



**CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO EM SALA DE AULA DE ANÁLOGO MECÂNICO PARA
O ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES**

Glauco Eduardo Rocha

PRODUTO EDUCACIONAL

Mossoró
Fevereiro, 2020

PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional idealizado nesse projeto é composto pela construção e aplicação de um análogo mecânico para o ensino da teoria cinética dos gases e um manual de instruções para a aplicação e utilização em sala de aula, com todas as orientações necessárias.

Os análogos mecânicos foram construídos pelos alunos no laboratório de física da escola e os detalhes da sua construção estão disponíveis como apêndice desse trabalho, incluindo o manual de aplicação.

O produto traz um manual de aplicação do análogo mecânico em sala de aula, com sugestão de uma sequência de ensino utilizada, sugestões de exercícios de fixação para serem aplicados, como também o link de um simulador virtual.

4.1. Descrição do Produto Educacional

O produto educacional proposto é uma ferramenta pedagógica com o intuito de auxiliar no planejamento de aulas de Física mais dinâmicas e interessantes.

O produto educacional é constituído de cinco encontros nos quais serão apresentados os assuntos:

- Temperatura de um gás contido em um recipiente;
- Pressão de um gás contido em um recipiente;
- Relação de volume e pressão sob mesma temperatura;
- Energia cinética média molecular;
- Energia interna de um gás;
- Trabalho termodinâmico;

4.2. Cronograma dos Encontros

A metodologia deste trabalho foi baseada em cinco encontros, distribuídos de acordo com o cronograma da tabela 2:

Tabela 2: Cronograma das etapas para realização do produto educacional com as datas da intervenção didática.

Encontros	ATIVIDADE	PERÍODO
1º	Motivação, apresentação da proposta e aplicação do pré-teste(Questionário). (45 minutos)	27 de setembro de 2019
2º	Utilização de um simulador virtual (Phet) durante a aula teórica para a introdução dos conceitos termodinâmicos.(90 minutos)	30 de setembro de 2019
3º	Montagem e utilização do análogo mecânico relacionando os conceitos termodinâmicos estudados na aula teórica. (90 minutos)	02 de outubro de 2019
4º	Aplicação do pós-teste (Questionário) .(45 minutos)	07 de outubro de 2019
5º	Encerramento das atividades propostas.(Sugestões/ críticas e confraternização).(90 minutos)	09 de outubro de 2019

Fonte: Própria.

4.2.1. Encontro 1: Motivação, apresentação da proposta didática e aplicação do questionário inicial(pré-teste).

O professor inicia e finaliza este encontro na sala de aula .

PLANO DE ATIVIDADES DO ENCONTRO 1

PLANO DE AULA 1

Objetivos gerais :

- Apresentar a proposta didática;
- Motivar os alunos para a física envolvida na proposta didática;
- Aplicar um questionário inicial.

Duração : Uma hora-aula .(45 minutos)

Conteúdo da aula: Não serão trabalhados conteúdos de física, eles serão apenas apresentados de acordo com a proposta didática.

Objetivo específico:

- Motivar os alunos para o desenvolvimento da proposta didática.

Metodologia e estratégia :

- Expor a proposta didática e criar um momento de integração na turma.

Atividades iniciais:

- Apresentação em powerpoint com imagens dos assuntos que serão desenvolvidos.(10 min);
- Apresentação do análogo mecânico montado em funciona.(10 min)
- Aplicação de um questionário inicial.(pré-teste) (Apêndice C) (25 min)

Fechamento :

- Alunos levam o termo de autorização de uso de imagem para assinatura dos pais/e ou responsáveis.
- Professor recolhe o questionário inicial.(Pré-teste)

Recursos: Notebook, projetor multimídia e caixa de som.

4.2.2. Encontro 2: Aula teórica com auxílio de um simulador virtual.

O professor inicia este encontro no laboratório de informática projetando em uma tela, ou na parede um simulador.

PLANO DE ATIVIDADES DO ENCONTRO 2

PLANO DE AULA 2

Objetivos gerais :

- Fornecer subsídios teóricos aos alunos para a compreensão da teoria cinética dos gases.
- Apresentar e utilizar o simulador durante a aula teórica.

Duração : Duas horas-aulas .(90 minutos)

Conteúdo da aula:

- Temperatura de um gás contido em um recipiente;
- Pressão de um gás contido em um recipiente;
- Relação de volume e pressão sob mesma temperatura;
- Energia cinética média molecular;
- Energia interna de um gás;
- Trabalho termodinâmico;

Objetivo específico:

- Discutir as relações e os conceitos de pressão ,volume ,temperatura e quantidade de matéria de um gás.
- Relacionar o volume e a pressão sob temperatura constante.
- Testar o comportamento da relação $PV = nRT$ no simulador, trabalhando com a mudança nos valores de cada variável.
- Relacionar o trabalho termodinâmico com motores a combustão ,refrigeradores etc.

