



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
LICENCIATURA EM FÍSICA

ANTONIO MARCOS DE PAIVA SOUSA

**A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS EM CONJUNTO
COM MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL
MÉDIO: UM ESTUDO NOS CONTEÚDOS DE GASES IDEAIS**

PARNAÍBA, PIAUÍ

2023

ANTONIO MARCOS DE PAIVA SOUSA

**A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS EM CONJUNTO
COM MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL
MÉDIO: UM ESTUDO NOS CONTEÚDOS DE GASES IDEAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Orientador: Prof. Me. Itamar Vieira de Sousa Júnior

PARNAÍBA, PIAUÍ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sousa, Antonio Marcos de Paiva

S725u A utilização de simulações computacionais em conjunto com mapas conceituais no ensino de Física em nível médio: um estudo nos conteúdos de gases ideais / Antonio Marcos de Paiva Sousa. — 2023. 68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2023.

Orientador: Prof. Me. Itamar Vieira de Sousa Júnior.

1.Física – Ensino médio. 2.Simulações computacionais. 3.Mapas conceituais. I.Título.

CDD – 530

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

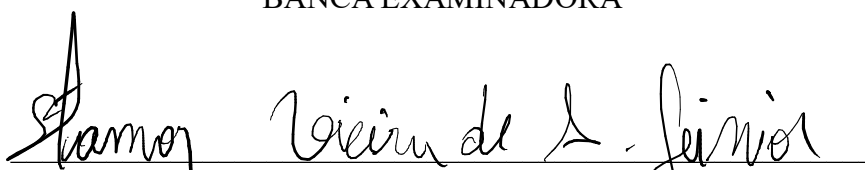
ANTONIO MARCOS DE PAIVA SOUSA

**A UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS EM CONJUNTO COM
MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO: UM ESTUDO
NOS CONTEÚDOS DE GASES IDEAIS**

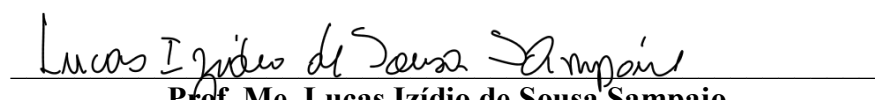
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Banca Examinadora como requisito parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura
em Física do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí.

Aprovado pela banca examinadora em: 25/01/2023

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Itamar Vieira de Sousa Junior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI


Prof. Me. Gelson Luiz Clemente Rodrigues
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI


Prof. Me. Lucas Izídio de Sousa Sampaio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

PARNAÍBA, PIAUÍ
2023

Dedico este trabalho a Deus e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, a todos os meus professores, principalmente ao meu orientador, todos os colegas, amigos e funcionários do IFPI Campus Parnaíba e a minha família, pela ajuda e apoio.

*“Porque quando estou fraco então sou forte.”
(Paulo de Tarso)*

RESUMO

Este trabalho consistiu em levar uma estratégia que dispôs ao aluno dois instrumentos de ensino aplicados em sintonia, com o intuito de melhorar a aprendizagem e o estímulo com relação ao assunto de Gases Ideais, visando promover uma aprendizagem significativa. Esses dois instrumentos são as simulações computacionais, através do *PhET Interactive Simulations*, e o outro é o mapa conceitual. Portanto, foram montados roteiros para serem executados por eles mesmos através do *PhET*, acessado por um computador do laboratório de informática da escola ou pelo celular. Dessa forma, eles exploraram através da simulação o conteúdo e em seguida foi proposto a eles a construção de um mapa conceitual sobre o tema explorado. A construção desse mapa foi colocada a fim de potencializar ainda mais a aprendizagem concebida pela simulação. Enfim, por meio de questionários, pudemos ver que houve contribuição para aprendizagem, e de acordo com o levantamento da opinião dos participantes, essa metodologia facilita a aprendizagem e aumenta a motivação.

Palavras-chaves: simulações computacionais, mapas conceituais, aprendizagem significativa, ensino de física.

ABSTRACT

This work consisted of taking a strategy that provided the student with two teaching instruments applied in harmony, with the aim of improving learning and stimulation regarding the subject of ideal gases, aiming to promote meaningful learning. These two instruments are computer simulations, through *PhET Interactive Simulations*, and the other is the concept map. Therefore, scripts were set up to be executed by themselves through *PhET*, accessed by a computer in the school's computer lab or by cell phone. In this way, they explored the content through simulation and then proposed to them the construction of a conceptual map on the explored theme. The construction of this map was placed in order to further enhance the learning conceived by the simulation. Finally, through questionnaires, we could see that there was a contribution to learning, and according to the survey of the participants' opinion, this methodology facilitates learning and increases motivation.

Key-words: computer simulations, concept maps, meaningful learning, physics teaching

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Demonstração de uma simulação e construção de um mapa conceitual sobre ela	24
Figura 2 – Simulação formas de energia e transformação	25
Figura 3 – Mapa conceitual associado a simulação de energia e transformação . . .	25
Figura 4 – Tela inicial da simulação Gases:Introdução-Leis	26
Figura 5 – Funções das ferramentas do painel da simulação Gases:Introdução-Leis	26
Figura 6 – Alunos executando o trabalho através do computador	27
Figura 7 – Alunos executando o trabalho através do celular	27
Figura 8 – Mapa de referência sobre a simulação transformação isotérmica (MR T. Isotérmica)	30
Figura 9 – Mapa de Conceitual produzido pelo grupo A1 (MGA1)	30
Figura 10 – Mapa do grupo B1 sobre a simulação de Transformação Isobárica . . .	31
Figura 11 – Mapa de referência sobre a simulação de transformação isobárica (MR T. Isobárica)	32
Figura 12 – Mapa do grupo C1 sobre a simulação de Transformação Isométrica . .	33
Figura 13 – Mapa de referência da simulação de Transformação Isométrica	34
Figura 14 – Mapa do grupo A2 sobre a simulação de Transformação Isotérmica . .	34
Figura 15 – Mapa do grupo B2 sobre a simulação de Transformação Isobárica . . .	35
Figura 16 – Mapa do grupo C2 sobre a simulação de Transformação Isométrica . .	36
Figura 17 – Gráfico comparativo entre as médias do questionário prévio e questionário pós aplicação do trabalho nas turmas 1 e turma 2.	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C	Concordo
CF	Concordo Fortemente
D	Discordo
DF	Discordo Fortemente
EUA	Estados Unidos da América
I	Indeciso
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MGA1	Mapa do Grupo A1
MGA2	Mapa do Grupo A2
MGB1	Mapa do Grupo B1
MGB2	Mapa do Grupo B2
MGC1	Mapa do Grupo C1
MGC2	Mapa do Grupo C2
MR T. Isobárica	Mapa de Referência Transformação Isobárica
MR T. Isométrica	Mapa de Referência Transformação Isométrica
MR T. Isotérmica	Mapa de Referência Transformação Isotérmica
Q. Prévio	Questionário Prévio
Q. Pós trabalho	Questionário pós trabalho
TIC's	Tecnologias da Informação e da Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	O Ensino de Física no Brasil	15
3.2	Aprendizagem Significativa	16
3.3	Experimentos e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) . . .	17
3.4	Mapas conceituais	18
3.4.1	Análise e pontuação de mapas conceituais	20
3.5	Gases Ideais	20
3.5.1	Transformação Isotérmica	21
3.5.2	Transformação Isobárica	21
3.5.3	Transformação Isométrica	22
4	METODOLOGIA	24
5	RESULTADOS	29
5.1	Análise dos conhecimentos prévios	29
5.2	Análise dos mapas conceituais dos grupos	29
5.3	Análise da aprendizagem	35
5.4	Nível de satisfação dos alunos com relação a estratégia aplicada	39
6	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	42
	REFERÊNCIAS	43
	APÊNDICE A – ROTEIROS PARA SIMULAÇÃO	45
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉVIO	60
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL	64
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO	67

1 INTRODUÇÃO

Como afirma Martins, Verdeaux e Sousa (2009) a finalidade do ensino é a facilitação da própria aprendizagem. Mas, a busca por caminhos que apontem resultados satisfatórios demonstram a ineficácia das estratégias, recursos, entre outros, em promover uma aprendizagem significativa. Santos e Dickman (2018) reforçam ainda que o ensino de Física na educação básica do Brasil se resume a apresentação do conteúdo pelo professor e a resolução de exercícios, sem a realização de experimentos em laboratório ou uso de tecnologias da informação e da comunicação (TIC's). Acrescentando ainda, que muitos alunos se encontram desestimulados por terem a concepção de que a Física é uma ciência de fórmulas "prontas" para resolver exercícios, não conseguindo associar a teoria com o dia-a-dia.

Uma forte ferramenta para ser usada e combater essa falta de motivação, são os experimentos. Porém, nas escolas públicas principalmente, a viabilização de estratégias que envolva esse recurso esbarra na infraestrutura precária de muitas escolas, que não dispõem de um laboratório com experimentos básicos de Física.

Diante disso, como levar a sala de aula uma estratégia que atenda esses anseios do processo de ensino-aprendizagem diante das dificuldades encontradas, proporcionando uma facilitação na aprendizagem e pré-disposição para aprender? Nesse trabalho, propomos uma estratégia com base nas simulações computacionais, executadas e exploradas pelo aluno em conjunto de mapas conceituais montados por eles mesmos.

Partindo da hipótese que, fazer o aluno executar uma simulação computacional de um fenômeno físico verificando a teoria vista na sala e em seguida, montar um mapa conceitual sobre tal assunto é uma estratégia que facilitará o entendimento, será potencialmente útil e aumentará o estímulo dos alunos para estudar física.

Por mais que as simulações computacionais não substituam por completo a realidade, elas são bastante úteis para realizar experiências difíceis ou impossíveis de serem realizadas na prática (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Portanto, isso significa uma saída, principalmente para aquelas escolas que não possuem laboratório de Física ou para o caso de quando o experimento é impossível de se fazer materialmente. Outro fator que favorece o uso das simulações na aula, é o fato de a grande maioria dos alunos possuírem um celular *smartphone*, de acordo com o IBGE (2022) no ano de 2021 já era 81,3% a porcentagem dos jovens entre 14 e 19 anos que possuíam celular no Brasil, o que torna viável a inclusão desse aparelho em uma atividade em grupo ou até mesmo em dupla, com o intuito de acessar as simulações através dele. Muitas escolas também, mesmo não tendo um laboratório de Física, possuem um de informática com computadores que podem

também serem usados pelos alunos para esse fim.

Os mapas conceituais potencializarão ainda mais a aprendizagem dos alunos, pois ao construírem o mapa conceitual, além de estarem organizando suas ideias de acordo com o verificado na simulação, os alunos poderão encontrar dúvidas ao tentarem relacionar os conceitos e organizar essas ideias, ou seja, o mapa ajudará a esclarecer o entendimento deles sobre o assunto. Isso fará com que eles voltem a simulação para revisar ou busquem outra forma de satisfazer essa dúvida.

Em contra partida, Novak e Gowin (1984) sugerem atividades prévias que auxiliem os alunos na construção de mapas conceituais. Acreditamos que as simulações possam ser uma boa alternativa de atividade prévia. De acordo com Martins, Verdeaux e Sousa (2009), os alunos se sentem mais motivados para elaborar mapas conceituais de experimentos realizados por eles próprios, pois se sentem mais livres para relacionar suas ideias do que quando fazem mapas sobre textos. As simulações não substituem completamente os experimentos, mas poderão cumprir um papel muito similar nesse caso.

Essa proposta foi aplicada aos conteúdos de Gases Ideais, mais precisamente nas transformações termodinâmicas isotérmica, isobárica e isométrica. Através da simulação os alunos exploraram os conceitos e as interações entre eles, provocando variações em alguns parâmetros e observando, em seguida demonstraram as relações entre esses conceitos através de um mapa conceitual.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor o uso de simulações computacionais em conjunto com a construção de mapas conceituais como uma estratégia de ensino do conteúdo de Gases Ideais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor as simulações computacionais como forma de exploração dos fenômenos físicos dos Gases Ideais.
- Propor a construção de mapas conceituais pelo aluno como forma de reforçar a aprendizagem adquirida na exploração das simulações.
- Avaliar as percepções dos estudantes sobre este modelo de atividade tendo como base a observação da execução da atividade e o levantamento da opinião de cada participante.
- Investigar quantitativamente, utilizando questionários, o efeito destas atividades na aprendizagem.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diante dos objetivos desta pesquisa em propor uma estratégia com base em instrumentos de ensino que proporcionam uma aprendizagem significativa, que são as simulações computacionais e os mapas conceituais, aplicada no conteúdo de Gases Ideais ensinado no Ensino Médio do Brasil, surge a necessidade de compreendermos sobre o Ensino de Física no Brasil, Aprendizagem Significativa, Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), mapas conceituais e, por fim, sobre o próprio conteúdo explorado, que foi Gases Ideais. Portanto, continuaremos esse capítulo com uma breve fundamentação sobre cada um desses itens.

3.1 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

A Física faz parte da área de Ciências da Natureza e, seu ensino na educação básica do Brasil, inicia-se ainda no Ensino Fundamental, através da disciplina de Ciências, seguindo até a última série do Ensino Médio. Para o Ensino Fundamental a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta a construção do currículo da disciplina de Ciências com base em três unidades temáticas: **Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo**, onde estão propostos, nessas unidades, conteúdos de Física, assim como de outras áreas, como Biologia e Química (BRASIL, 2018a). Já no Ensino Médio ela é ensinada separadamente formando um componente curricular isolado da área de Ciências da Natureza, a disciplina de Física .

De acordo com Benassi, Ferreira e Strieder (2020), há décadas o ensino de Física na educação básica vem sofrendo críticas de pesquisadores, professores e alunos, seja por falta de qualificação do corpo docente, número reduzido de carga horária, pouco acesso a experimentos e metodologia ainda no modelo tradicional e mecânica.

Outro sério problema é a metodologia de avaliação predominante, onde geralmente professores treinam os estudantes para resolverem testes individuais que são muitas vezes baseados em situações-problema artificiais. Dessa maneira, o professor passa a ser um treinador e a escola um centro de treinamento, fazendo assim, com que a escola de maior credibilidade seja aquela que mais aprova alunos em testes, o que é no mínimo uma distorção, pois a preparação para testagem não é ensino, mas apenas um treinamento para respostas de curto prazo (MOREIRA, 2018).

Ainda de acordo com Moreira (2018), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) deveriam permear o ensino de Física. Simulações computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais deveriam estar naturalmente integrados ao Ensino de Física no século XXI, assim como os celulares. Mas, infelizmente não é assim, o ensino se

prende ao treinamento para provas, ao emprego e "decoreba" de fórmulas para resolução de problemas conhecidos e respostas corretas.

3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi proposta pela primeira vez nos anos 60, pelo psicólogo norte-americano David Ausubel. Suas ideias estão entre as primeiras propostas psicoeducativas que tentam explicar a aprendizagem escolar e o ensino a partir de um marco distanciado pelos princípios condutistas (PELIZZARI et al., 2002).

Mas antes de descrever a Aprendizagem Significativa é importante destacar, para um contraste mais adiante, a o que Ausubel chama de Aprendizagem Mecânica.

