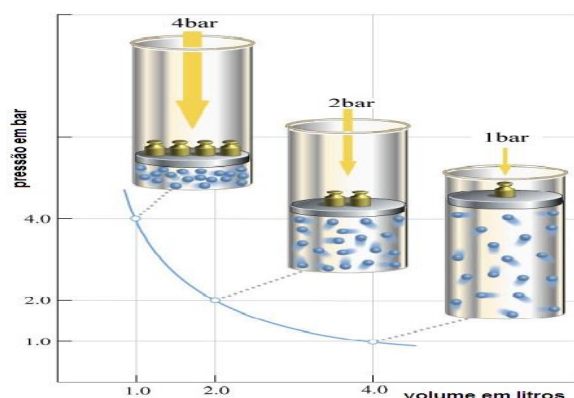


Figura 38: Representação gráfica da diminuição de pressão. (fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-7w0hrO1X1D8/TZjX5RaZWol/AAAAAAAAABU/glkxW6Zv3o/s1600/isotermica.jpg>)

Na figura 38, observa-se que a medida que o volume aumenta, ocorre uma diminuição na pressão. Conclui-se que volume e pressão são grandezas inversamente proporcional. Quantitativamente, Boyle obteve uma expressão para representar este fenômeno:

$$P_0 V_0 = PV \quad (1)$$

Onde: P_0 - pressão inicial; V_0 - volume inicial; P - pressão final; V - volume final.

Materiais utilizados:

- Kit Experimental “termonode”
- Smartphones com o aplicativo “termoduino”;

Montagem do experimento;

Ligue o modulo nodeMCU na porta usb do computador. Faça os procedimentos descritos nos tópicos 3 e 4. Faça as ligações elétricas seguindo a Figura 39;

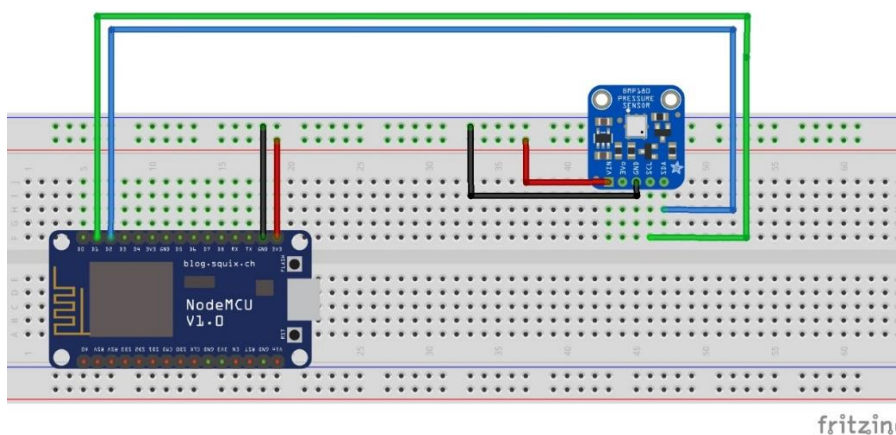


Figura 39: Montagem elétrica do sensor BMP085 ao nodeMCU. Fonte: Próprio autor.

Em seguida, abra o aplicativo e faça as configurações iniciais de conexão WiFi com o módulo nodeMCU e o aparelho de celular, de acordo com o tópico 3.

O código utilizado na configuração do nodeMCU descrito no apêndice 2 também está disposto o sensor de pressão BMP180. Este procedimento já foi descrito no tópico 3.

Seguidos os passos anteriores, aguarde os resultados do teste de conexão e teste do sensor.

Com todas as configurações feitas de maneira correta, o professor e os alunos estão aptos para a realização do experimento.