Metodologia e estratégia :

- Alunos seguem e respondem a atividade 1 proposta pelo professor. (Apêndice D)

Atividades iniciais:

- Alunos se dividem em grupos de dois ou três componentes por computador.(5min)
- Apresentação em powerpoint dos conceitos sobre termodinâmica e do simulador .(35 min);
- Alunos se familiarizam com o simulador, compreendendo cada uma das funções disponíveis.(10 min)
- Alunos respondem a atividade 1 proposta.(Apêndice D) (40 min)

Fechamento : Sugestão de leitura do livro didático (GONÇAVES FILHO,AURELIO.FÍSICA VOL.2) página 85

Recursos: Computador , projetor multimídia e caixa de som.

4.2.3. Encontro 3: Montagem e utilização do análogo mecânico .

O professor inicia este encontro no laboratório de Física projetando em uma tela, ou na parede a imagem/fotografia do análogo mecânico.

PLANO DE ATIVIDADES DO ENCONTRO 3

PLANO DE AULA 3

Objetivo geral:

- Montar e utilizar o análogo mecânico durante a aula para a compreensão da teoria cinética dos gases.

Duração : Duas horas-aulas .(90 minutos)

Conteúdo da aula:

- Temperatura de um gás contido em um recipiente;
- Pressão de um gás contido em um recipiente;
- Relação de volume e pressão sob mesma temperatura;
- Energia cinética média molecular;
- Energia interna de um gás;
- Trabalho termodinâmico;

Objetivos específicos:

- Identificar o que representa a temperatura, calor ,volume e pressão no análogo mecânico.
- Discutir as relações e os conceitos de pressão ,volume ,temperatura através do análogo mecânico.
- Relacionar o volume e a pressão sob temperatura constante.
- Identificar o trabalho termodinâmico no análogo mecânico.

Metodologia e estratégia :

- Alunos seguem e respondem a atividade 2 proposta pelo professor. (Apêndice E)

Atividades iniciais:

- Alunos se dividem em grupos de quatro ou três componentes por análogo mecânico .(5min)
- Apresentação em powerpoint da montagem do análogo mecânico .(10 min);
- Alunos manuseiam o análogo mecânico , compreendendo seu funcionamento.(10 min)
- Alunos respondem a atividade 2 proposta.(Apêndice E) (45 min)
- Alunos desmontam o análogo mecânico identificando seus componentes eletrônicos.(10 min).

Fechamento : Sugestão de leitura do livro didático (GONÇAVES FILHO,AURELIO.FÍSICA VOL.2) página 90

Recursos: Análogo mecânico, projetor multimídia ,lousa quadro branco, pinceis e caixa de ferramentas.

4.2.4. Encontro 4: Aplicação de um questionário final. (Pós-teste)

O professor inicia e finaliza este encontro na sala de aula .

PLANO DE ATIVIDADES DO ENCONTRO 4

PLANO DE AULA 4

Objetivo geral :

- Aplicar um questionário final.

Duração : Uma hora-aula .(45 minutos)

Conteúdo da aula: Não serão trabalhados conteúdos de física, apenas aplicação do pós-teste de acordo com a proposta didática.

Objetivo específico:

- Aplicar um questionário final para verificação da aprendizagem dos alunos.

Metodologia e estratégia :

- Alunos respondem ao questionário final.(pós-teste) (Apêndice F)

Atividades iniciais:

- Apresentação e explicação em powerpoint do questionário final .(5 min);
- Aplicação de um questionário final.(pós-teste) (40 min)

Fechamento : Professor recolhe o questionário final. (Pós-teste).

Recursos: Notebook, projetor multimídia, lousa quadro branco e pincéis.

4.2.5. Encontro 5: Encerramento das Atividades

O professor inicia e finaliza este encontro na sala de aula ,anotando as sugestões e críticas em relação a proposta didática apresentada anteriormente. Após as anotações de críticas e sugestões ,o professor realiza outro momento de interação com a turma , através de um simples momento de confraternização.(Opcional)

PLANO DE ATIVIDADES DO ENCONTRO 5

PLANO DE AULA 5

Objetivo geral :

- Avaliação da proposta didática .

Duração : Uma hora-aula .(45 minutos)

Conteúdo da aula: Não serão trabalhados conteúdos de física, apenas sugestões de como o produto pode ser melhorado/aperfeiçoado de acordo com a proposta didática.

Objetivo específico:

- Avaliação da proposta didática através das sugestões e críticas dos alunos, no intuito de melhorar o processo de ensino aprendizagem.

Metodologia e estratégia :

- Alunos avaliam as atividades propostas durante os encontros.

Atividades iniciais:

- Avaliação das atividades propostas .(20 min);
- Momento de confraternização com a turma. (25 min)

Fechamento : Professor recolhe o termo de autorização de uso de imagem com a assinatura dos pais/responsáveis .

Recursos: Notebook, projetor multimídia, e caixa de som.