De acordo com Moreira (2012):

A Aprendizagem Mecânica é a que mais ocorre na escola, é aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que só serve para a prova e logo após é esquecida. Em linguagem coloquial, é a famosa "decoreba", muito usada pelos alunos e incentivada nas escolas.

A Aprendizagem Mecânica é uma aprendizagem com base na memorização, sem dar significado ou requerer compreensão, como por exemplo, a simples memorização de fórmulas para substituir valores numéricos e resolver um problema.

Já a Aprendizagem Significativa, ainda segundo Moreira (2012a, p.2):

É aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

A aprendizagem significativa se caracteriza pelo conhecimento prévio em interação com o novo conhecimento, onde esse conhecimento prévio deve ser relevante na estrutura cognitiva do aprendiz. A esse conhecimento prévio Ausubel dá o nome de subsunçor ou ideia-âncora, é ele quem dará significado ao novo conhecimento.

Quando o novo conhecimento a ser aprendido pelo aluno não é ligado a algo já conhecido por ele, ocorre a aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações não interagem com os conhecimentos prévios existentes em sua estrutura cognitiva. Assim, a pessoa memoriza fórmulas, leis, mas esquece após a avaliação.(PELIZZARI et al., 2002).

A aprendizagem significativa pode ser por descoberta ou recepção. Por descoberta o aprendiz descobrirá o novo conhecimento por conta própria. Após a descoberta, a aprendizagem será significativa se esse novo conteúdo for “ancorado” aos subsunçores

existentes na sua estrutura cognitiva, tornando-o capaz de produzir um novo conceito. (AUSUBEL, 2003 apud SANTANA et al., 2013). Entretanto, na teoria de Ausubel para que o aluno obtenha uma aprendizagem significativa são necessárias três fatores: (i) valorização do conhecimento prévio, (ii) pré-disposição, (iii) material potencialmente significativo. (BARROSO et al., 2017, p.2).

Há três vantagens essenciais da aprendizagem significativa em relação a aprendizagem memorística (mecânica). A primeira é que o conhecimento adquirido por aprendizagem significativa é retido e lembrado por mais tempo. A segunda vantagem é que aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E a terceira é que, uma vez esquecida, facilita reaprendizagem. (AUSUBEL, 1982 apud PELIZZARI et al., 2002).

3.3 EXPERIMENTOS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC'S)

Aulas experimentais são ferramentas que podem desenvolver a aprendizagem significativa no ensino de Física, elas estão ligadas diretamente aos fatores: material potencialmente significativo e pré-disposição do aluno, levantados por Ausubel, pois como afirma (QUIRINO; LAVARDA, 2010) conforme citado por (MOURA; NETO, 2011, p.1):

O uso de experimentos pode ser uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar física. De acordo com nossa experiência, quando o professor introduz os experimentos em uma sala de aula comum, ele se vê frente a um novo comportamento dos alunos: mais interessados e participativos. Neste momento ele poderá fazer a opção por uma determinada didática que inclua o uso de experimentos

De acordo com a BNCC, as práticas experimentais devem ser aproximadas ao aluno auxiliando-os numa dimensão que merece destaque no ensino de Ciências da Natureza, a investigativa (BRASIL, 2018b). O que pode também contribuir bastante para a fator (iii) material potencialmente significativo, levantado por Ausubel e lembrado aqui nesse trabalho na seção anterior.

Para o ensino de física os experimentos são um auxílio indispensável para que o aluno dê significado ao conteúdo que ele está aprendendo. Mas, infelizmente a realidade das escolas do ensino básico do Brasil não possibilita o uso desta ferramentas, pois de acordo com Barroso et al. (2017, p.1) "o uso da experimentação esbarra na carência da infraestrutura adequada na grande maioria das escolas brasileiras".

Para tentar suprir essa carência, pode-se recorrer ao uso da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC's). Considerando que nos dias de hoje a grande maioria, ou em

alguns casos, todos os alunos de uma turma de Ensino Médio têm acesso a um celular *smartphone*, por onde é possível ter acesso a simuladores e laboratórios virtuais.

De acordo com Barroso et al. (2017, p.2):

O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) como elemento motivador para aprendizado de física é fortemente recomendado, pois de fato, o material didático com recursos tecnológicos torna atrativa a participação dos alunos, aumentando a pré-disposição ao aprendizado, além de aproveitar a facilidade dos estudantes com os aplicativos e dispositivos tecnológicos; fazendo com que este material seja potencialmente significativo.

Barroso et al. considera ainda que a atual geração dos alunos é dita “geração digital” e que:

O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação é amplamente utilizado, inclusive em áreas socialmente vulneráveis, o uso dos TIC's pode ser uma ferramenta adequada por apresentar uma linguagem de fácil comunicação com os alunos, já que faz parte de um eixo de interesse do mesmo. Acreditamos que um material que explore os TIC's tenha potencial para (i) contribuir para despertar o interesse e a pré-disposição ao aprendizado do aluno e (ii) naturalmente ser plataforma de organizadores prévios no processo ensino-aprendizagem. (BARROSO et al., 2017, p.2).

Nesse sentido, um projeto interessante para se usar é o do *PhET interactive simulations*, que é um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA) e disponibiliza diversas simulações gratuitas de fácil acesso tanto pelo computador quanto pelo smartphone através de seu site. Nas simulações, o PhET permite que o aluno monte o experimento variando alguns parâmetros como se estivesse em um laboratório real.

3.4 MAPAS CONCEITUAIS

Mapa conceitual é uma técnica que foi desenvolvida em meados da década de 1970 por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, Estados Unidos. Essa técnica tem como base a teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel, portanto, os mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012b).

De maneira geral, mapas conceituais são diagramas que indicam uma relação entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. São diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquia conceitual, quando é o caso de o mapa seguir um modelo hierárquico, onde nesse modelo, os conceitos mais inclusivos ficam no topo e os mais específicos e pouco abrangentes na base. Assim, nesses diagramas, os conceitos são escritos dentro de figuras geométricas, como retângulos, elipses, círculos, mas

o formato dessas figuras é irrelevante, como é irrelevante também o tamanho e a forma das linhas que ligam os conceitos, a menos que estejam acoplados a certas regras. O fato dos conceitos estarem ligados por uma linha, significa que no entendimento de quem fez o mapa existe uma relação entre os conceitos ligados, mas o formatos das figuras e linhas, nada significam(MOREIRA, 2012b).

O aprendiz ao construir um mapa conceitual sobre um determinado tema que está estudando, esclarece para si próprio as suas dificuldades de entendimento sobre esse assunto, pois ele não tem clareza ainda sobre a relevância dos conceitos e qual a relação entre eles. Diante dessa dificuldade ele poderá procurar subsídios (livro ou outro material de instrução) para esclarecer suas dúvidas e logo após voltar ao seu mapa. Esse ir e vir entre a construção do mapa e a busca por respostas para suas dúvidas irá facilitar a construção de significados sobre o assunto que está sendo estudado. O aluno que conseguir construir seu mapa ao estudar determinado assunto, tirando suas próprias dúvidas, quando houver, nos seus subsídios estará encaminhando autonomamente seu caminho no processo de aprendizagem. Já aquele que não conseguir satisfazer suas dúvidas, surgidas na construção do mapa, ainda assim terá clareza sobre elas, e poderá encaminhar sua aprendizagem de uma maneira segura, pois quando se tem clareza sobre suas próprias dúvidas e perguntas fica mais fácil de buscar as respostas com pessoas que possam ajudar, como o professor, por exemplo (TAVARES, 2007).

Muito mais do que apenas organização de conceitos em diagramas, o mapa conceitual pode demonstrar como o conhecimento sobre o tema está organizado na estrutura cognitiva do seu autor, pois ele explicita de uma forma visual como ele entende a relação entre os conceitos.(TAVARES, 2007). Desse modo, o professor ao propor a construção de um mapa conceitual aos alunos, terá a oportunidade de avalia-los sobre o entendimento do assunto através da análise dos mapas. Essa avaliação tem a vantagem de acontecer mais rápida do que se o professor estivesse utilizando outros recursos, como um texto, por exemplo.

O mapa conceitual é uma ferramenta potente para ser usada no ensino e pode variar sua abrangência, como por exemplo, podemos fazer um mapa sobre um capítulo inteiro de um livro ou apenas de um tópico específico, de um disciplina completa cursada ou de apenas uma aula. Nesse trabalhos foi proposto a construção de mapas para assuntos equivalentes a tópicos de capítulos de livros, que são as transformações termodinâmicas, onde esse capítulo é Os Gases Ideais.

Novak e Gowin (1984) propõem estratégias para serem usadas antes da introdução dos mapas conceituais. Fazem parte dessas estratégias, atividades prévias e uma lista de conceitos e palavras-chaves que serão relacionados no mapa. A atividade prévia neste trabalho são as simulações e antes da construção dos mapas foi disponibilizado aos alunos uma seleção de conceitos e palavras-chaves para os auxiliarem na construção dos mapas.

É importante mencionar também que, para montar mapas conceituais podemos

usar papel e caneta ou aplicativos e programas como por exemplo o CmapTools.

3.4.1 Análise e pontuação de mapas conceituais

Mapas conceituais apresentam componentes idiossincráticos, ou seja, duas pessoas com igual conhecimento sobre um assunto podem fazer mapas sobre esse assunto de maneira distinta um do outro. Sendo assim, não existe mapa conceitual "correto". O professor nunca deve apresentar o mapa conceitual de um certo conteúdo e sim um mapa conceitual. Da mesma forma, não deve esperar de um aluno um mapa conceitual certo ou errado. O importante é o mapa mostrar evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo (MOREIRA, 2012b).

Novak e Gowin (1984) elaboraram vários métodos de pontuação de mapas conceituais, apesar de em muitos aspectos considerarem irrelevante essa pontuação, sendo que estavam interessados em alterações qualitativas nos mapas conceituais. Mas, diante da necessidade de professores e alunos em pontuar os mapas, resolveram criar métodos baseados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Em um desses métodos classifica-se o mapa atribuindo valores as *proposições, hierarquia, ligações cruzadas ou transversais e exemplos*, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Critérios de classificação dos mapas conceituais

critérios	pontuação
proposição (cada ligação entre conceitos, válida e significativa)	1
hierarquia (cada nível de subordinação válido)	5
ligações cruzadas ou transversais: cada ligação se for:	
válida e significativa	10
somente válida	2
criativa ou peculiar	1
exemplos	1

Fonte: (NOVAK; GOWIN, 1984)

Ainda de acordo com o método, o professor pode construir um mapa de referência e pontuá-lo, para servir de base de comparação com os mapas feitos pelos alunos. Depois divide-se a pontuação do mapa feito pelo aluno pelo mapa de referência, obtendo-se uma porcentagem que serve de comparação. (Alguns alunos podem construir mapas com uma melhor classificação que o mapa de referência feito pelo professor, podendo atingir uma pontuação superior a 100%).

3.5 GASES IDEAIS

O gás é ideal ou perfeito quando são desprezíveis o efeito de suas forças intermoleculares e o tamanho de suas moléculas. Os gases reais (gases encontrados na natureza)

como o gás oxigênio, gás hidrogênio e gás nitrogênio seguem uma boa aproximação das leis que serão mencionadas mais adiante quando estão submetidos a baixa pressão e alta temperatura (BONJORNIO et al., 2016).

Essas leis, estabelecem as regras para o comportamento do gás, levando-se em conta as grandezas volume, temperaturas e pressão associadas a ele. Essas grandezas são denominadas **variáveis de estado** (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2016).

A **temperatura** é a grandeza física que está associada a energia cinética de translação das moléculas do gás. A **pressão** é uma grandeza escalar resultado da razão da intensidade da força aplicada por área, para um gás confinado, a pressão média que ele exerce no recipiente é causada pelo choques de suas partículas com as paredes do mesmo. E o **volume** corresponde a capacidade do recipiente que confina o gás (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2016).

3.5.1 Transformação Isotérmica

Em 1660 o físico inglês Robert Boyle realizou uma série de experimentos submetendo uma mesma massa de gás, mantida a temperatura constante, a diferentes valores de pressão. A conclusão dele sobre essa experiência, é conhecida hoje como Lei de Boyle. O enunciado da lei de Boyle, de acordo com Bonjornio et al. (2016) diz que:

Mantendo-se constante a temperatura de certa massa de um gás, seu volume e pressão serão inversamente proporcionais.

De acordo com Bôas, Doca e Biscuola (2016), matematicamente, podemos escrever a seguinte expressão para a lei de Boyle, sendo p a pressão e V o volume:

$$pV = \text{constante} \quad (3.1)$$

Ainda segundo Bôas, Doca e Biscuola (2016), essa relação pode ser escrita de outra forma. Para um gás que, mantido a uma temperatura constante, passa por uma transformação variando sua pressão p_1 e volume V_1 para as medidas de pressão p_2 e e volume V_2 , podemos escrever:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (3.2)$$

3.5.2 Transformação Isobárica

Essa transformação foi estudada por dois cientistas franceses, Jacques Charles (1746-1823) e o físico-químico Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850). Gay-Lussac realizou experimentos que confirmou o modelo de Charles e publicou os resultados realizados para

uma certa massa de gás mantida a **pressão constante**. A conclusão desse estudo é o que conhecemos como a lei de Charles e Gay-Lussac. Conforme, (BONJORNO et al., 2016) o enunciado dessa lei diz que:

Mantendo-se constante a pressão de certa massa de um gás, seu volume e temperatura serão diretamente proporcionais.

De acordo com Bôas, Doca e Biscuola (2016), matematicamente, podemos escrever a seguinte expressão para a lei de Charles e Gay-Lussac, sendo T a temperatura e V o volume:

$$\frac{V}{T} = \text{constante} \quad (3.3)$$

Ainda segundo Bôas, Doca e Biscuola (2016), essa relação pode ser escrita de outra forma. Para um gás que, mantido a uma pressão constante, passa por uma transformação variando seu volume V_1 e temperatura T_1 para as medidas de volume V_2 e temperatura T_2 , podemos escrever:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (3.4)$$

3.5.3 Transformação Isométrica

De acordo com Bonjorno et al. (2016), em 1787 o físico francês Jacques Charles forneceu calor a uma certa massa gasosa submetida a um volume constante e pode verificar que a pressão exercida pelo gás variava linearmente com a temperatura. Desse modo, pode-se enunciar que:

Para uma certa massa de gás mantida a volume constante, a pressão provocada pelo gás é diretamente proporcional a temperatura absoluta (BONJORNO et al., 2016).

