

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

SIRLON FIALHO MATA

ATIVIDADES DE ENSINO DE TERMODINÂMICA EM NÍVEL MÉDIO NO COLÉGIO ESTADUAL  
CÂNDIDO JOSÉ DE GODÓI

PORTO ALEGRE  
2016

Sirlon Fialho Mata

**ATIVIDADES DE ENSINO DE TERMODINÂMICA EM NÍVEL MÉDIO NO COLÉGIO ESTADUAL  
CÂNDIDO JOSÉ DE GODÓI**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Física.

Professor orientador: Ives Solano Araujo

PORTO ALEGRE  
2016

## Sumário

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	2
2.1 – Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	2
2.2 – O método de ensino <i>Peer Instruction</i> (Instrução pelos Colegas).....	4
2.3 – O método de ensino <i>Just in Time Teaching</i> (Ensino sob Medida).....	6
<b>3 – OBSERVAÇÕES</b> .....	8
3.1 – Características gerais da escola.....	8
3.2 – Caracterização do tipo de ensino.....	9
3.3 – Características gerais dos alunos.....	10
3.4 – Relatos das observações e monitoria.....	11
<b>4 – PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA</b> .....	25
<b>5 – CONCLUSÕES</b> .....	43
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	44
<b>7 – APÊNDICES</b> .....	45

## 1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste em um relatório de estágio supervisionado em Ensino de Física, obrigatório para a conclusão do Curso de Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As atividades de estágio visam proporcionar uma experiência em sala de aula ao graduando em Licenciatura em Física.

O estágio foi realizado no Colégio Cândido José de Godói, durante o segundo semestre do ano de 2016. Inicialmente foram feitas 19 horas de observação e monitoria das aulas de Física do Ensino Médio, ministradas por uma professora do colégio em turmas de segundo ano. Paralelamente às observações, foi feita uma preparação para o período de regência através do estudo de artigos científicos da área de Ensino de Ciências e também por meio dos chamados “microepisódios de ensino”, que consistiram em um ensaio prévio das aulas a serem ministradas, em que o estagiário apresentava os principais tópicos de sua aula ao orientador de estágio e os outros colegas estagiários, visando receber críticas e sugestões para melhorar as atividades de ensino planejadas. Os temas abordados ao longo da unidade de ensino foram o modelo de gás ideal e as transformações termodinâmicas (isovolumétrica, isobárica, isotérmica e adiabática).

A seguir será descrita brevemente a fundamentação teórica utilizada como ponto de apoio para a organização do ensino seguida do relato detalhado das observações realizadas. Na sequência, serão apresentados os planos de ensino que englobam material utilizado, os objetivos de ensino para cada aula e os relatos de regência. A título de conclusão, será apresentada uma reflexão sobre a experiência de estágio docente como um todo.

## 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma questão que vem à mente de muitos estudantes ao iniciarem o estudo de ciências, especialmente de Física, é: por que aprender esta disciplina? Os professores, ao se depararem com esse questionamento tão notório, geralmente apresentam três alternativas para responder essa questão: 1) através da Física podemos entender o mundo em que vivemos; 2) o estudo dessa disciplina pode ajudar a contribuir com o desenvolvimento socioeconômico do País e 3) serve para passar no vestibular. Em alguma medida, essas respostas refletem o que já é consenso na área de pesquisa em ensino: de que as aulas de ciências não deveriam ter um fim em si (FOUREZ, 2003). Aprender Física deve estar relacionado a objetivos maiores, como a alfabetização científica (dar condições para que as pessoas entendam o mundo natural e tecnológico) e a qualificação de futuros profissionais.

Abordagens tradicionais utilizadas no ensino de ciências têm se valido de três elementos básicos: aulas expositivas, resolução de listas de exercícios e avaliação somativa, feita ao final do processo. Esse tipo de abordagem traz diversos malefícios, como a aprendizagem mecânica de conteúdos, aumento nos índices de evasão (o que ocorre tanto na educação básica quanto no nível superior) e uma grande desmotivação por parte dos estudantes em aprender ciências.

Na escola, seja de ensino fundamental, médio ou superior, os professores apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Esta é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno. O modelo da narrativa é aceito por todos – alunos, professores, pais, a sociedade em geral – como “o modelo” e a aprendizagem mecânica como “a aprendizagem”, o que na prática constitui-se de uma grande perda de tempo (MOREIRA, 2016).