APÊNDICE B – MANUAL DE CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DO ANÁLOGO MECÂNICO



Manual de Construção e Montagem do Análogo Mecânico

(MATERIAL PARA O PROFESSOR)

MATERIAL INSTRUCIONAL

MOSSORÓ – RN

2020

SUMÁRIO

1- APRESENTAÇÃO.....	75
2- INTRODUÇÃO.....	76
3- MATERIAIS UTILIZADOS.....	77
4- MONTAGEM DO ANÁLOGO.....	79

APRESENTAÇÃO

Caro (a) professor (a),

A presente proposta de ensino tem como objetivo a construção e aplicação em sala de aula de um análogo mecânico para o ensino da teoria cinética dos gases, o qual foi construído a partir de materiais de baixo custo comparado aos equipamentos e kits que existem no mercado, associado a uma metodologia que promove a participação ativa do discente. Acreditamos que este material pode ser utilizado como uma ferramenta facilitadora na abordagem inicial dos conceitos termodinâmicos.

A metodologia está baseada na teoria da aprendizagem mediadora de Lev Vygotsky, nessa teoria os alunos são os protagonistas e o professor um mediador do processo. Desse modo, entende-se que o ensino deve estar centrado no aluno, tendo o professor como o mediador, utilizando estratégias diversificadas que favoreçam a troca de significados entre os agentes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Salienta-se ao professor que a atividade deve ser confeccionada preferencialmente em horários diferenciados, pois demandam um tempo de aula bem superior ao da carga horária de aulas semanais. Isto se deve ao fato que nesta atividade os alunos são orientados a trabalhar em equipe para desenvolver a montagem do análogo mecânico, compreender os princípios envolvidos no funcionamento, observar os fenômenos presentes neste tipo de atividade e ajustar alguns componentes eletrônicos que estão encaixados na protoboard. Neste sentido, sugerimos que os professores devem considerar a possibilidade de utilização de horários diferenciados para testar o equipamento antes de aplicar esta metodologia no ambiente escolar.

INTRODUÇÃO

A Física, ciência que sistematiza as propriedades gerais da matéria, fornece instrumentais e linguagens que são incorporadas pelas demais ciências. Inúmeras tecnologias contemporâneas são diretamente associadas ao conhecimento físico, de modo que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende os domínios disciplinares estritos.

Nessa perspectiva, entendemos que a física não deve se apresentar de forma descontextualizada do mundo e do cotidiano dos alunos. A experimentação vem como uma das maneiras mais frutíferas de se ensinar a física aos discentes, uma vez que sendo utilizada como uma ferramenta pedagógica em situações reais, possibilita o despertar da curiosidade e o interesse dos alunos pela disciplina.

Em busca de metodologias inovadoras que contemplem os conceitos relacionados à termodinâmica, desenvolvemos este manual com o objetivo de contribuir para a melhoria do ensino de física, dando ênfase à atividade em grupo, através da construção e aplicação de um análogo mecânico, que possibilite aos alunos lidar com algo concreto e visível no sentido de que eles possam manipular e evidenciar os fenômenos termodinâmicos.

Faremos uma descrição de todo o material utilizado na construção do análogo mecânico, assim como um esboço da montagem das peças. Espera-se que dessa forma, possamos contribuir para que o professor tenha mais uma opção metodológica para utilizar em suas aulas, de maneira que venha possibilitar aos alunos a compreensão dos fenômenos.

MATERIAIS UTILIZADOS

Para a confecção do dispositivo didático de baixo custo foram utilizados os seguintes materiais:

01-Tubo de vidro retangular;(5cm x 15cm)

01-Embolo feito de canudo e tampa plástica;

01- Caixa em MDF;

01- Tampa em MDF;

01-Agitador (motor de controle de vídeo game ou cooler 4 cm);

12-Miçangas de cores variadas;

01-Potenciômetro de 10 quiloohms;

01- Miniprotoboard;

13-Jumpers;

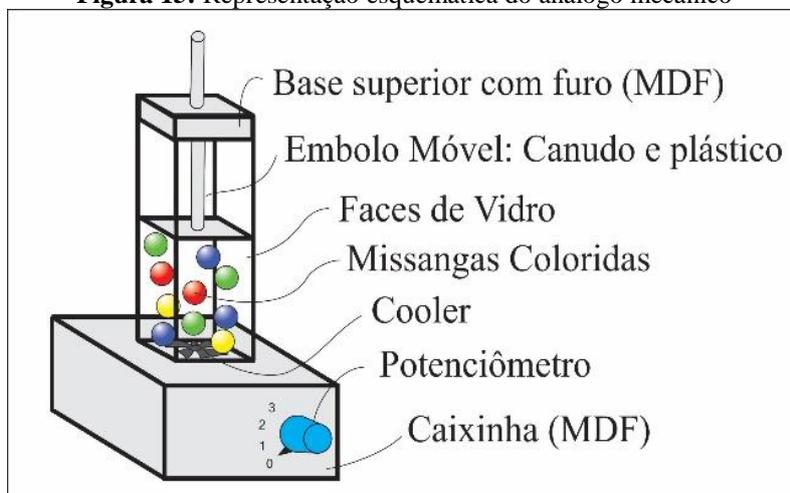
01-Transistor Mosfet NPN TIP 106;