O enunciado anterior é conhecido como a lei de Charles. Conforme, Bôas, Doca e Biscuola (2016) sendo T a temperatura e p a pressão, podemos expressar matematicamente essa lei por:

$$\frac{p}{T} = \text{constante} \quad (3.5)$$

Ainda segundo Bôas, Doca e Biscuola (2016), essa relação pode ser escrita de outra forma. Para um gás que, mantido a um volume constante, passa por uma transformação variando sua pressão p_1 e temperatura T_1 para as medidas de pressão p_2 e temperatura T_2 , podemos escrever:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (3.6)$$

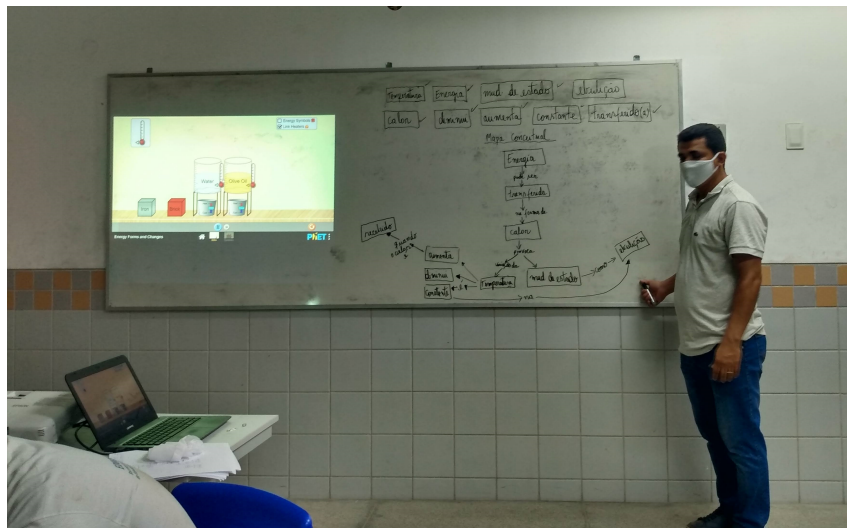
4 METODOLOGIA

O desenvolvimento do estudo prosseguiu de acordo com as seguintes etapas: inicialmente foi aplicado nas turmas um questionário (apêndice B) para fazer um levantamento do nível de conhecimento dos alunos com relação ao assunto, o qual denominamos questionário prévio. Escolhemos o conteúdo de Gases Ideais devido ao grau de abstração que a simulação trás, sendo possível o aluno observar o comportamento de cada partícula de gás.

É importante ressaltar que para que fosse possível realizar o trabalho, recorremos ao auxílio de uma ferramenta específica de simulações que está disponível gratuitamente por meio da internet, que é o *PhET interactive simulations*. É um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA) e disponibiliza diversas simulações gratuitas de fácil acesso tanto pelo computador quanto pelo *smartphone*. Nas simulações, o *PhET* permite que o aluno monte o experimento variando alguns parâmetros como se estivesse em um laboratório real.

Na segunda etapa foi trabalhada a familiaridade dos alunos com as ferramentas, pois eles ainda não conheciam nem as simulações computacionais e nem os mapas conceituais. A Figura 1 demonstra como foi realizada essa etapa.

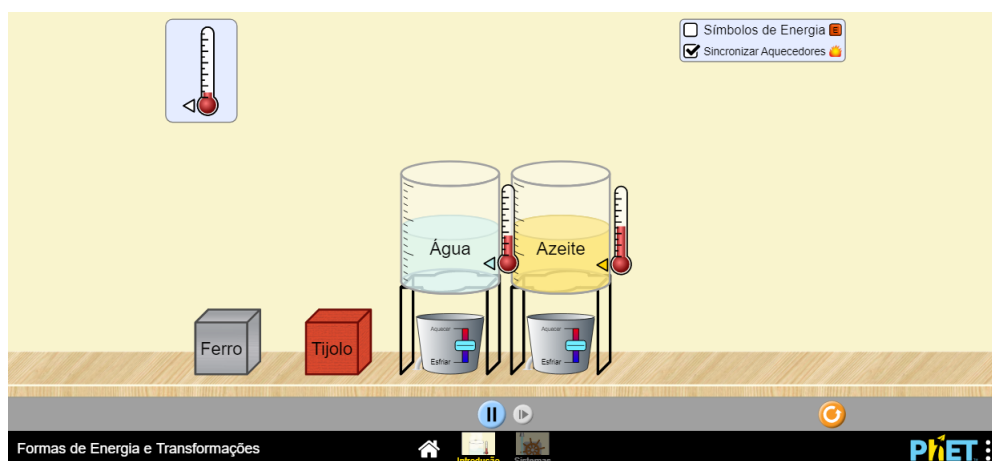
Figura 1 – Demonstração de uma simulação e construção de um mapa conceitual sobre ela



Fonte: elaborada pelo autor (2022)

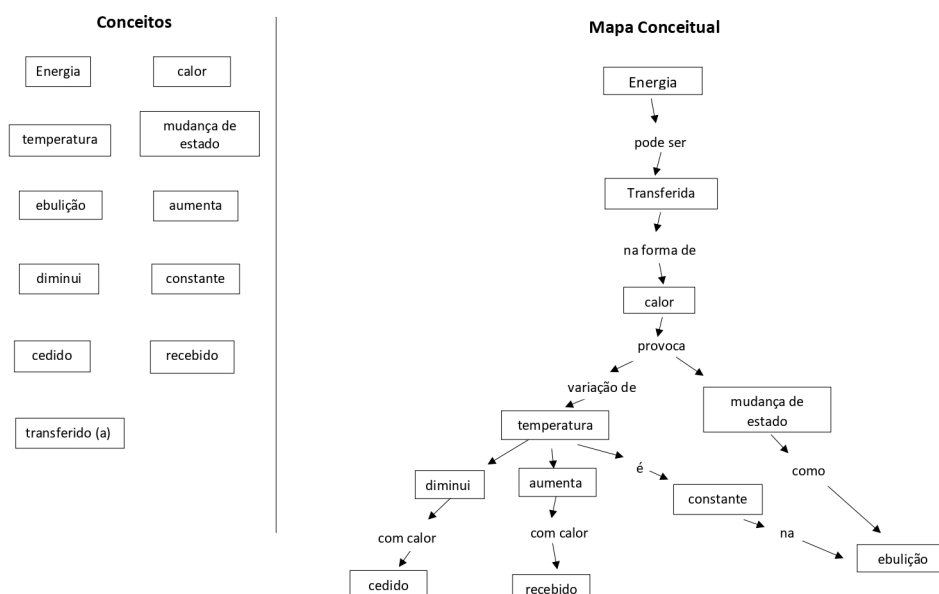
Através de um data-show foi projetada a simulação Formas de Energia e Transformações, figura 2, e executada gradualmente de uma forma onde abordamos a transferência de energia, o calor, a variação da temperatura, a mudança de estado etc, e em seguida com a participação dos alunos foi montado no quadro o mapa conceitual que está na figura 3.

Figura 2 – Simulação formas de energia e transformação



Fonte: *PhET* . Disponível em: <https://phet.colorado.edu> Acesso em: 9 jan 2023

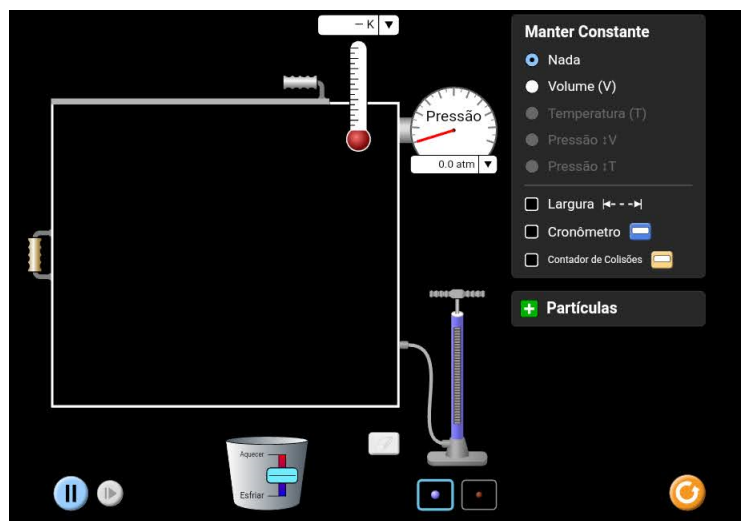
Figura 3 – Mapa conceitual associado a simulação de energia e transformação



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Depois da etapa de familiarização, veio a hora da exploração da simulação pelos alunos seguindo um roteiro de instruções . Existe algumas simulações no *PhET* sobre Gases Ideais. Escolhemos a simulação *Gases: Introdução-Leis* figura 4.

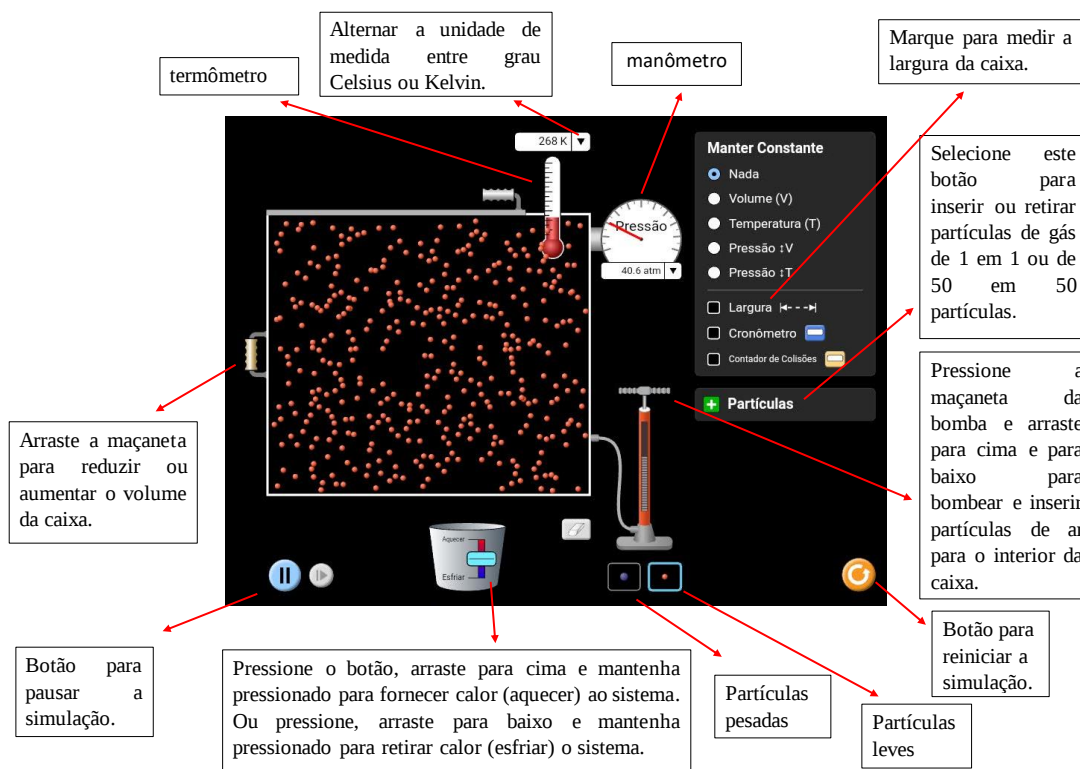
Figura 4 – Tela inicial da simulação Gases: Introdução-Leis



Fonte: *PhET* . Disponível em: <https://phet.colorado.edu> Acesso em: 9 jan 2023)

A figura 4 apresenta a tela inicial pronta para ser iniciada a simulação. Através da bomba pode-se injetar gás na câmara, onde será possível ter medidas de temperatura, pressão e volume desse gás.

Figura 5 – Funções das ferramentas do painel da simulação Gases: Introdução-Leis



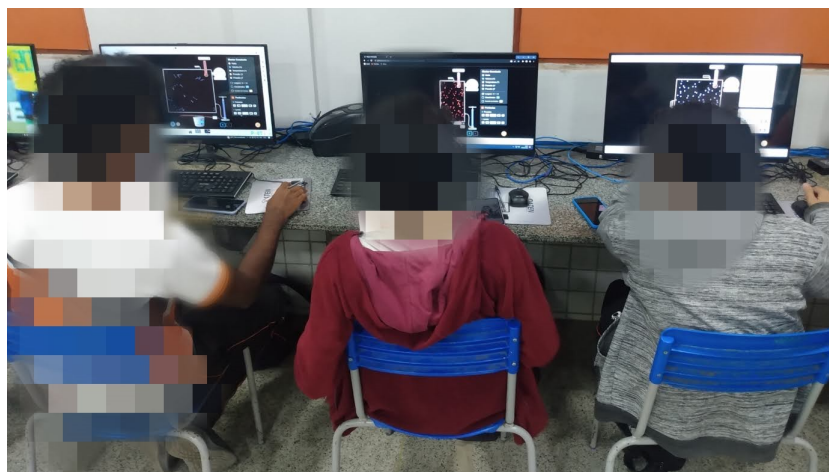
Fonte: *PhET* . Disponível em: <https://phet.colorado.edu> Acesso em: 9 jan 2023

A figura 5 descreve a função de cada ferramenta, nessa figura o gás já ocupa o

interior da câmara. Logo, é possível aumentar e diminuir o volume da câmara, ativar a fonte de calor para aquecer o sistema, esfriar o sistema, variar a massa do gás e observar as medidas de pressão, temperatura e volume a cada mudança provocada.

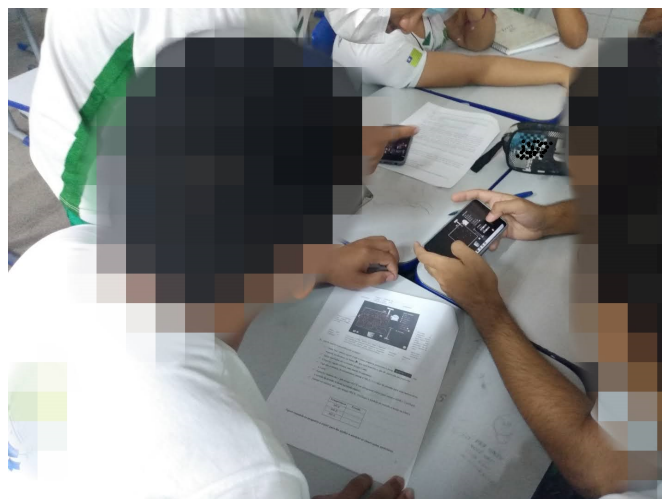
Ainda na figura 5 pode-se observar que podemos manter uma grandeza constante enquanto faz-se variar outras, diante de tudo isso que a simulação oferece, fizemos três roteiros (apêndice A) para serem cumpridos pelos alunos ao explorar a simulação, um roteiro para analisar uma Transformação Isotérmica, ou seja, transformação com a temperatura constante, outro para uma Transformação Isométrica, ou seja, transformação com o volume constante e por fim um roteiro para uma Transformação Isobárica, onde a pressão é constante. Em uma das turmas foi possível utilizar o laboratório de informática da escola (Figura 6) para que os alunos acessarem as simulações, na outra eles utilizaram o próprio celular (Figura 7) com internet disponibilizada pela escola.

Figura 6 – Alunos executando o trabalho através do computador



Fonte: elaborada pelo autor (2022)

Figura 7 – Alunos executando o trabalho através do celular



Fonte: elaborada pelo autor (2022)

No próprio caderno do roteiro, foi solicitado que o aluno fizesse um mapa conceitual sobre tudo que ele praticou ao longo da simulação. Para facilitar o trabalho do aluno na montagem do mapa, foi dado de início alguns conceitos e palavras-chaves para que os ajudassem.

Na aplicação, as turmas foram divididas em três grupos onde cada grupo executou uma atividade diferente, ou seja, um grupo cumpriu o roteiro de simulação de transformação isotérmica, outro o de transformação isobárica e o outro o de transformação isométrica. São três temas semelhantes, o que difere um do outro são as variações de temperatura, pressão e volume. Sendo assim, foram construídos por turma três mapas diferentes e em seguida compartilhados entre os grupos afim de que cada grupo analisasse e entendesse no geral os três tipos de transformações termodinâmicas.