Tendo em vista a problemática supracitada, propõe-se neste trabalho a construção de uma unidade de ensino para abordar um tópico comumente ensinado no segundo ano do ensino médio – as transformações termodinâmicas de um gás, sob a perspectiva do modelo de gás ideal. A unidade de ensino desenvolvida buscou a construção de uma sequência de ensino fundamentada teoricamente, voltada para a aprendizagem significativa (não mecânica), tendo como principal marco teórico balizador a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, com o uso de métodos ativos de ensino.

### 2.1 – Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

O conceito principal da teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa, que é um processo em que uma nova informação interage com algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é assimilada através da interação com conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL *apud* ARAUJO, 2005).

A aprendizagem significativa é a aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações, a qual resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos. Esse tipo de aprendizagem depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação (MOREIRA, 2012).

Os conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz aos quais Ausubel se referia, são chamados subsunçores. São eles que dão ao indivíduo, condições de dar significado a

novas informações. A assimilação só ocorre quando há uma interação entre os subsunçores e a nova informação (MOREIRA, 1983a).

Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Outros dois conceitos importantes propostos por Ausubel são o da diferenciação progressiva e o da reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade. Já a reconciliação integradora é o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes (MOREIRA, 1997). Ambos estes conceitos buscaram ser explorados ao longo da unidade de ensino aplicada ao longo do estágio.

Para que um aluno aprenda, na concepção de Ausubel, ele necessita duas condições básicas: as informações devem ser potencialmente significativas (que sejam possíveis de relacionar com os subsunçores) e, o aprendiz deve ter motivação para aprender (ARAUJO, 2005). Caso as informações não sejam potencialmente significativas e a aprendizagem ocorra sem relação com os subsunçores, ocorre a aprendizagem mecânica (ARAUJO, 2005). Um exemplo desse elemento da teoria ausubeliana utilizado ao longo deste estágio foi o uso de simulações computacionais. Estas foram exploradas com o intuito de proporcionar uma compreensão a respeito do comportamento de sistemas gasosos sob uma perspectiva da estrutura atômico-molecular da matéria. Os conceitos de volume, pressão e temperatura puderam ser relacionados com conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos, como a noção de espaço, de taxa de colisões das partículas com as paredes do recipiente e com sua velocidade média, respectivamente.

Para Ausubel é papel do professor apresentar para seus alunos, informações potencialmente significativas, como ele mesmo diz (AUSUBEL *apud* MOREIRA, 1983a, p.18): “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo.”

Buscando fazer um levantamento dos conhecimentos prévios que os alunos detinham, cabe ressaltar a importância do período de observações, o qual possibilitou a elaboração de um planejamento didático mais adequado aos conhecimentos prévios dos alunos.

Outra função do professor nesta teoria é o de selecionar os assuntos mais importantes chamando atenção de seus alunos sobre pontos cruciais. Segundo Moreira (1983b, p.58):

“...deve o professor identificar os conceitos e proposições mais relevantes da matéria de ensino, distinguir os mais gerais e abrangentes dos que estão em um nível intermediário de generalidade e inclusividade, e estes dos menos inclusivos e específicos. Deve fazer uma espécie de “mapeamento” da estrutura conceitual do conteúdo e organizá-lo sequencialmente de acordo com esta estrutura. Trata-se aqui de preocupar-se com a “qualidade” do conteúdo e não com a quantidade.”

No sentido de buscar promover um engajamento emocional e cognitivo dos alunos, cabe citar o questionário prévio apresentado aos alunos, onde foi feito um mapeamento de pontos de interesse dos estudantes sobre a disciplina, do qual foram selecionados assuntos que chamassem a atenção dos alunos. Um exemplo utilizado ao longo das aulas foi o o desastre do dirigível Hindenburg, o qual serviu de situação-problema para o estudo do modelo de gás ideal.

Como o nosso objetivo durante a regência era de que os alunos aprendessem significativamente, as informações passadas a eles foram preparadas de maneira a serem potencialmente significativas e relacionadas com os subsunçores, os quais se buscou conhecer

durante o período de observações. Para a aprendizagem significativa se consolidar, também era necessário ainda que os alunos fossem motivados a aprender. Com esse propósito, os conteúdos foram trabalhados a partir de aplicações em fenômenos e dispositivos do cotidiano dos alunos, ilustrados ao longo do estágio através de experimentos demonstrativos trazidos por meio de vídeos de divulgação científica.