01- Fonte de alimentação de 12V-0,5A

MONTAGEM DO ANÁLOGO MECÂNICO

Para realizar a montagem do análogo mecânico, é importante identificar seus componentes através da figura 15 abaixo:

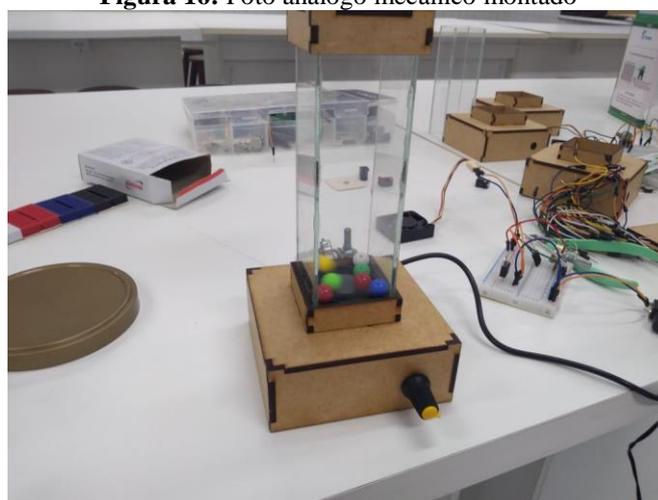
Figura 15: Representação esquemática do análogo mecânico



Fonte: Autor

É necessário que haja uma certa habilidade na montagem do análogo mecânico, pois assim otimizará o tempo e aumentará a produtividade do trabalho em sala.

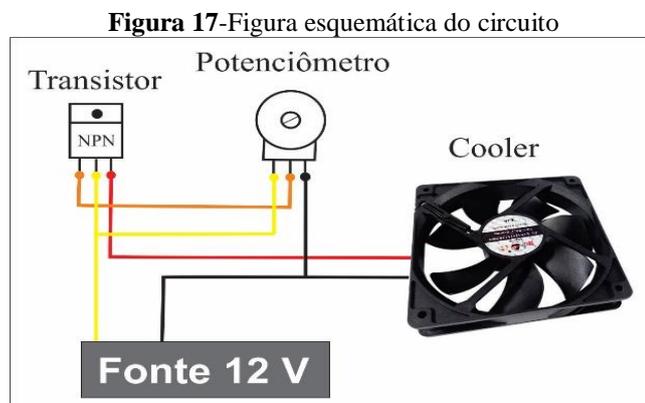
Figura 16: Foto análogo mecânico montado



Fonte: Autor

Breve resumo da montagem do análogo mecânico:

1-Montar na mini protoboard os componentes eletrônicos do circuito para o controle do cooler via potenciômetro como mostra a figura 17.



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

2- Após a montagem do circuito na mini protoboard ,encaixar o circuito dentro da caixinha MDF ,deixando o dentro da base quadrada como mostra a figura 18

Figura 18 : Caixa em material MDF com cooler (vista de cima)



Fonte: Autor

3- Após a montagem do circuito da mini protoboard dentro da caixa MDF ,colocar o tubo de vidro retangular encaixando no cooler .Em seguida introduzir o êmbolo móvel e as miçangas ,tampando a parte superior do tubo de vidro com a base superior do furo em MDF.

4-Ligar e testar o análogo mecânico observando a diferença de potencial do local.

APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO INICIAL (PRÉ-TESTE)

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE Campus Ipanema</p>	ALUNO(A):	
	CURSO:	DATA: / / 2019
	TURMA:	PRÉ-TESTE
	PROF^o:	DISCIPLINA:

Responda

1.O que é um sólido?

2.O que é um líquido?

3.O que é um gás?

4.O que é uma molécula?

5.O que é uma partícula?

6.O que é a temperatura? (Se você achar que para cada um a resposta é a mesma basta responder somente uma)

(a) Para um sólido;

(b) Para um líquido;

(c) Para um gás.

7.O que é volume? (Se você achar que para cada um a resposta é a mesma basta responder somente uma)

(a) Para um sólido;

(b) Para um líquido;

(c) Para um gás.

8.O que é pressão?

9.O que é pressão de um gás?

10.O que é calor?

11.O que é trabalho mecânico?

12.O que é energia interna de um gás?

13. O que é termodinâmica?

APÊNDICE D- ATIVIDADE 1 PROPOSTA

Laboratório de Informática – Propriedades dos gases

Objetivos de Aprendizagem: Nesta atividade, você irá investigar a relação entre o volume, a temperatura e a pressão nos gases, bem como suas relações com as máquinas térmicas.