Para finalizar os procedimentos na sala de aula, foram aplicados dois questionários. Um para avaliar a aprendizagem (apêndice C) e mensurar o efeito da metodologia comparando os resultados com o do questionário prévio. O outro é um questionário de opinião (apêndice D) para levantar o nível de satisfação dos participantes.

A pesquisa foi realizada em duas escolas da rede pública estadual da cidade de Parnaíba no estado do Piauí, CEEP Ministro Petrônio Portela e Liceu Parnaibano são os nomes das escolas, ambas localizam-se no mesmo bairro, mais precisamente, no mesmo quarteirão. As turmas eram de 2º ano e os alunos tinham em média entre 16 e 17 anos de idade.

5 RESULTADOS

Neste capítulo demonstraremos os resultados de cada instrumento de coleta usado (questionário prévio, questionário pós aplicação da estratégia, questionário de opinião), mensuraremos o mapa conceitual de cada grupo pontuando-os de acordo com o método de Novak e Gowin (1984) demonstrado na subseção 3.4.1. Faremos a comparação entre os resultados dos questionários prévios e pós aplicação da estratégia para analisar se houve aprendizagem e colocaremos em confronto com a pontuação dos mapas conceituais. Por fim, faremos análise do resultado do questionário de opinião para saber o grau de satisfação dos participantes com relação a proposta.

Como já foi relatado antes, a proposta foi aplicada em duas turmas, uma delas com 24 alunos e outra com 18, as quais denominamos como turma 1 e turma 2. O período de aplicação foi no final do ano letivo de 2022.

5.1 ANÁLISE DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Através da aplicação do questionário prévio para medir o nível de conhecimento dos alunos sobre o assunto, detectamos que a turma 1 obteve uma média de acerto de aproximadamente 4,3 e a turma 2 uma média de 4,5, de um total de 10 questões aplicadas.

Fizemos ainda um levantamento sobre a porcentagem de acerto por assunto. Na turma 1, foi acertado uma porcentagem de 25% com relação a todas as questões de transformação isotérmica, 66,7% das questões sobre transformação isométrica e 40,3% das questões sobre transformação isobárica.

Na turma 2, os acertos foram de 44% do total das questões sobre transformação isotérmica, e 61% do total das questões de transformação isométrica e 33% com relação ao total de questões de transformação isobárica.

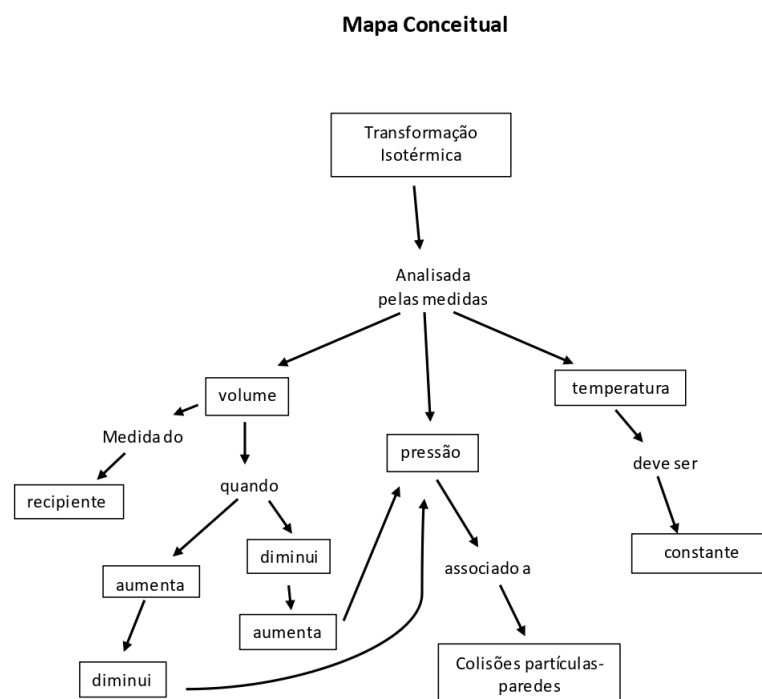
5.2 ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS DOS GRUPOS

Para a simulação de transformação isotérmica elaboramos o mapa de referência mostrado na figura 8.

A pontuação dada a esse mapa de referência (MR T. Isotérmica) consta na tabela 2, onde começamos a análise dos mapas dos grupos da turma 1, colocando em contraste com a pontuação do mapa conceitual de um dos grupos, que denominamos como mapa do grupo A1 (MGA1), cujo mapa está apresentado na figura 9.

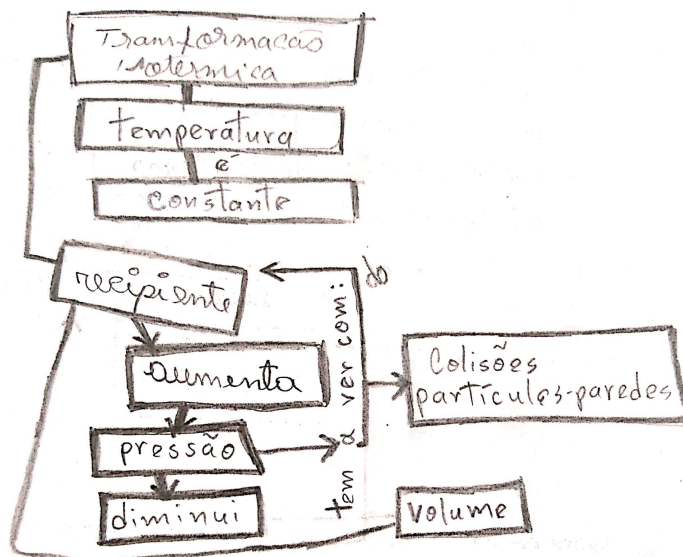
Logo, de acordo com a tabela 2, o mapa do grupo A1 corresponde a uma porcentagem de pontuação de aproximadamente 73,3% com relação ao mapa de referência.

Figura 8 – Mapa de referência sobre a simulação transformação isotérmica (MR T. Isotérmica)



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Figura 9 – Mapa de Conceitual produzido pelo grupo A1 (MGA1)



Fonte: elaborado pelos alunos do grupo A1 (2022)

O grupo A1 obteve um bom aproveitamento com relação ao mapa que construíram, mas nem todos os grupos tiveram aproveitamento igual, alguns grupos demonstraram mais êxito na construção dos mapas que outros. Da mesma forma foi avaliado o mapa do grupo A1, foi avaliado também todos os outros mapas dos outros grupos.

Analisemos agora o desempenho dos grupos B1 e C1, que construíram mapas com

Tabela 2 – Pontuação dos mapas de referência sobre a simulação de trans. isotérmica (MR T. Isotérmica) e do grupo A1 (MGA1)

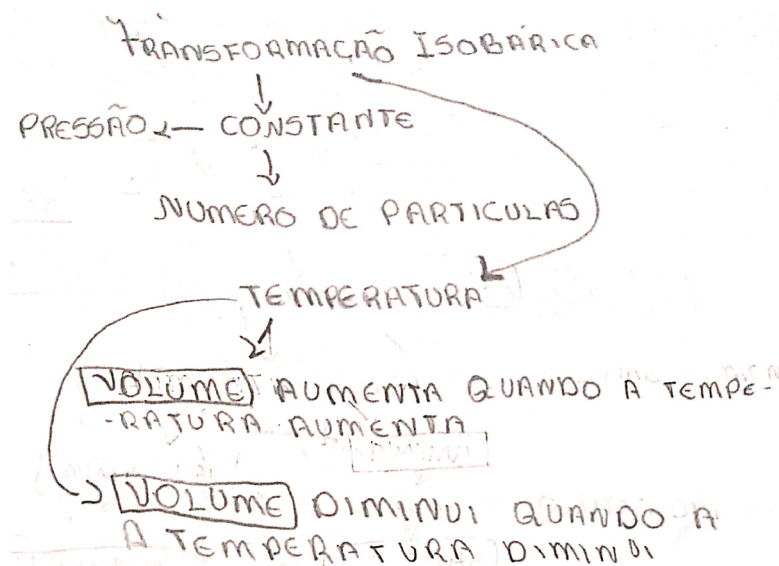
critérios	MR T. Isotérmica	MGA1
proposição	1×10	1×8
hierarquia	5×3	5×3
ligações cruzadas ou transversais:		
válida e significativa	10×2	10×1
somente válida	2×0	2×0
criativa ou peculiar	1×0	1×0
exemplos	1×0	1×0
total	45	33

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

relação a transformação isobárica e isométrica, respectivamente.

É importante esclarecer sobre a hierarquia, que de acordo com Novak e Gowin (1984), deve seguir de conceitos mais gerais para mais específicos, nesse tema consideramos o conceito mais geral o nome da transformação (transformação isotérmica, isobárica ou isométrica) e, em seguida os conceitos pressão, volume e temperatura, que são conceitos que estão diretamente ligados a explicação das transformações. Outros conceitos ou palavras-chaves que venham antes desses não podemos considerar como nível de hierarquia.

Figura 10 – Mapa do grupo B1 sobre a simulação de Transformação Isobárica



Fonte: elaborado pelos alunos do grupo B1 (2022)

O mapa de referência para comparação com o mapa do grupo B1 está na figura 11, e a sua pontuação na tabela 3.

O grupo B1 construiu um mapa com poucas proposições e sem ligações transversais

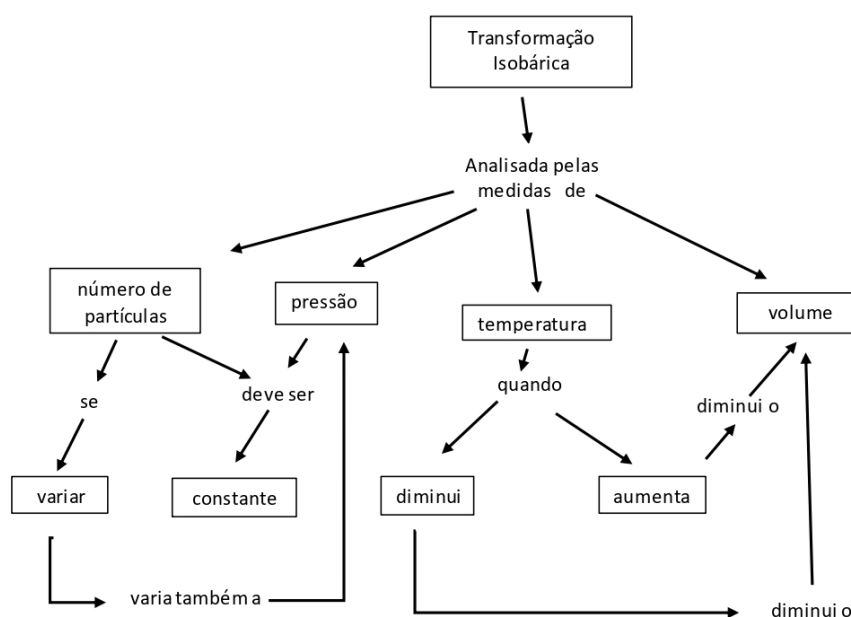
Tabela 3 – Pontuação dos mapas de referência de trans. isobárica (MR T. Isobárica) e do grupo B1 (MGB1)

critérios	MR T. Isobárica	MGB1
proposição	1×9	1×6
hierarquia	5×2	5×2
ligações cruzadas ou transversais:		
válida e significativa	10×3	10×0
somente válida	2×0	2×0
criativa ou peculiar	1×0	1×0
exemplos	1×0	1×0
total	49	16

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

o que pesou bastante na pontuação obtendo aproximadamente apenas 32,7% com relação a pontuação do mapa de referência.

Figura 11 – Mapa de referência sobre a simulação de transformação isobárica (MR T. Isobárica)

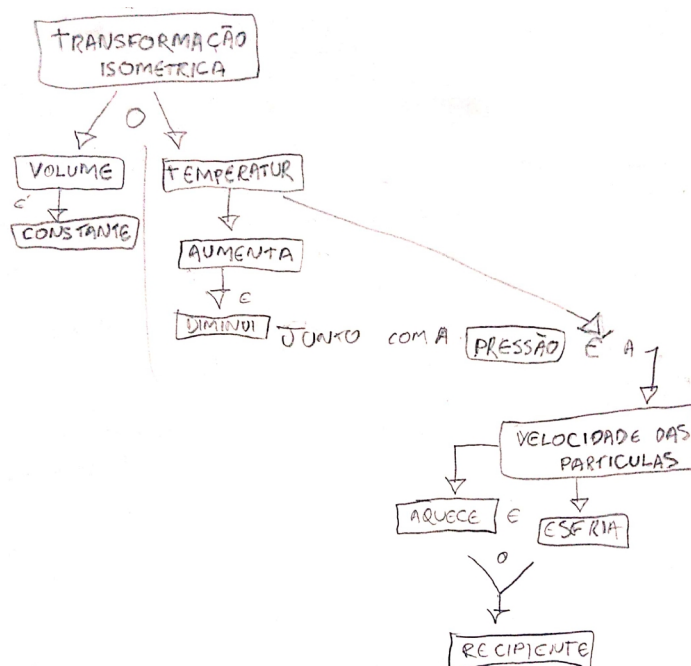


Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Agora, a pontuação do mapa do grupo C1, esse grupo fez a simulação sobre transformação isométrica e construiu um mapa, figura 12 . O mapa de referência para essa simulação encontra-se na figura 13 . Confira o resultado desse grupo na tabela 4.

No mapa do grupo C1 (MGC1), não consideramos as proposições que dizem que a temperatura aquece e esfria o recipiente, pois a temperatura é medida do estado do gás com relação a vibração das moléculas, o que aquece e esfria é o ganho ou perda de calor,

Figura 12 – Mapa do grupo C1 sobre a simulação de Transformação Isométrica



Fonte: elaborado pelos alunos do grupo C1 (2022)

Tabela 4 – Pontuação dos mapas de referência sobre a simulação de transf. isométrica (MR T. Isométrica) e do grupo C1 (MGC1)

critérios	MR T. Isométrica	MGC1
proposição	1 × 9	1 × 7
hierarquia	5 × 3	5 × 3
ligações cruzadas ou transversais:		
válida e significativa	10 × 2	10 × 0
somente válida	2 × 0	2 × 0
criativa ou peculiar	1 × 0	1 × 0
exemplos	1 × 0	1 × 0
total	44	22

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

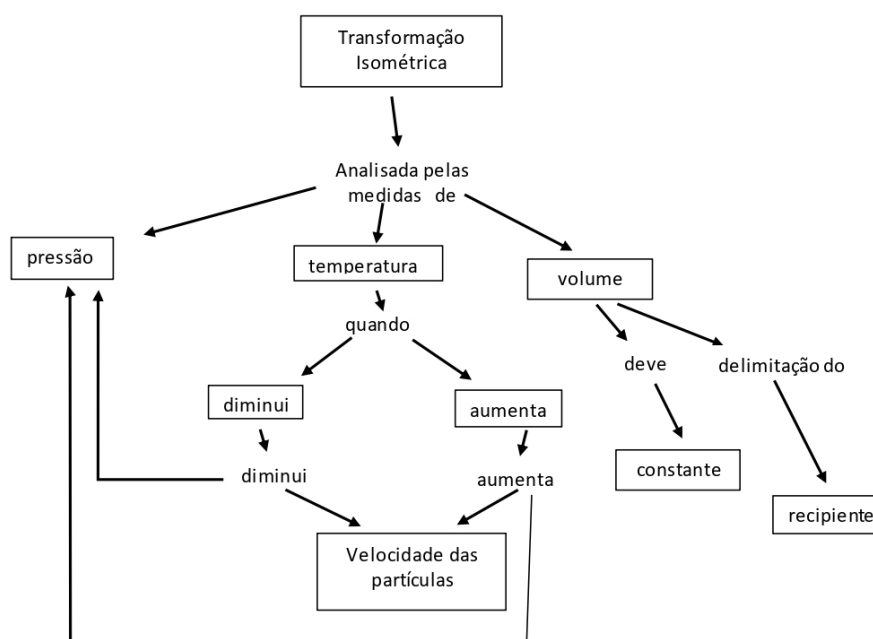
respectivamente. Com relação ao mapa de referência seu percentual corresponde a 50%.