Procedimento experimental:

- Com o kit experimental Termonode, ajuste o êmbolo da seringa para a posição 15 ml, certificando que a pressão nesse ponto seja a pressão atmosférica. Para isso, pressione a válvula superior para promover a retirada ou entrada de ar;
- Agora, ajuste o embolo para a posição 20ml. Acione a opção “captura de dados” no aplicativo, circulado na figura 30;
- Pressione lentamente o êmbolo para comprimir o gás. É importante variar a posição do êmbolo em pontos fixos a cada 2 ml demorando um tempo de cinco segundos. O aplicativo está configurado para realizar seis leituras num intervalo de tempo de cada uma de cada 5s. A figura 40 representa uma tabela de dados coletados em testes. Acompanhe no aplicativo a variação da pressão e do volume.

Peça para os alunos, num primeiro momento, tentarem construir o gráfico no caderno acompanhando os dados coletados em seus celulares.



Pressão (Pa)	Volume (ml)
89022	44
93794	42
98404	40
104348	38
110101	36
117772	34

Figura 40: Tabela representando os dados de pressão e volume. Fonte: Próprio autor

- No segundo momento, os alunos devem observar o gráfico gerado no smartphone. Para isso, eles devem clicar em “gráfico” no aplicativo, conforme a figura 41;



Figura 41: Gráfico produzido a partir dos dados de pressão e volume. Fonte: Próprio autor



Figura 42: Gráfico produzido da equação (1). Fonte: próprio autor

O gráfico representado pela figura 41 é produzido com base na coleta de dados da pressão. O volume já está definido como 42ml correspondente do êmbolo na posição 20ml. Esse valor é em decorrência do volume interno do recipiente que contem o sensor mais o volume da seringa.

A figura 42 representa o gráfico de uma situação ideal. O aplicativo faz os cálculos da pressão em cada ponto utilizando a expressão (1), gerando uma tabela que serve de comparação entre o teórico e o real. Para visualizar esse gráfico, o indivíduo deve clicar em “perfeito” na parte superior do app.

Na transformação isotérmica, a temperatura deve-se manter constante durante o experimento. Para isso, a compressão ou expansão do gás tem que ser um processo lento, chamado de “quase-estático”. Recomenda-se que durante a execução do experimento seja empurrado o êmbolo lentamente. Os dados coletados serão visualizados, em tempo real, pelos alunos e pelo professor através do aplicativo “termoduino”.

Análise qualitativa do experimento.

Nesse experimento, o gráfico poderá não condizer com o esperado, uma isoterma – hipérbole equilátera – de acordo com a equação (1). Isto acontece devido a pequenas falhas na execução do experimento – durante a montagem – ou ao fato de se utilizar um

gás que não satisfaz perfeitamente as condições de gás ideal. O gás em questão é uma mistura de variados gases presentes na atmosfera. Também deve ser considerado o atrito entre o êmbolo e a parede do cilindro (seringa de vidro), que influencia diretamente o experimento.

Uma das funções do aplicativo é a de executar um gráfico de acordo com a lei de Boyle. Este gráfico serve de comparação com a medição feita pelos sensores, observando assim o erro e discutido de acordo com a teoria de erros abordada na aula 02.

Resultados e questionário.

1. Qual é a relação entre pressão e temperatura? Qual grandeza foi mantida constante?
2. a) Preencha a tabela abaixo com as informações obtidas no aplicativo.

PRESSÃO					
VOLUME					

b) Considere os valores de pressão e volume da segunda e quarta medições (terceira e quinta coluna e na tabela acima). Utilizando a expressão 1, calcule o produto da pressão e volume nos dois casos. Os valores são iguais? Formule uma possível explicação sobre a inconsistência desses valores.

3. Como você explica o fenômeno observado no experimento? Construa um texto explicativo.
4. A teoria condiz com a prática observada na atividade experimental? Explique sua resposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. **Física 2:** Termologia; Ondulatória; Óptica. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 464 p.