Materiais:

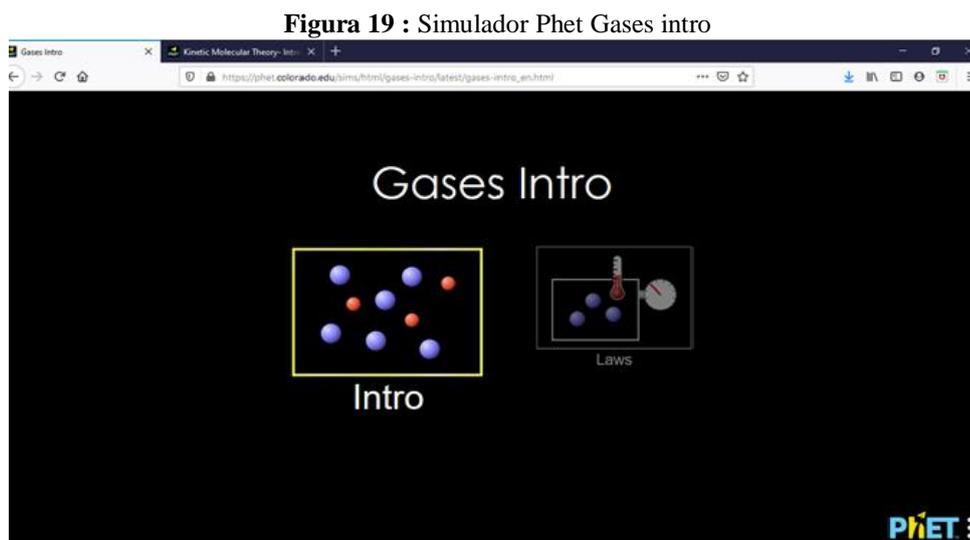
Computador conectado à internet /Simulações:

Metodologia:

Explorar a simulação "Propriedades dos Gases", do PhET, da Universidade do Colorado, analisar a relação entre as variáveis de estado do gás, conservação de energia, transformações gasosas, a primeira lei da termodinâmica em desenvolvimento com as seguintes atividades.

Clique no link : https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_en.html para iniciar o simulador.

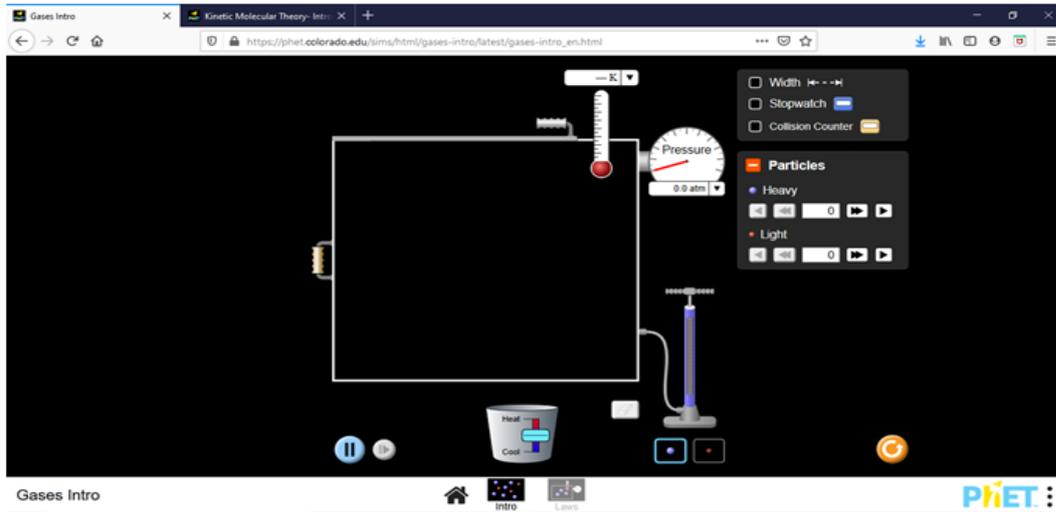
Clique duas vezes no arquivo da simulação " Intro" para executá-la. A imagem deve aparecer na tela:



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

Explorar os próximos 05 minutos, se familiarize com a simulação. Altere várias características, botões, itens de clicar e arrastar etc.