As avaliações a seguir são referentes a turma 2, usamos os mesmos mapas de referências anteriores como base. Observe o mapa de cada grupo e em sequência sua pontuação na tabela.

O aproveitamento do grupo A2 foi de aproximadamente 62,2% com relação ao mapa de referência da figura 8.

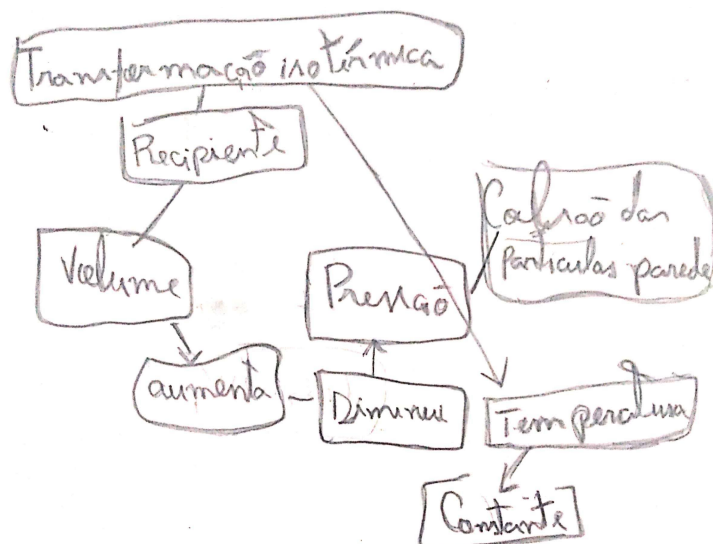
A porcentagem de aproveitamento do mapa do grupo B2 com relação ao mapa de referência MR T. Isobárica é de aproximadamente 61,2% com relação ao seu mapa de

Figura 13 – Mapa de referência da simulação de Transformação Isométrica



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Figura 14 – Mapa do grupo A2 sobre a simulação de Transformação Isotérmica



Fonte: elaborado pelos alunos do grupo A2 (2022)

referência.

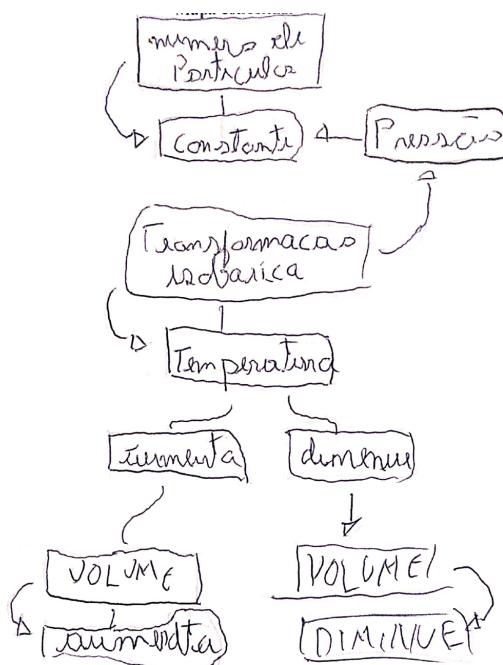
Como podemos ver pela tabela 7 a pontuação do MGC2 foi 34 pontos, comparando com a pontuação do mapa de referência que é de 44 pontos, o percentual do grupo C2 é de aproximadamente 77%.

Tabela 5 – Pontuação do mapa grupo A2 (MGA2)

critérios	MGA2
proposição	1×8
hierarquia	5×4
ligações cruzadas ou transversais:	
válida e significativa	10×0
somente válida	2×0
criativa ou peculiar	1×0
exemplos	1×0
total	28

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Figura 15 – Mapa do grupo B2 sobre a simulação de Transformação Isobárica



Fonte: elaborado pelos alunos do grupo B2 (2022)

5.3 ANÁLISE DA APRENDIZAGEM

Após a finalização do trabalho nas turmas, foi aplicado um questionário para medir a influência da estratégia na aprendizagem dos alunos, o resultado está apresentado no gráfico da figura 17, onde há uma comparação com o resultado do questionário prévio, que foi aplicado antes da introdução do trabalho e o questionário que foi aplicado depois. E portanto, através dessa comparação, podemos ver que houve um aumento na média de respostas certas nas duas turmas.

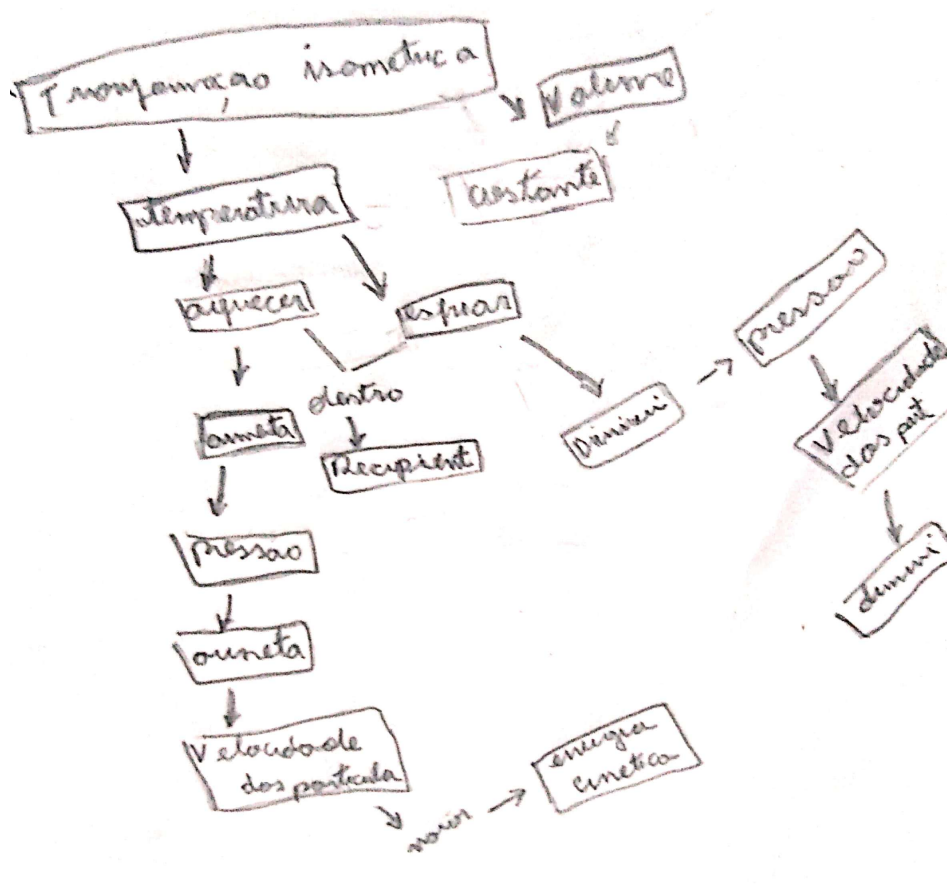
A porcentagem de acerto com relação a cada assunto, no questionário pós aplicação do trabalho na turma 1 foi de 70,8% de acertos do total de questões de transformação

Tabela 6 – Pontuação do mapa do grupo B2 (MGB2)

critérios	MGB2
proposição	1×10
hierarquia	5×4
ligações cruzadas ou transversais:	
válida e significativa	10×0
somente válida	2×0
criativa ou peculiar	1×0
exemplos	1×0
total	30

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Figura 16 – Mapa do grupo C2 sobre a simulação de Transformação Isométrica



Fonte: elaborado pelos alunos do grupo C2 (2022)

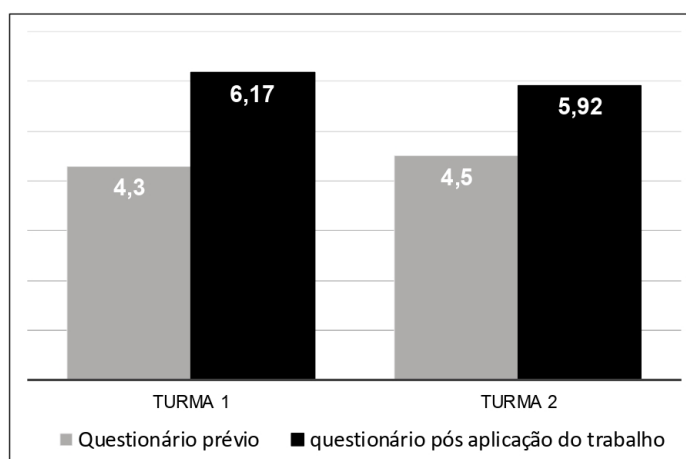
isotérmica, 43% de acertos do total de questões de transformação isobárica e 69,4% de acertos do total de questões sobre transformação isométrica. Na turma 2 foi de 55% de acertos do total de questões de transformação isotérmica, 50% de acertos do total de questões de transformação isobárica e 80,5% de acertos do total de questões sobre transformação isométrica.

Tabela 7 – Pontuação do mapa do grupo C2 (MGC2)

critérios	MGC2
proposição	1×14
hierarquia	5×4
ligações cruzadas ou transversais:	
válida e significativa	10×0
somente válida	2×0
criativa ou peculiar	1×0
exemplos	1×0
total	34

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Figura 17 – Gráfico comparativo entre as médias do questionário prévio e questionário pós aplicação do trabalho nas turmas 1 e turma 2.



Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Na tabela 8 recordamos o pontuação de cada mapa conceitual feito pelos grupos da turma 1 para relacionar com os acertos dos questionários, colocados na tabela 9.

Tabela 8 – Pontuações dos mapas conceituais da turma 1

Mapas conceitual	Assunto	Pontuação(%)
MGA1	Transformação Isotérmica	73,3
MGB1	Transformação Isobárica	32,7
MGC1	Transformação Isométrica	50

Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Na tabela 9, podemos ver que as questões que mais foram acertadas após a aplicação do trabalho foram as que são referentes a transformação isotérmica com aumento de 45,8% com relação ao questionário prévio. Isso está ligado ao mapa de melhor pontuação, tabela

Tabela 9 – Porcentagem de acerto por assunto dos alunos da turma 1, antes e após a aplicação da estratégia, de acordo com os questionários

Assunto	Q. Prévio(%)	Q. Pós trabalho(%)	Melhoria (%)
Transformação Isotérmica	25	70,8	45,8
Transformação Isobárica	40,3	43	2,7
Transformação Isométrica	66,7	69,4	2,7

Fonte: elaborado pelo autor(2022)

8, que foi do grupo que mais buscou subsídio durante a construção, sendo também, o que mais apresentou facilidade de compreensão ao ser analisados pelos outros grupos.

Na tabela 10 está o levantamento das pontuações dos mapas dos grupos da turma 2 para comparação com o resultados dos questionários, mostrados na tabela 11.

Tabela 10 – Pontuações dos mapas conceituais da turma 2

Mapas conceitual	Assunto	Pontuação(%)
MGA2	Transformação Isotérmica	62,2
MGB2	Transformação Isobárica	61,2
MGC2	Transformação Isométrica	77

Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Tabela 11 – Porcentagem de acerto por assunto dos alunos da turma 2, antes e após a aplicação da estratégia, de acordo com os questionários

Assunto	Q. Prévio(%)	Q. Pós trabalho(%)	Melhoria (%)
Transformação Isotérmica	44	55	11
Transformação Isobárica	33	50	17
Transformação Isométrica	61	80,5	19,5

Fonte: elaborado pelo autor(2022)

Conforme a tabela 11, as questões que mais elevaram os acertos foram as que são referentes a transformação isométrica e transformação isobárica com aumentos, de 19,5% e 17% respectivamente. Logo, assim como na turma 1, isso é um reflexo da construção e análise dos mapas pela turma, apesar de o mapa do grupo B2 (MGB2) sobre transformação isobárica apresentar uma pontuação semelhante a do mapa do A2 (MGA2) notamos que ele obteve uma melhor compreensão ao passar pelos outros grupos.

5.4 NÍVEL DE SATISFAÇÃO DOS ALUNOS COM RELAÇÃO A ESTRATÉGIA APLICADA

Para mensurar a satisfação dos participantes com relação ao trabalho utilizamos um questionário com base na escala de Likert. As afirmativas desse questionário tinham cinco opções de concordância: concordo fortemente (CF), concordo (C), indeciso(I), discordo (D), discordo fortemente (DF) (apêndice D).

De acordo com McClelland (1976) a maneira mais fácil para analisar os resultados obtidos por um questionário em escala Likert consiste em dar valores as alternativas de cada item, conforme a tabela 12, e em seguida, calcular a média de pontuação para cada respondente. Depois disso, pode-se chegar a uma conclusão fazendo a comparação entre a média obtida e as pontuações da tabela. Por exemplo, o resultado da média de um item de uma pesquisa foi 3,1, esse valor é próximo a 3, que pela tabela 12 corresponde a indeciso, sem opinião ou neutro.

Tabela 12 – Pontuação das alternativas na escala Likert

alternativas	pontuação
concordo fortemente	5
concordo	4
indeciso/sem opinião	3
discordo	2
discordo fortemente	1

Fonte: McClelland (1976)

Usamos como base esse modo para analisar cada item do questionário, ou seja, calculamos a pontuação do item obedecendo a tabela 12 e dividimos pelo número de respondentes, obtendo assim, a média para cada item.

Na tabela 13 encontra-se o resultado da nossa pesquisa com relação a satisfação e opinião dos alunos sobre a estratégia de usar simulações associadas com mapas conceituais para estudar física. Nessa tabela o levantamento está em percentual e média.

Observe que nos itens 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8 as médias estão entre 4 e 5, que pela tabela 12 corresponde a concordo (C) e concordo fortemente (CF), logo podemos dizer que os participantes foram favoráveis as afirmativas desses itens, por mais que em alguns tenha aparecido discordância ou indecisão, porém muito baixa, como mostra as porcentagem, mantendo assim, a média alta.