## 2.2 – O método de ensino *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas)

Os métodos ativos de ensino possibilitam a promoção de um engajamento ativo por parte dos estudantes, onde estes se envolvem cognitivamente e emocionalmente com os temas apresentados durante as aulas. Através das discussões, os alunos se comprometem com suas opiniões, podendo ter suas perspectivas confrontadas com a linguagem aceita pela comunidade científica. Esses métodos constituem estratégias que podem auxiliar os professores a tornar a sala de aula um ambiente mais frutífero nos dias atuais, onde o acesso à informação se tornou algo banal. Em vez de transmitir algo que trivialmente pode ser acessado, o professor tem a missão de passar uma mensagem, dar um sentido ao que fazer com o mar de informações ao qual temos acesso.

O *Peer Instruction* (ou, em tradução livre, *Instrução pelos Colegas*), desenvolvida na década de 1990 pelo professor Eric Mazur, da Universidade Harvard (EUA), foi uma das estratégias de ensino utilizada durante o planejamento da unidade didática. Esta estratégia está baseada na apresentação de questões conceituais para os alunos discutirem entre si em sala de aula.

No ensino tradicional, o fluxo de informações se dá de forma sequencial, geralmente seguindo uma sequência didática proposta por um livro-texto e com a informação transitando em apenas em um sentido: do professor para os alunos, que recebem passivamente as informações que lhes são apresentadas. Já no *Peer Instruction* a forma com que o diálogo é feito em sala de aula assume uma dinâmica totalmente diferente: o professor apresenta um tópico de interesse (o que é feito por meio de uma exposição dialogada breve, de cerca de 20 a 25 minutos), seguido por um *Conceptest* (ou teste conceitual, em tradução livre), com a dinâmica se dando através de discussões entre os próprios alunos, organizados em pequenos grupos, com o professor atuando como um mediador, capaz de conduzir e auxiliar os alunos em seus debates (ARAUJO & MAZUR, 2013).

Um *Conceptest* é uma sequência de ações, que consiste em apresentar uma questão conceitual (usualmente de múltipla escolha), a qual tem um conceito específico de Física associado. Idealmente, as alternativas de respostas representam concepções alternativas, de forma a tornar claro ao professor a existência de determinado ponto de vista por parte do aluno.

Depois de apresentada a questão conceitual, é dado um tempo para cada aluno fazer uma reflexão individual (sem discutir com os colegas) sobre a resposta. É importante que os alunos não saibam as alternativas que os colegas marcaram para não serem influenciados a seguir a escolha da maioria, o chamado “efeito manada”. Depois disso, é feita uma votação sincronizada, de modo que cada aluno expresse uma resposta.

A partir dos resultados dessa votação, três cenários possíveis podem ocorrer:

- 1) O primeiro cenário acontece quando a maioria dos estudantes (cerca de 70% ou mais) votaram a alternativa correta, o que demonstra que boa parte da turma possui um bom nível de entendimento a respeito do tópico apresentado. Caso este cenário se apresente, o professor deve prosseguir a aula com uma explicação complementar à questão apresentada, discutindo as alternativas erradas e buscando justificar os motivos pelos quais tais explicações não são aceitas sob o ponto de vista da ciência. Depois disso, o processo tem um

reinício, com o professor passando para um próximo tópico;

- 2) O segundo cenário é o mais rico para o *Peer Instruction*: ocorre quando há diversidade nas respostas apresentadas pelos alunos, com o percentual de acertos ficando entre 30 e 70%, aproximadamente. Este cenário é obtido por meio do uso de boas questões conceituais, que sejam problemas autênticos, relevantes aos alunos. A sequência da aula se dá através de uma discussão entre pares, chamada de "etapa do convencimento", pois os alunos organizados em pequenos grupos deverão convencer seus colegas que os critérios por eles adotados para a escolha de determinada solução à questão conceitual fazem sentido. Essa interação aumenta a capacidade de argumentação dos estudantes e facilita a compreensão do conteúdo, pois ao explicarem aos seus colegas determinado conceito, os alunos utilizam uma linguagem muito mais próxima dos seus colegas. Enquanto isso, o professor vai circulando pelos grupos, vendo como está o progresso da atividade e auxiliando nas discussões. Em seguida, é aberto um segundo processo de votação, onde os estudantes devem mostrar as respostas obtidas após o debate. Geralmente, os resultados dessa etapa levam a uma convergência para a resposta correta;
  