Figura 20 : Simulador Phet Gases propriedades



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

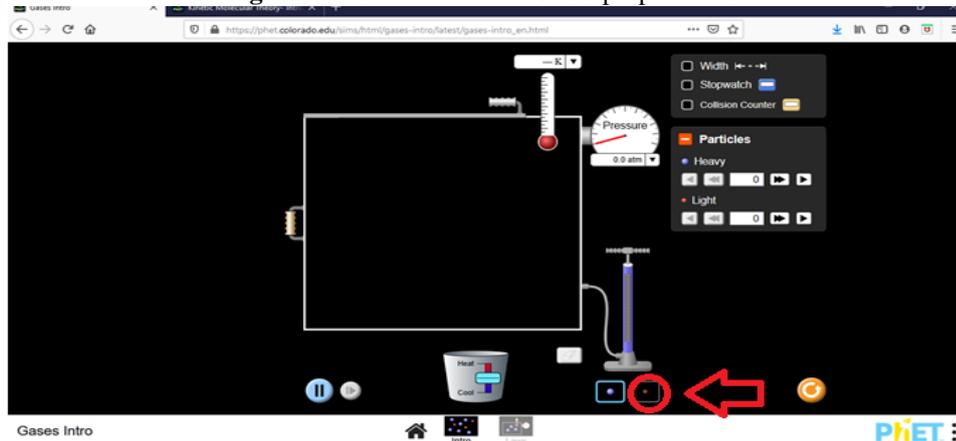


Clique no botão "Reiniciar" e conduza a seguinte investigação:

Objetivo: Compreender a relação entre a temperatura, volume e pressão em relação aos gases "Light".

Clique na  "Light" no gás na bomba. Verifique que o seu está parecido com este:

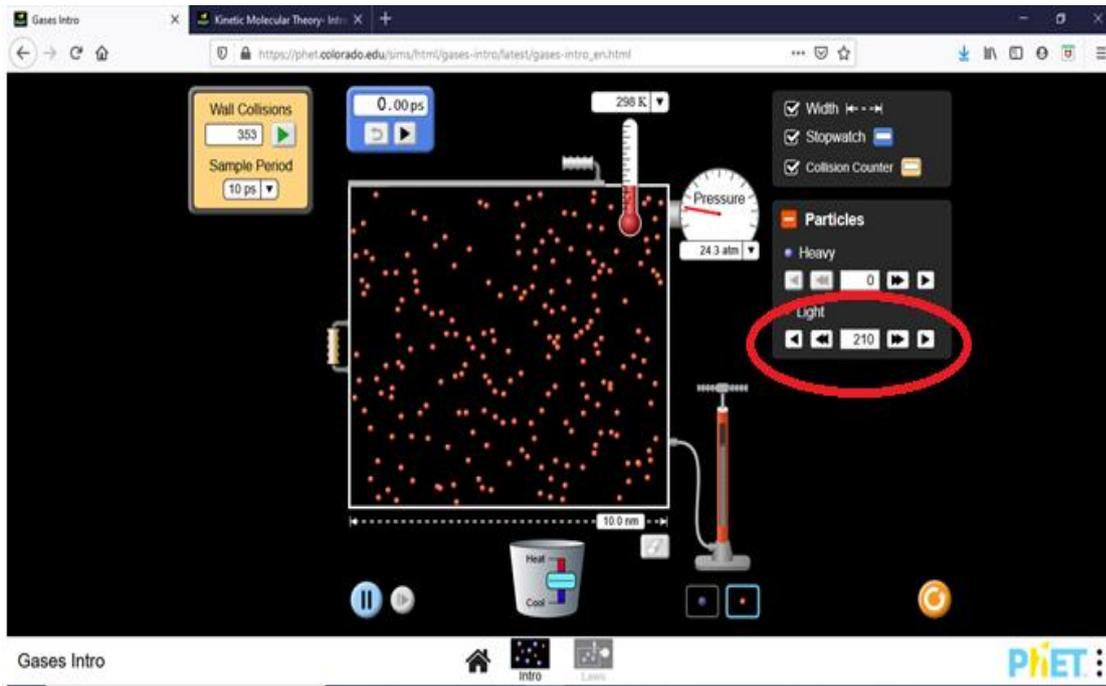
Figura 21 : Simulador Phet Gases propriedades



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

Na área "Particles" digitar 210, no campo "Light" como mostra a figura abaixo:

Figura 22 : Simulador Phet Gases propriedades



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

Em seguida, pressione o botão "Iniciar" no timer (Canto superior Azul). Deixá-lo correr por 10 segundos e, em seguida, a pressione o botão de pausa na simulação. 

Anote a faixa de temperatura e pressão que está sobre a tela no quadro abaixo.

Temperatura (K)	Pressão (atm)	Colisões na parede (nº)

1) Descrever o que está acontecendo no recipiente: (pensar sobre a velocidade, energia e colisões do gás)

Em seguida reinicie o temporizador e pressione "Iniciar".

Agora, mova a seta no "Controle de calor" (centro inferior) para adicionar calor. Segure a seta no lugar por aproximadamente 10 segundos e, em seguida, pressione o botão de "Parar" na simulação. Observe o que acontece com a temperatura e faixa de pressão. Anote os números na tabela abaixo.

Temperatura (K)	Pressão (atm)

Continue fazendo isso por 60 segundos, parando a cada 10 segundos. Certifique-se de pressionar o botão de reprodução de cada vez e, em seguida, um botão "Iniciar" no timer.