Sendo assim, de acordo com o levantamento feito pelo questionário, e com essa média muito favorável, a concepção da grande maioria dos participantes mostra que a estratégia de utilizar simulações associadas a mapas conceituais facilita o entendimento

Tabela 13 – Análise das respostas dos alunos em relação a satisfação com a estratégia

item	CF (%)	C (%)	I (%)	D (%)	DF (%)	média
1) A Estratégia de explorar o assunto com simulações e utilizar os mapas conceituais para relacionar os conceitos facilita o entendimento dos fenômenos físicos.	51,4	48,6	0	0	0	4,51
2) O material (simulações e mapas conceituais) é potencialmente útil para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.	57,1	34,3	2,9	5,7	0	4,43
3) As simulações são potencialmente úteis para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.	51,4	45,7	2,9	0	0	4,49
4) Os mapas conceituais são potencialmente úteis para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.	37,1	57,1	5,7	0	0	4,31
5) Os roteiros estavam confusos.	2,9	2,9	25,7	45,7	22,8	2,17
6) A Estratégia aumenta a motivação para estudar a Física.	42,9	31,4	17,1	2,9	5,7	4,34
7) É interessante estudar a física explorando através de simulações.	48,6	42,9	5,7	0	2,8	4,34
8) É interessante usar os mapas conceituais para estudar física.	37,1	60	0	0	2,9	4,29
9) Através desta estratégia o aluno seria capaz de entender o conteúdo sem a ajuda do professor.	14,3	31,4	25,7	17,1	11,4	3,2

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

do assunto, aumenta a motivação para estudar física e o material (simulações e mapas conceituais) é potencialmente útil para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.

A média do item 5 está muito próxima de 2, o que indica discordância com relação a falha no entendimento do roteiro elaborado e seguido por eles. Já o item 9 teve uma média de 3,2, pontuação próxima a 3, o que aponta para uma indecisão em achar que com esse tipo de atividade o aluno pode executar a atividade sem a ajuda do professor.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

É fundamental levar a sala de aula estratégias que busquem envolver por completo o aluno, que o torne mais participativo e que o estimule. Desde o início da aplicação desse trabalho na sala de aula, ainda na etapa de familiarização, onde realizamos a simulação projetada pelo data-show e montamos o mapa conceitual no quadro, já podemos notar os alunos bastante interativos ao proporem relações de conceitos para o mapa conceitual e solicitarem a repetição de partes da simulação.

Durante a execução do trabalho, por parte dos alunos, não mudou o comportamento, eles continuaram se envolvendo bastante, buscando cumprir o roteiro e observando atentamente o que ocorria na simulação, tentando relacionar os conceitos nos mapas conceituais, e quando surgia dúvidas nessas relações, solicitavam ajuda ou realizavam novamente a simulação para observar.

Pôde-se perceber, através do próprio mapa conceitual o desenvolvimento com relação ao assunto através das proposições dos conceitos apresentadas nos mapas dos grupos, por mais que alguns grupos tenham ficado aquém na pontuação de seu mapa, no geral os mapas explicavam corretamente a transformação termodinâmica explorada por eles através da simulação.

Conforme se buscava nesse trabalho esta proposta se mostrou viável, os alunos tiveram contato com ferramentas (simulações e mapas conceituais) que ainda não conheciam e conseguiram colocá-las em prática. De acordo com a nossa observação, satisfazendo o pretendido, agregando uma com a outra para um objetivo em comum, aprender o conteúdo.

Acreditamos que essa estratégia tenha contribuído para facilitar a aprendizagem e aumentado a pré-disposição dos alunos. Conforme mostrado pelo levantamento dos questionários, houve aumento de respostas certas nos testes e pelo questionário de opinião dos alunos ela foi aprovada como uma modo que facilita e aumenta a motivação.

Essa ideia pode ser empregada também, tando em outros temas da própria Física como em outras áreas da ciências naturais ou naquelas que tenham simulações de experimentos para seus conteúdos. O próprio *PhET Interactive Simulations* oferece não só simulações para os ramos da Física, oferece também para Química, Biologia e Matemática. Já os mapas conceituais podem ser aplicados em todas essas disciplinas e ainda além do ensino.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. *São Paulo: Moraes*, 1982. Citado na página 17.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. [S.l.]: Lisboa, 2003. v. 1. Citado na página 17.
- BARROSO, F. F. et al. Formação de imagens na óptica geométrica por meio do método gráfico de pierre lucie. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 40, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- BENASSI, C. B. P.; FERREIRA, M. G.; STRIEDER, D. M. O percurso do ensino de física na educação básica: Um olhar comparativo entre os pcns e a bncc. *Arquivos do Mudi*, v. 24, n. 3, p. 11–20, 2020. Citado na página 15.
- BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. *FÍSICA 2: Termologia, ondulatória, óptica*. [S.l.: s.n.], 2016. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- BONJORNO, J. R. et al. *Física, vol 2*. [S.l.: s.n.], 2016. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/ciencias>>. Acesso em: 30 de janeiro 2023. Citado na página 15.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>>. Acesso em: 30 de janeiro 2023. Citado na página 17.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 25, p. 259–272, 2003. Citado na página 12.
- IBGE. *PNAD Continua*. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7376#resultado>>. Acesso em: 30 de janeiro 2023. Citado na página 12.
- MARTINS, R. L. C.; VERDEAUX, M. d. F. d. S.; SOUSA, C. M. S. G. d. A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 31, p. 3401–1, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 13.
- MCCLELLAND, J. A. Técnica de questionário para pesquisa. *Revista Brasileira de Física*, v. 1, n. 1, p. 93–101, 1976. Citado na página 39.

MOREIRA, M. A. ¿ al afinal, qué es aprendizaje significativo? *Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa. La Laguna, Espanha. No. 25 (marzo 2012)*, p. 29-56, 2012. Citado na página 16.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, v. 41, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 20.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. *Estudos avançados*, SciELO Brasil, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018. Citado na página 15.

MOURA, D. d. A.; NETO, P. B. O ensino de acústica no ensino médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo. *Física na Escola*, v. 12, n. 1, p. 12–15, 2011. Citado na página 17.

NOVAK, J.; GOWIN, D. Aprender a aprender. *Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 212p*, 1984. Citado 5 vezes nas páginas 13, 19, 20, 29 e 31.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel. *revista PEC*, v. 2, n. 1, p. 37–42, 2002. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.

QUIRINO, W. G.; LAVARDA, F. *Experimento de física para o ensino médio com materiais do dia a dia*. 2010. Citado na página 17.

SANTANA, M. d. F. et al. Aprendizagem significativa em david ausubel e paulo freire: regularidades e dispersões. Universidade Federal da Paraíba, 2013. Citado na página 17.

SANTOS, J. C. d.; DICKMAN, A. G. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, SciELO Brasil, v. 41, 2018. Citado na página 12.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. *Ciências & cognição*, v. 12, 2007. Citado na página 19.

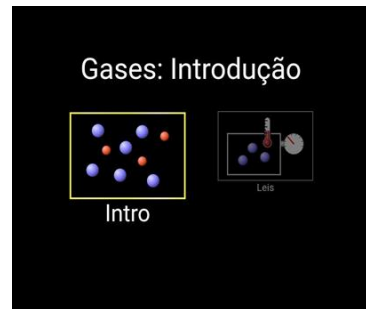
APÊNDICE A – ROTEIROS PARA SIMULAÇÃO

ROTEIRO DE SIMULAÇÃO

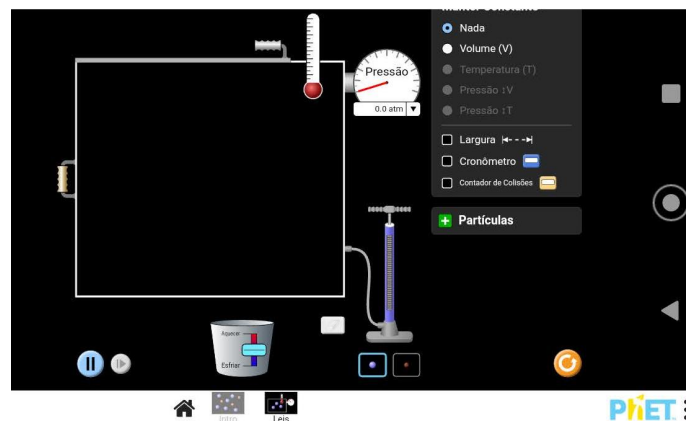
Assunto: Transformação Isotérmica

- 1) Acesse: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

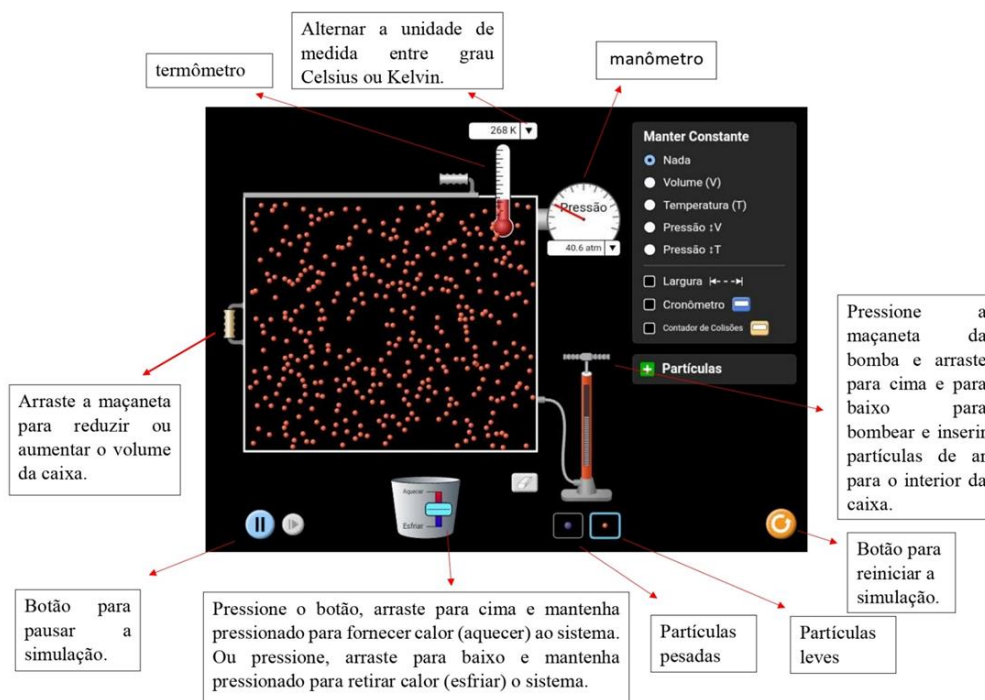
Abrirá uma tela como da figura abaixo:



- 2) Escolha a segunda opção: “leis”, e em seguida abrirá a tela:



- 3) Pressione os três pontinhos no canto inferior direito da tela e ponha na opção “tela cheia”, apenas para ampliar a visualização.
- 4) Na figura a seguir está descrito a função de cada objeto da tela de simulação. Veja:



5) Agora realize o seguinte procedimento:

- ✓ Execute 10 bombeadas para ejetar gás na caixa, marque a opção temperatura para mantê-la constante e, marque também, a opção largura para medir a caixa.
- ✓ Reduza o caixa para a largura de 5 nm, anote o valor correspondente da pressão para esta largura na tabela abaixo:
- ✓ Agora dobre o valor da largura, ou seja, aumente para 10 nm, observe a medida da pressão e anote na tabela acima
- ✓ Por fim, aumente o valor da largura para triplo do valor inicial, 15 nm. Anote a medida da pressão na tabela.
- ✓ É importante ressaltar que mantivemos temperatura constante, ou seja, foi uma transformação isotérmica.

Largura	Pressão
5 nm	
10 nm	
15 nm	

Observação: nesse caso a largura está associada ao volume. Ao dobrarmos a largura dobramos o volume, ao triplicarmos a largura, triplicamos o volume...

Agora responda as perguntas abaixo, para lhe ajudar a analisar o procedimento anterior.

- a) Ao aumentar o volume o que acontece com a medida da pressão (aumenta, diminui, permanece constante).

-
-
- b) Quando o volume é aumentado o dobro, a pressão varia em que proporção (o dobro também, o triplo, a metade, a terça parte...)?
-
-
- c) Quando o volume é aumentado o triplo, com relação a primeira medida, que foi 5nm, a pressão varia em que proporção (o dobro, o triplo, a metade, a terça parte...)?
-
-
- d) Observe pela tabela que a variação segue um padrão, a largura aumentando de 5 em 5 nm, e a pressão também segue um padrão de variação constante, dessa maneira poderíamos prevê facilmente a pressão para a largura de 20 nm, 25 nm, 30 nm..., mas para uma larguras fora desse padrão fica mais difícil prevê a pressão relacionada. Mas para resolver isso, temos a Lei de Boyle que relaciona a proporcionalidade entre as variações de pressão e volume. Matematicamente ela é expressa da seguinte maneira $P_1V_1 = P_2V_2$, onde P_1 e V_1 são a pressão e o volume, respectivamente, em um estado inicial, P_2 e V_2 são a pressão e o volume, respectivamente, num momento seguinte após uma transformação. Utilize a lei de Boyle para prevê qual será medida da pressão quando a largura for igual a 8 nm. (Estamos falando em largura porque é a medida que aparece de imediato na simulação, mas na verdade devemos considerar mesmo é o volume que é calculado da seguinte maneira: $Volume = largura \times comprimento \times altura$, considerando a altura e comprimento igual a 10 nm, temos: $Volume = 8 \times 10 \times 10 \rightarrow Volume = 800nm^3$. Use esse valor na lei de Boyle!)
-
-
- e) Agora faça a simulação! Coloque a largura da caixa em 8 nm. A medida da pressão para essa largura corresponde ao encontrado no cálculo da questão anterior?
-
-
- 6) Reinicie a simulação. Neste momento a câmara está vazia, logo, a medida da pressão é nula. Dê uma bombeada e pause a simulação antes das partículas tocarem nas paredes da câmara (se não conseguiu, repita até conseguir). Neste exato momento existe gás na câmara, mas a pressão ainda é nula, não existe ainda. Quando a pressão vai começar a existir? Acione o botão ► para observar. Com isso, o que podemos concluir sobre o conceito de pressão?
-
-

7) Agora vamos realizar o oposto.

- ✓ Clique no botão laranja para reiniciar a simulação. Execute 10 bombeadas para ejetar gás na caixa, marque a opção largura para visualizar a largura da caixa e, em seguida:
- ✓ A largura da caixa é 15nm, anote o valor correspondente da pressão para esta largura na tabela abaixo.
- ✓ Agora reduza o valor da largura pela metade, ou seja, para 10 nm, observe a medida da pressão correspondente a essa largura e anote na tabela abaixo.

Largura	Pressão
15 nm	
10 nm	

Agora responda as perguntas abaixo, para lhe ajudar a analisar o procedimento anterior.

a) Diminuindo o volume o que acontece com pressão?

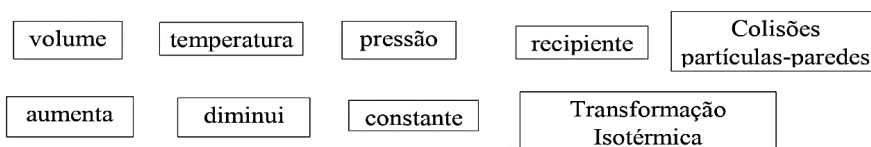
b) Em que proporção a pressão varia quando diminuimos o volume pela metade?

c) Utilize a lei de Boyle para prevê qual será a medida da pressão quando a largura for 6 nm? (O volume para essa largura é $V = 6 \times 10 \times 10 \rightarrow V = 600 \text{ nm}^3$).

d) Agora faça a simulação! Coloque a largura da caixa em 6 nm. A medida da pressão para essa largura corresponde ao encontrado no cálculo da questão anterior?