CARDOSO, Antônio; GOMES, Marílio; RAMOS, Sérgio. Analógica versus digital - utilização de equipamentos analógicos e digitais de medição. 2009. Disponível em: <<https://www.voltimum.pt/artigos/noticias-do-sector/analogica-versus>>. Acesso em: 01 dez. 2017

EMETERIO, Dirceu; ALVES, Mauro Rodrigues. Prática de Física para Engenharias. Campinas: Átomo, 2008. 168 p.

OLIVEIRA, Sérgio de. A Internet das Coisas: com ESP2866, Arduino e Raspberry PI. São Paulo: Novatec, 2017. 253 p.

PIACENTINI, João J. et al. Introdução ao Laboratório de Física. 3. ed. Florianópolis: Editora da Ufsc, 2008. 124 p.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, K. FÍSICA 1, 5a edição. LTC, Rio de Janeiro, 2002.

APÊNDICE 1

ATIVIDADE 1 (A1)

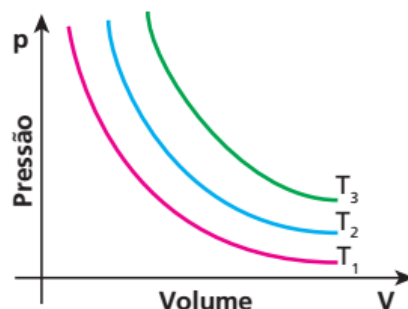
A1 Q1) (PUC-RIO 2009) Considerando-se os algarismos significativos dos números 28,7 e 1,03, podemos afirmar que a soma destes números é dada por:

- a) 29,7 b) 29,73 c) 29 d) 29,74 e) 29,0

A1 Q2) Num sistema termodinâmico contendo um gás ideal, existem as chamadas “variáveis de estado”. Marque a alternativa correta.

- a) Temperatura, velocidade e pressão.
b) Velocidade, volume e aceleração.
c) Pressão, volume e temperatura.
d) Pressão, temperatura e energia térmica.

A1 Q3) O diagrama representa três isotermas T_1 , T_2 e T_3 , referentes a uma mesma amostra de gás perfeito. A respeito dos valores das temperaturas absolutas T_1 , T_2 e T_3 , pode-se afirmar que:



- a) $T_1 = T_2 = T_3$; d) $T_1 = T_2 < T_3$;
b) $T_1 < T_2 < T_3$; e) $T_2 > T_1 < T_3$;
c) $T_1 > T_2 > T_3$;

A1 Q4) “Temperatura é a medida do grau de agitação térmica das moléculas. Calor é energia térmica em trânsito”. Estes dois conceitos estão:

- a) Completamente Errados.
b) Completamente corretos.
c) Apenas o conceito de temperatura está correto.
d) Apenas o conceito de pressão está correto.

A1 Q5) O que é um gás? (Questão extraída em:

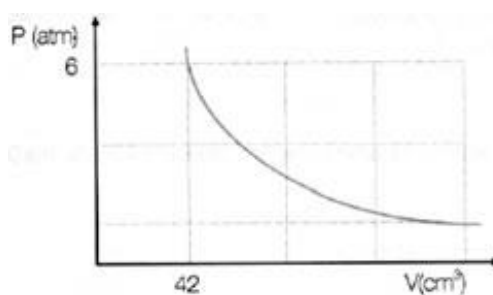
<http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-gas-ideal.htm>,
acessado dia 20/06/2017 às 19h21min).

- a) Gás é um fluido que não possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade, portanto ocupa somente uma porção do volume em que está contido.
- b) Gás é um líquido cujas moléculas que o constituem estão bastante espaçadas umas das outras.
- c) Gás é um fluido que apresenta somente a propriedade de expansibilidade.
- d) Gás é um fluido que sofre ação da gravidade e não possui propriedades de compressibilidade.
- e) Gás é um fluido que possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade e que tende a ocupar todo o espaço onde está contido.