Tempo (Segundos)	Temperatura (K)	Pressão (atm)
10		
20		
30		
40		
50		
60		

2) O que aconteceu com o gás quando você diminuiu a temperatura (certifique-se de incluir palavras como: aumentar, diminuir e permanecer o mesmo)?

3) O aumento e diminuição da temperatura num sistema fechado afeta a velocidade e a pressão do sistema? Por quê?

4) Utilizando o simulador ,você saberia explicar a relação entre temperatura, volume e pressão no gás?

5) Adicionar um número de partículas (ex.: 600) e V, T e P. E marque “volume constante”. Variar a temperatura e anotar a T e P em vários pontos. Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais)

6) Adicione um número de partículas (ex.: 600) e V, T e P. Marque “pressão constante”. Variar a temperatura e anotar a T e V em vários pontos. Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais)

7) Adicione um número de partículas (ex.: 600) e V, T e P. Marque “Temperatura constante”. Variar o volume e anotar o V e P em vários pontos. Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais)

8) Observe e descreva a relação entre a pressão e o número de colisões das partículas no recipiente.

9) Simular as situações acima descritas, realizando todas as experiências com apenas um tipo de partículas (ex.: heavy). Anote os resultados .

APÊNDICE E- ATIVIDADE 2 PROPOSTA

Laboratório de Física – Propriedades dos gases-Análogo mecânicos

Objetivos de Aprendizagem: Nesta atividade, você irá investigar a relação entre o volume, pressão e temperatura nos gases, utilizando o análogo mecânico.

Materiais: Análogo mecânico montado de acordo com manual.

Objetivo geral:

Simular a partir do análogo mecânico as "Propriedades dos Gases".,

Objetivo específico:

Compreender a relação entre a temperatura, volume e pressão em relação aos gases. Analisar a relação entre as variáveis de estado do gás, conservação de energia, transformações gasosas e primeira lei da termodinâmica.

Metodologia:

- 1-Ligar o equipamento na tomada (verificar a tensão utilizada pelo equipamento).
- 2-Em seguida, girar o botão do potenciômetro para regulagem da velocidade de giro do cooler.
- 3-Abrir a base superior com furo (MDF).
- 4- Retirar o êmbolo móvel.
- 5- Adicionar um número inicial de missangas (ex.: 05)

Questionário:

- 1) Descrever o que está acontecendo no recipiente: (pensar sobre a velocidade, energia e colisões do gás)

2) O que aconteceu com as moléculas do gás (missangas) quando você diminuiu a velocidade de giro do cooler através do potenciômetro? (Som das colisões)

3) O que aconteceu com as moléculas do gás (missangas) quando você aumenta a velocidade de giro do cooler através do potenciômetro? (Som das colisões)

4) O aumento e diminuição do giro do cooler irá afetar a velocidade e a pressão do sistema? Por quê?

5) Explique a relação entre a velocidade e pressão do sistema.

6) Adicionar um número de partículas (ex.:+03 missangas), observando o que acontece.

6) Diminuir a velocidade do cooler e introduzir o êmbolo móvel dentro do tubo de vidro.

7) Variar a altura do êmbolo móvel, observando as variáveis (V e P). Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais?)

8) Observar a relação entre a pressão e o número de partículas no tubo. Explique o que você entendeu.

9) Simular as situações acima descritas, realizar todas as experiências adicionando mais moléculas (missangas), anotando o que você observou.

APÊNDICE F- QUESTIONÁRIO FINAL (PÓS-TESTE)

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE Campus Ipangaçu</p>	ALUNO(A):	
	CURSO:	DATA: / / 2019
	TURMA:	PÓS-TESTE
	PROF^o:	DISCIPLINA:

Responda

1.O que é um sólido?

2.O que é um líquido?

3.O que é um gás?

4.O que é uma molécula?

5.O que é a temperatura? (Se você achar que para cada um a resposta é a mesma basta responder somente uma)

(a) Para um sólido;

(b) Para um líquido;

(c) Para um gás.

6.O que é volume? (Se você achar que para cada um a resposta é a mesma basta responder somente uma)

(a) Para um sólido;

(b) Para um líquido;

(c) Para um gás.

7.O que é pressão?

8.O que é pressão de um gás?

9.O que é calor?

10.O que é trabalho mecânico?

11.O que é trabalho mecânico de um gás?

12.O que é energia interna de um gás?

13. O que é máquina térmica? Informe as máquinas térmicas que você conhece.

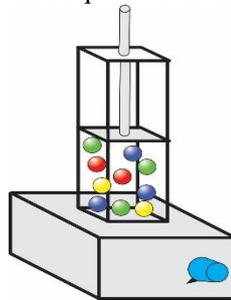
14.O que é termodinâmica?

15.A equação $P.V = n.R.T$ é segundo alguns livros a equação geral dos gases. Onde P é a pressão, V é o volume, T a temperatura, n o número de mols e R é uma constante. Comente sobre esta equação.