- Agora monte um mapa conceitual relacionando os conceitos explorados pela simulação. Inicialmente já tem uns conceitos escolhidos, mas você pode acrescentar.

Conceitos

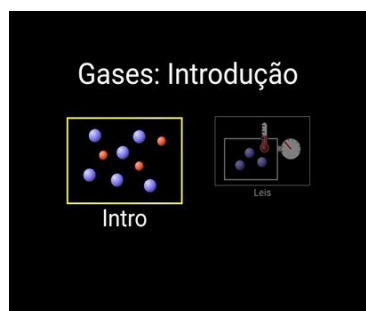


Mapa conceitual

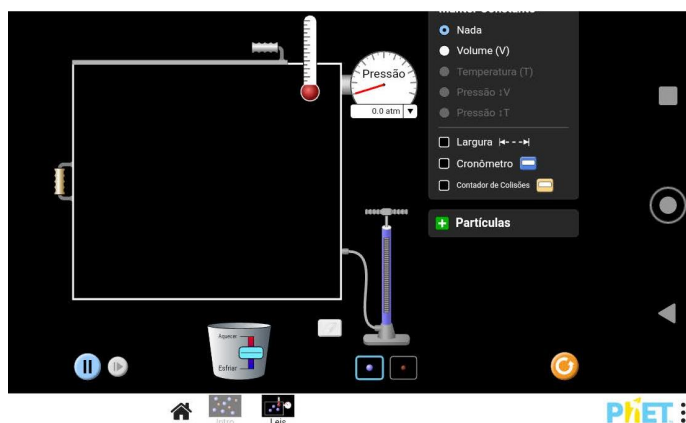
ROTEIRO DE SIMULAÇÃO**Assunto: Transformação Isométrica**

- 1) Acesse: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

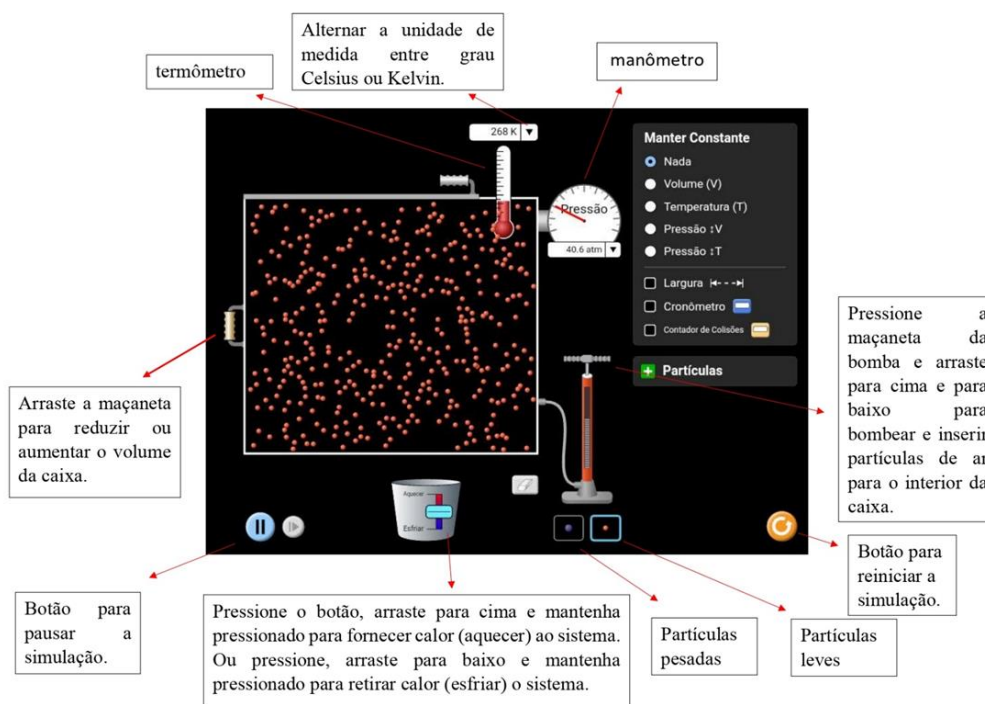
Abrirá uma tela como da figura abaixo:



- 2) Escolha a segunda opção: “leis”, e em seguida abrirá a tela:



- 3) Pressione os três pontinhos no canto inferior direito da tela e ponha na opção “tela cheia”, apenas para ampliar a visualização.
- 4) Na figura a seguir está descrito a função de cada objeto da tela de simulação. Veja:



5) Agora realize o procedimento a seguir:

- ✓ Desta vez, vamos injetar o gás e outra maneira, pressione o botão  , em seguida vá clicando no botão  que será inserido o gás de partícula em partícula.
- ✓ Insira partículas até a pressão atingir 2 atm.
- ✓ Veja que a medida da temperatura inicial é 300 K, e o valor da pressão para essa temperatura é 2 atm.
- ✓ Aqueça o sistema até o gás atingir 600 K (se ultrapassar esfrie para voltar a 600K). Verifique a medida da pressão e anote na tabela abaixo.
- ✓ Aqueça novamente até o gás atingir 900 K. Verifique a medida de pressão e anote na tabela.

Temperatura	Pressão
300 K	
600 K	
900 K	

Agora responda as perguntas a seguir para lhe ajudar a analisar as observações anteriores.

- a) Ao aumentar a temperatura o que ocorre com a pressão (aumenta, diminui, mantém-se constante)?

-
-
- b) Ao dobrar a temperatura inicial, em que proporção a pressão varia (o dobro também, diminui a metade, aumenta o triplo...)?
-
-
- c) E ao triplicar a temperatura inicial em que proporção a pressão varia?
-
-
- d) Observe pela tabela que a variação segue um padrão, a temperatura aumentando de 300 K em 300 K, e a variação da pressão também segue um padrão de variação constante, dessa maneira poderíamos prevê facilmente a pressão para a temperatura de 1200 K, 1500K, 1800 K ..., mas para uma temperatura fora desse padrão fica mais difícil prevê a pressão relacionada. Mas para resolver isso, temos a Lei de Charles que relaciona a proporcionalidade de alteração para variações de temperatura e volume. Matematicamente ela pode expressa da seguinte maneira $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$, onde P_1 e T_1 são a pressão e a temperatura, respectivamente, em um estado inicial, P_2 e T_2 são a pressão e temperatura, respectivamente, num momento seguinte após uma transformação. Utilize a lei de Charles para prevê qual será medida da pressão quando a temperatura for igual a $T_2 = 1050 K$.
-
-
- e) Agora faça a simulação para confirmar o resultado da questão anterior, você deverá encontrar o mesmo valor. Encontrou?
-
-
- f) Como fica o movimento das partículas de acordo com o aumento da temperatura? (Se não observou reinicie a simulação e mantenha o botão da fonte de calor pressionado e adicionando calor para observar o comportamento das partículas).
-
-
- 6) Agora vamos fazer o oposto com temperatura.
- ✓ Clique no botão laranja para reiniciar a simulação.
 - ✓ Adicione partículas até pressão atingir 2 atm.
 - ✓ Veja que a medida da temperatura inicial é 300 K e a pressão para essa temperatura é 2 atm.
 - ✓ Esfrie o sistema até o gás atingir 150 K (metade da temperatura). Verifique a medida da pressão e anote na tabela abaixo.
 - ✓ Observe o comportamento das partículas de acordo com a redução da temperatura.

- ✓ Esfrie novamente o sistema até o gás atingir 75 K (um terço da temperatura inicial). Verifique a medida da pressão e anote na tabela abaixo.

Temperatura	Pressão
300 K	
150 K	
75 K	

Responda:

- a) Ao diminuir a temperatura o que ocorre com a pressão (aumenta, diminui, mantém-se constante)?

- b) Ao diminuir pela metade a temperatura inicial, em que proporção a pressão varia (o dobro, diminui a metade, aumenta o triplo...)?

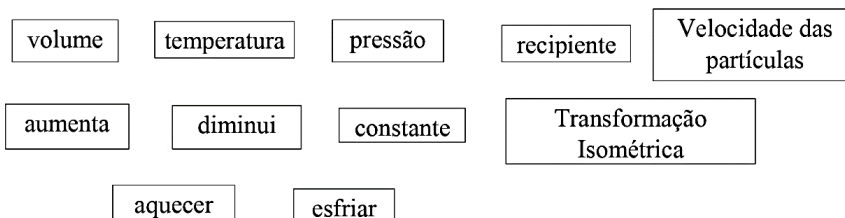
- c) E ao diminuir para um 1 terço a temperatura inicial em que proporção a pressão varia?

- d) Se o sistema continuar a ser esfriado até a temperatura atingir $T_2 = 60\text{ K}$, qual será o valor da pressão? (Utilize a lei de Charles para resolver).

- e) Agora faça a simulação para confirmar o resultado da questão anterior, você deverá encontrar o mesmo valor para pressão. Encontrou?

- Agora monte um mapa conceitual relacionando os conceitos explorados pela simulação. Inicialmente já tem uns conceitos escolhidos, mas você pode acrescentar.

Conceitos

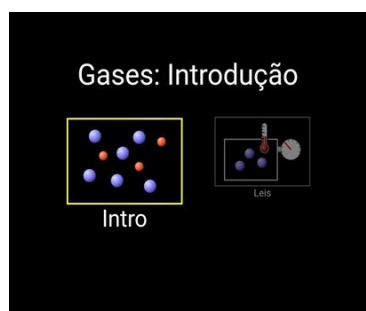


Mapa Conceitual

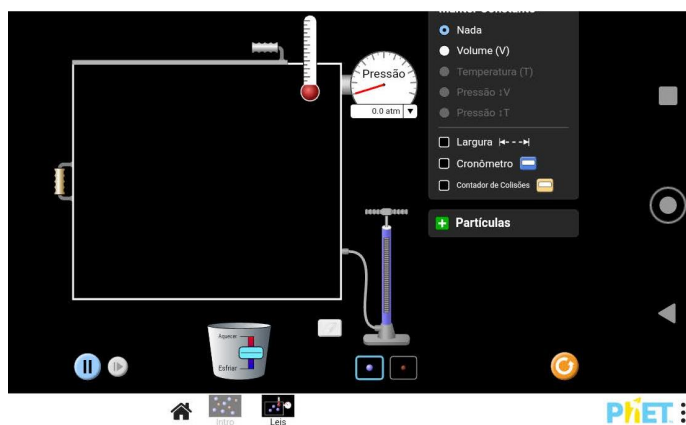
ROTEIRO DE SIMULAÇÃO**Assunto: Transformação Isobárica**

- 1) Acesse: https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html

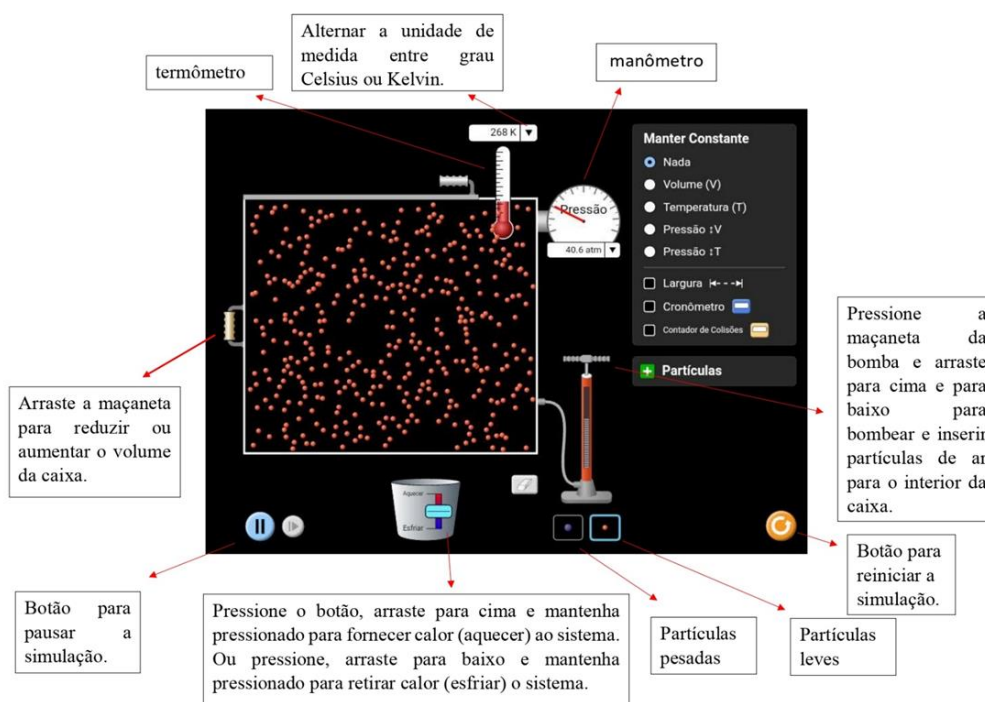
Abrirá uma tela como da figura abaixo:



- 2) Escolha a segunda opção: “leis”, e em seguida abrirá a tela:



- 3) Pressione os três pontinhos no canto inferior direito da tela e ponha na opção “tela cheia”, apenas para ampliar a visualização.
- 4) Na figura a seguir está descrito a função de cada objeto da tela de simulação. Veja:



5) Agora realize o procedimento a seguir:

- ✓ Selecione a opção  e clique no botão ► duas vezes para inserir 100 partículas de gás na caixa, marque a opção largura para medir a caixa e reduza para 5 mm e depois, marque a opção pressão P para mantê-la constante.
- ✓ Observe o valor da temperatura e larguras iniciais e anote na tabela abaixo.
- ✓ Aqueça o sistema até atingir a temperatura de 600 K. O que houve com o volume? Variou? Anote o valor da largura correspondente a essa medida de temperatura na tabela abaixo.
- ✓ Aqueça novamente o sistema até atingir a temperatura de 900 K. Anote o valor da largura correspondente a essa medida de temperatura na tabela abaixo.

temperatura	largura
300 K	5 mm
600 K	
900 K	

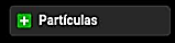
Agora faça o processo inverso.