A1 Q6) (PUC-SP) De acordo com a lei de Robert Boyle (1660), para proporcionar um aumento na pressão de uma determinada amostra gasosa numa transformação isotérmica, é necessário:

- a) aumentar o seu volume.
- b) diminuir a sua massa.
- c) aumentar a sua temperatura.
- d) diminuir o seu volume.
- e) aumentar a sua massa.

A1 Q7) (PUC-PR) Qual o volume ocupado, a 2 atm de pressão, por certa massa de gás ideal que sofre transformações isotérmicas conforme o gráfico?

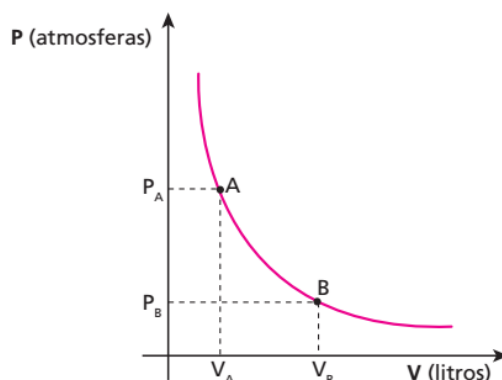


- a) 14 cm³
- b) 21 cm³
- c) 126 cm³
- d) impossível calcular, pois faltam dados.

A1 Q8) (FCMSC-SP) Uma amostra de gás perfeito ocupa um recipiente de 10,0 L à pressão de 1,5 atm. Essa amostra foi transferida para outro recipiente de 15,0 litros, mantendo a mesma temperatura. Qual a nova pressão dessa amostra de gás?

- a) 0,5 atm
- b) 1,0 atm
- c) 1,5 atm
- d) 2,0 atm

A1 Q9) (Mack-SP) Um mol de gás ideal, inicialmente num estado A, ocupa o volume de 5,6 litros. Após sofrer uma transformação isotérmica, é levado ao estado B.



Sabendo que em B o gás está nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão), podemos afirmar que em A:

- a) a pressão é desconhecida e não pode ser determinada com os dados disponíveis.
- b) a pressão é de 1,0 atmosfera.
- c) a pressão é de 2,0 atmosferas.
- d) a pressão é de 4,0 atmosferas.
- e) a pressão é de 5,6 atmosferas.

A1 Q10) (Fund. Oswaldo Cruz-SP) O volume ocupado por certa massa de um gás é:

I. Inversamente proporcional à pressão exercida, mantendo-se constante a temperatura, ou seja, $PV = P'V'$.

II. Inversamente proporcional à temperatura absoluta, mantendo-se constante a pressão.

III. Inversamente proporcional à temperatura absoluta, mantendo-se constante o volume.

Qual está correto?

- a) II, somente
- b) I, somente
- c) III, somente
- d) II e III, somente
- e) I, II e III

APÊNDICE 2:

Programação final do produto educacional

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

//Informações do AP
const char* nome_rede = "PRODUTO_EDUCACIONAL";
const char* senha = "12341234";

//Define a porta em que irá funcionar o serviço.
WiFiServer server(80);

Adafruit_BMP085 bmp;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(10);

  if (!bmp.begin()) {
    Serial.println("Sensor BMP085 não encontrado, verifique as conexões !");
    while (1) {}
  }

  //Conectando ao ponto de acesso
  Serial.println();
  Serial.print("Conectando ao ponto de acesso: ");
  Serial.println(nome_rede);

  WiFi.begin(nome_rede, senha);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
```

```

    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi Connectado");

// Inicia o servidor
server.begin();
Serial.println("Servidor iniciado");

// Print the IP address
Serial.print("Essa é a URL para acesso aos dados: ");
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("/");

}

void loop() {

    WiFiClient client = server.available();
    if (!client) {
        return;
    }

    String resposta = "HTTP/1.1 200 OK\r\nContent-Type:
application/json\r\n\r\n{\"pressao\":\"";
    resposta+=bmp.readPressure();
    resposta+="}\r\n\r\n";
    client.print(resposta);
}

```