16. A equação $\Delta E_{int} = Q - W$ é chamada primeira lei da termodinâmica para um processo termodinâmico onde ΔE_{int} é a variação da energia interna Q é o calor absorvido ou cedido no processo e W é o trabalho realizado ou sofrido por um gás. Comente sobre esta equação.

PERGUNTAS RELACIONADAS AO EQUIPAMENTO E APLICAÇÃO DO PRODUTO

Figura 23 : Desenho esquemático do análogo mecânico

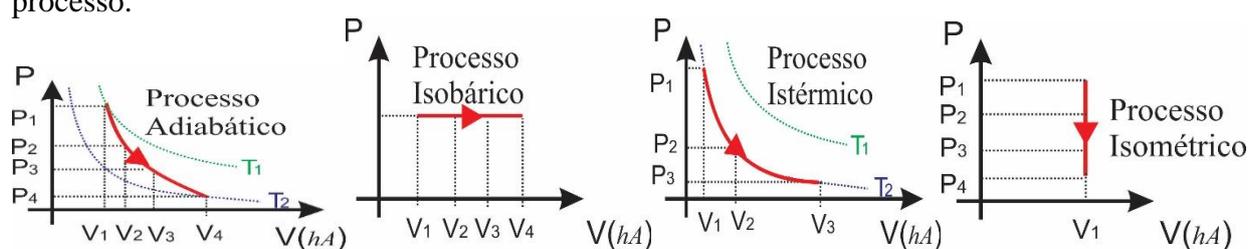


Fonte: Autor

17. O que representa a temperatura ?
18. O que representa o volume?
19. O que representa pressão?
20. O que representa o calor?
21. O que representa o número de Mols?
22. O que representa R?
23. Quais as relações entre as figuras abaixo?



24. (Diagrama PV) Relacione cada um dos processos com o nosso análogo mecânico. Se preferir pode fazer uma figura do equipamento indicando o que você acha que está acontecendo em cada processo.



APÊNDICE G- TERMO DE CONSENTIMENTO (ESCOLA)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO-UFERSA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA -SBF

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – PÓLO 09

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte- Campus Ipanguaçu, Ipanguaçu/RN , ciente dos procedimentos propostos, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e do explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO de concordância quanto à realização da

pesquisa sobre a construção e aplicação em sala de aula de análogo mecânico para o ensino da teoria cinética dos gases , elaborado pelo Prof. Glauco Eduardo Rocha. Fica claro que a instituição, através de seu representante legal, pode, a qualquer momento, retirar seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e deixar de participar do estudo alvo da pesquisa, caso haja alguma divergência dos objetivos ou finalidade do projeto ora apresentado, ficando ciente que todo trabalho realizado torna-se informação confidencial, guardada por força do sigilo profissional. Por ser a expressão da verdade, assino o presente para que possa surtir os efeitos legais desejados. Ipanguaçu-RN __ de Setembro de 2019.

Assinatura e carimbo do representante da instituição

APÊNDICE H- TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (MENOR)

_____, brasileiro(a), menor de idade, neste ato devidamente representado por seu (sua) (responsável legal), _____ (_____), brasileiro(a), _____, portador(a) da Cédula de identidade RG n°. _____/SSP-_____, inscrito(a) no CPF sob n° _____, residente à Av/Rua _____, n°. _____, Bairro _____, na cidade _____ - RN. AUTORIZO o uso da imagem de meu/minha filho(a) para fins educacionais na Dissertação do Prof. GLAUCO EDUARDO ROCHA, Mestrando no Ensino Profissional de Física, na UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, cujo título de pesquisa é: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO EM SALA DE AULA DE ANÁLOGO MECÂNICO PARA O ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES, orientado pelo Prof. Dr. Gustavo de Oliveira Gurgel Rebouças. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional, exterior, inclusive em qualquer tipo de mídia.

Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Ipanguaçu -RN, ___ de Setembro de 2019

Assinatura dos pais/e ou responsáveis

APÊNDICE I- TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM (MAIOR)

_____, brasileiro(a), maior de idade,
portador(a) da Cédula de identidade RG nº. _____/SSP- _____, inscrito no CPF sob nº
_____, residente à
Av/Rua _____, nº. _____, Bairro
_____, na cidade de _____-RN. AUTORIZO o uso da minha imagem
para fins educacionais na Dissertação do Prof. GLAUCO EDUARDO ROCHA, Mestrando no
Ensino Profissional de Física, na UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, cujo
título de pesquisa é: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO EM SALA DE AULA DE ANÁLOGO
MECÂNICO PARA O ENSINO DA TEORIA CINÉTICA DOS GASES, orientado pelo Prof. Dr.
Gustavo de Oliveira Gurgel Rebouças. A presente autorização é concedida a título gratuito,
abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional, exterior, inclusive em
qualquer tipo de mídia.

Fica ainda autorizada, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da
veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada
haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem ou a qualquer outro, e assino a presente
autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Mossoró - RN, ___ de Setembro de 2019.

Assinatura do Aluno(a)