- ✓ Anote na tabela abaixo o valor da largura correspondente a temperatura de 900 K.
- ✓ Em seguida esfrie o sistema até atingir a temperatura de 600 K. Verifique o que houve com o volume e anote valor correspondente da largura para essa temperatura na tabela abaixo.
- ✓ Esfrie novamente até o sistema atingir 300 K. Verifique o valor da largura e anote na tabela abaixo.

temperatura	largura
900 K	5 mm
600 K	
300 K	

Agora responda:

- a) Ao aumentar a temperatura o que ocorre com o volume (aumenta, diminui, permanece constante)?
-
- b) Em que proporção o volume varia quando dobramos e triplicamos a temperatura?
-
- c) E ao reduzir a temperatura o que ocorre com o volume?
-
- d) Em que proporção o volume varia quando diminuimos a temperatura?
-
- 6) Observe pela tabela que a variação segue um padrão, a temperatura mudando de 300 em 300K, e o volume também segue um padrão de variação constante, dessa maneira poderíamos prevê facilmente o volume para a temperatura de 1200K, 1500K, 1800 K..., mas para uma temperaturas fora desse padrão fica mais difícil prevê o volume relacionado. Mas para resolver isso, temos a lei de Charles e Gay-Lussac que relaciona a proporcionalidade entre as variações de temperatura e volume. Matematicamente ela é expressa da seguinte maneira $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, onde V_1 e T_1 são volume e temperatura, respectivamente, em um estado inicial, V_2 e T_2 são o volume e a temperatura, respectivamente, num momento seguinte após uma transformação. Utilize a lei de Charles e Gay-Lussac para prevê qual será medida do volume quando a temperatura for igual a 200K. (Lembre-se de calcular $Volume = largura \times comprimento \times altura$).
-
-
-
- 7) Faça a simulação para temperatura de 200 K. O resultado é o mesmo do valor previsto na questão anterior?
-
-
- 8) Reinicie a simulação e em seguida:

- ✓ Selecione o botão  e clique no botão ► para inserir 50 partículas, verifique o valor da pressão e registre na tabela abaixo.
- ✓ Vá adicionando de 50 em 50 partículas, conferindo o pressão preenchendo a tabela abaixo.

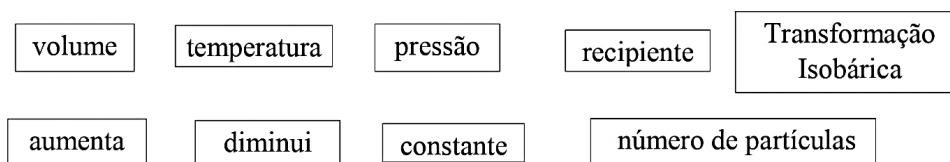
Número de partículas	Pressão
50	
100	
150	

- a) Ao ir injetando gás, o que acontece com a pressão? O que podemos concluir com isso?

- b) Em que proporção a pressão varia com relação a variação do número de partículas?

- *Agora monte um mapa conceitual relacionando os conceitos explorados pela simulação. Inicialmente já tem uns conceitos escolhidos, mas você pode acrescentar.*

Conceitos



Mapa conceitual

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉVIO

Questionário Prévio – Gases Ideais

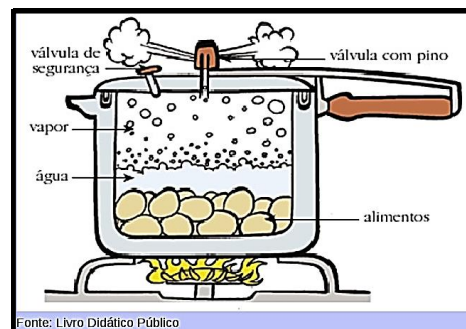
1. Em hospitais é comum encontrar cilindros de oxigênio, neles além de ter a indicação de volume tem também um “reloginho” que na verdade é um manômetro para medir a pressão do gás oxigênio no seu interior (figura abaixo). Essa pressão que o gás exerce é devido

- A) a força com que a superfície das paredes do cilindro atrai as moléculas.
- B) a força da repulsão entre as moléculas.
- C) ao choque entre as moléculas.
- D) ao choque das moléculas contra a superfície da parede do cilindro.
- E) a força de atração entre as moléculas.



2. A panela de pressão tem em sua tampa uma borracha de vedação que não deixa o ar escapar, a não ser controladamente por uma válvula central, como mostra a figura, isso faz com que a pressão dentro da panela fique muito elevada, fazendo com que o alimento cozinhe mais rápido do que se estivesse em panela comum devido a

- A) quantidade de calor recebida pela panela que aumenta.
- B) temperatura de ebulição aumentar com aumento da pressão interna.
- C) pressão no seu interior ser igual a pressão externa.
- D) espessura da panela ser maior do que de uma panela comum.
- E) panela de pressão liberar muito vapor.



Fonte: Livro Didático Público

3. As fábricas de pneus recomendam a verificação de pressão deles quando eles estão frios. Pois quando o veículo está em circulação a medida da pressão do ar no interior dos pneus
- A) Aumenta com o aumento da temperatura, devido ao atrito e ao contato com o ambiente.
 - B) Diminui devido ao aumento da temperatura, devido o atrito e ao contato com ambiente.
 - C) Se mantém constante, não depende da temperatura, é somente uma medida de segurança da fábrica.
 - D) Não poder ser medida quando a temperatura dos pneus aumenta.
 - E) Se anula quando a temperatura aumenta.

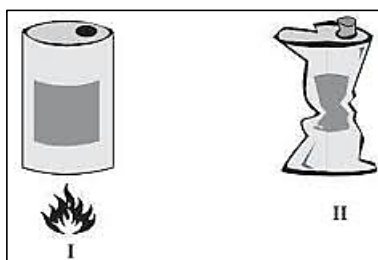
4. Um caminhão-tanque de volume 20 m^3 transporta um certo gás a uma temperatura constante de 25°C . Chegando ao seu destino o gás é transferido para um reservatório de 50 m^3 . Ao ser transferido do caminhão-tanque para o reservatório o gás
- A) Aumentou a pressão por estar em um recipiente maior.
 - B) Diminuiu a pressão com relação ao recipiente anterior.
 - C) Sofreu uma transformação isométrica, pois alterou o volume.
 - D) Sofreu uma transformação isobárica.
 - E) Não sofreu nenhuma transformação, pois a temperatura se manteve constante.

5. Abaixo é mostrado as medidas de pressão p e volume V de um gás ideal que sofre uma transformação.

$p(\text{atm})$	4	2	1	0,5
$V(\text{L})$	1	2	4	8

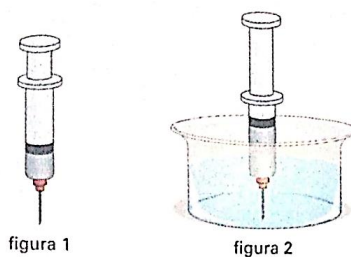
É correto afirmar que a transformação do gás e a relação pressão X volume, respectivamente são:

- A) transformação isotérmica; pressão e volume são inversamente proporcionais.
 - B) transformação isotérmica; pressão e volume são diretamente proporcionais.
 - C) transformação isométrica; volume diretamente proporcional a pressão.
 - D) transformação isométrica; pressão inversamente proporcional ao volume.
 - E) transformação isobárica; pressão constante.
6. Ainda sobre a questão anterior, quando o volume for do gás for 10 L , a pressão será:
- A) $0,4 \text{ atm}$.
 - B) $0,3 \text{ atm}$.
 - C) $0,2 \text{ atm}$.
 - D) $0,1 \text{ atm}$.
 - E) nula.
7. Num certo experimento faz-se os procedimentos:
- Coloca-se um pouco de água em uma lata e leva-se ao fogareiro, com a boca para cima, deixando a água vaporizar totalmente (figura I).
 - Em seguida pega-se a lata e coloca-se num recipiente com água fria afundando-a um pouco.
 - E a lata sofre uma rápida deformação (figura II).



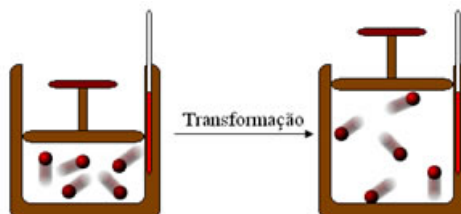
É correto afirmar que a lata sofreu a deformação porque:

- A) ela ficou mais frágil ao ser aquecida.
 - B) o vapor frio, no interior da lata, puxou suas paredes para dentro.
 - C) a água fria provoca uma contração do metal nas paredes da lata.
 - D) com o resfriamento a pressão no interior da lata aumentou, fazendo com que as moléculas do gás atráissem as paredes da lata.
 - E) Com o resfriamento da lata a pressão no seu interior diminuiu e ela foi esmagada pela pressão externa (pressão atmosférica) maior.
8. Uma certa quantidade de ar é confinada no interior de uma seringa vedando-se a ponta de um modo que não escape (figura 1). Ao ser colocada em um recipiente com água quente, verifica-se que o êmbolo sobe (figura 2).



Considerando o ar no interior da seringa um gás ideal e que o êmbolo pode se mover livremente podemos dizer que esse gás:

- A) sofreu uma transformação isotérmica.
 - B) sofreu uma transformação isobárica.
 - C) sofreu uma transformação isométrica.
 - D) não sofreu nenhuma transformação termodinâmica.
 - E) não variou o volume.
9. Um gás mantido em cilindro com êmbolo móvel sofre uma transformação, como mostra a figura baixo.



O gás está sob uma pressão constante e o sua medida de volume dobra após a transformação. A respeito dessa transformação podemos considerar que temperatura do gás

- A) diminuiu a metade.
- B) diminui para um quarto.
- C) aumentou o dobro.
- D) aumentou quatro vezes.
- E) mantém-se constante.

10. Sobre a questão anterior, suponha que o volume inicial era de 2 L e a temperatura 300 K. A temperatura após a transformação será de:

- a) 75 K.
- b) 150 K.
- c) 300 K.
- d) 600 K.
- e) 900 K.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO FINAL

Questionário Final – Avaliação da aprendizagem

- 1) Uma certa massa de gás ideal confinada em um recipiente está submetida a um volume, delimitado pelo recipiente que o confina, e esse gás exerce uma pressão nas paredes do recipiente. Se aumentarmos o volume do recipiente sem mantendo a temperatura constante e sem deixar que vazze gás, podemos dizer que a pressão do gás:
- A) Não sofrerá alteração.
 B) Aumentará.
 C) Diminuirá.
 D) Dependendo do gás aumentará ou diminuirá.
 E) É diretamente proporcional ao volume ocupado pelo gás.

- 2) Uma certa quantidade de gás ideal é confinada em um recipiente e seguida passa por uma transformação isotérmica. Indique a alternativa que pode representar a relação entre pressão (p) e volume (V) com essa transformação.

A)

P	V
2	4
4	8

D)

P	V
2	4
4	2

B)

P	V
2	6
4	12

E)

P	V
2	4
4	16

C)

P	V
2	1
4	2

- 3) Em um experimento coleta-se as medidas de pressão p e volume V de um gás ideal que sofre uma transformação (Tabela abaixo).

$p(\text{atm})$	8	4	2
$V(\text{L})$	2	4	8

Considere que a temperatura se mantém constante e que o volume é aumentado para 10 L. Dessa maneira a pressão será:

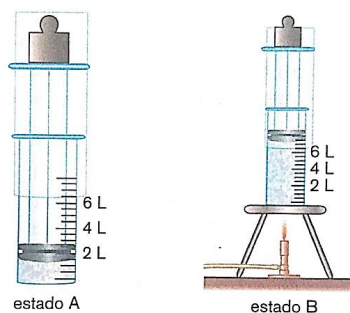
- A) 1 atm.
 B) 1,2 atm.
 C) 1,4 atm.
 D) 1,6 atm.
 E) 2 atm.

- 4) Nota-se em um caminhão tanque que transporta um certo tipo de gás que durante o dia a pressão dele no interior do tanque tem um aumento com relação a noite devido a variação de temperatura. Considerando que não foi retirado nem colocado gás no tanque e que também não foi alterado o volume, podemos dizer que o gás:
- A) sofreu uma transformação isotérmica.
 - B) sofreu uma transformação isobárica.
 - C) sofreu uma transformação isométrica.
 - D) não sofreu nenhuma transformação termodinâmica.
 - E) Realizou trabalho.
- 5) Não se deve abrir a tampa do radiador de um carro quando o termômetro indica superaquecimento. Se for aberto nessas condições o ar poderá escapar sem controle podendo causar queimaduras graves. Considerando que o vapor do radiador um gás ideal, que o volume do radiador não varia, podemos dizer que essa transformação termodinâmica:
- A) é isobárica.
 - B) é isotérmica.
 - C) tem volume constante, pressão diminuindo e temperatura aumentado.
 - D) tem volume constante, pressão constante e temperatura aumentado.
 - E) tem volume constante, temperatura e pressão aumentando.
- 6) Mantem-se um gás ideal em um volume constante e o aquece. A medidas das relações entre temperatura e pressão estão na tabela abaixo:

Temperatura (K)	Pressão (atm)
100	3
200	6
300	9
400	12

Quando o gás atingir uma temperatura de 500 K, a pressão em atm será:

- A) 13
 - B) 13,5
 - C) 14
 - D) 14,5
 - E) 15
- 7) Uma massa de gás confinada e mantida pressionada por um “peso” se expande após ser aquecida, passando do estado A para o estado B. Observe a figura.



Podemos dizer que o gás:

- A) sofreu uma transformação isotérmica.
 - B) sofreu uma transformação isobárica.
 - C) sofreu uma transformação isométrica.
 - D) não sofreu nenhuma transformação termodinâmica.
 - E) não variou o volume.
- 8) Em uma transformação isobárica, a temperatura final do processo é o quádruplo da temperatura inicial. Sendo assim, determine a relação entre o volume final e inicial.
- a) O volume final será quatro vezes menor.
 - b) Não haverá variação de volume, uma vez que a transformação é isobárica.
 - c) O volume final será o quádruplo da pressão inicial.
 - d) O volume final e o inicial serão iguais.
 - e) O volume final é o dobro do volume inicial.
- 9) Um gás ideal tem inicialmente a uma temperatura de 300 K e volume de 4 L. O gás é resfriado e diminui a temperatura para 200 K. Sendo a pressão constante, a medida do volume do gás após resfriamento é:
- A) 1 L.
 - B) 2 L.
 - C) 3 L.
 - D) 4 L.
 - E) 5 L.
- 10) A variação de pressão de um gás confinado em um recipiente depende:
- A) da temperatura, do volume e da quantidade de matéria.
 - B) somente da temperatura e do volume.
 - C) somente da temperatura e da quantidade de matéria.
 - D) somente da temperatura.
 - E) somente do volume.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Prezado estudante, esse questionário foi elaborado para avaliar a sua opinião e nível de satisfação com relação a nossa estratégia de utilizar as simulações agregadas aos mapas conceituais para estudar o conteúdo de Gases Ideais.

Por favor, responda com atenção e sinceridade.

QUESTIONÁRIO – AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA APLICADA

- 1) A Estratégia de explorar o assunto com simulações e utilizar os mapas conceituais para relacionar os conceitos facilita o entendimento dos fenômenos físicos.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 2) O material (simulações e mapas conceituais) é potencialmente útil para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 3) As simulações são potencialmente úteis para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 4) Os mapas conceituais são potencialmente úteis para compreender, descrever e assimilar os fenômenos físicos da natureza.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 5) Os roteiros estavam confusos.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 6) A Estratégia aumenta a motivação para estudar a Física.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 7) É interessante estudar a física explorando através de simulações.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 8) É interessante usar os mapas conceituais para estudar física.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente
- 9) Através desta estratégia o aluno seria capaz de entender o conteúdo sem a ajuda do professor.
☐ concordo fortemente ☐ concordo ☐ indeciso ☐ discordo ☐ discordo fortemente

10) A Estratégia é útil para estudar física. Você concorda? Escreva pelo menos uma razão que justifique a sua opinião.