- 3) O terceiro cenário ocorre quando o resultado da primeira votação aponta um percentual de acertos menor que 30%. Diante deste quadro, o professor deve visitar o conceito, de modo a tornar mais claro o conteúdo a ser trabalhado. Para tanto, deve abrir mão de diferentes recursos didáticos, como atividades experimentais demonstrativas e simulações computacionais, por exemplo. O importante aqui é que não seja repetida simplesmente a exposição dialogada feita previamente.

Um aspecto relevante a respeito dos *Conceptests* é a forma como as votações podem ser feitas. Tipicamente são utilizados *flashcards*, que são um conjunto de cinco cartões com cores diferentes (correspondentes as alternativas A, B, C, D e E), sendo entregue um conjunto de cartões para cada aluno ao início da aula. Após a votação, o professor faz uma estimativa da distribuição de respostas por meio de uma inspeção visual, o que indicará os próximos passos a serem seguidos. Outra opção usual é a utilização de *clickers*, que são uma espécie de controle remoto onde cada aluno se comunica com um receptor conectado ao computador do professor, o que permite que o docente tenha um *feedback* em tempo real do processo.

A alternativa adotada durante o estágio para tornar mais eficiente o processo de votação foi a ferramenta *Plickers*. Ao início da aula, é fornecido a cada estudante um cartão com um código visual único – o que faz com que os alunos não sejam influenciados a seguir a escolha da maioria, uma vez que dificilmente conseguem identificar as alternativas que os colegas marcaram. Este código contém quatro lados, sendo atribuído a cada lado uma letra - A, B, C e D.

Após a apresentação das questões conceituais (expostas aos alunos através de um projetor), depois de ser dado um tempo para a reflexão individual os alunos escolhem a alternativa que acreditam estar correta, erguendo o cartão com a letra escolhida voltada para cima, sendo as respostas obtidas através de um *software*\* gratuito instalado em um dispositivo móvel provido de uma câmera fotográfica (como um *smartphone* ou *tablet*), o que permite a coleta em tempo real do opinião dos alunos pelo reconhecimento dos padrões de imagem únicos de cada cartão.

\* Disponível em <http://plickers.com>

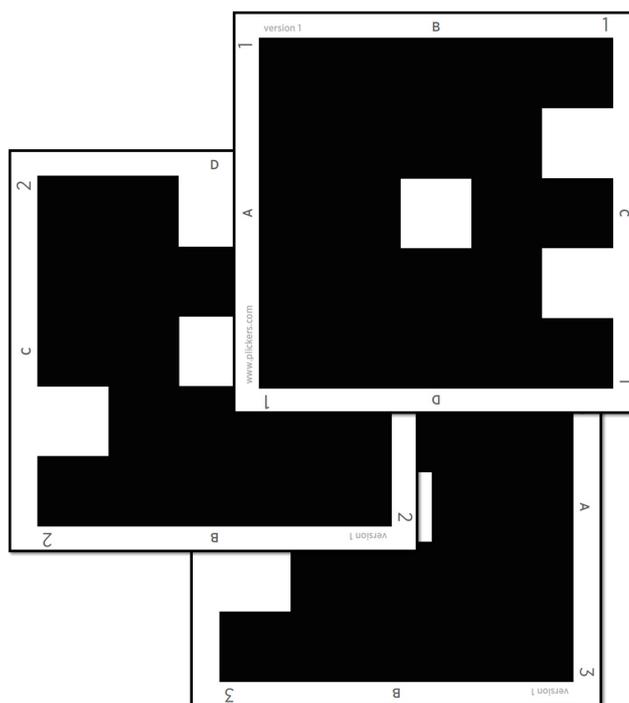


Figura 1 – Os cartões *Plickers*.

### 2.3 – O método de ensino *Just in Time Teaching* (Ensino sob Medida)

Outra estratégia de ensino utilizada durante o planejamento da unidade didática foi o *Just in Time Teaching* (ou, em tradução livre, *Ensino sob Medida*), desenvolvida pelo professor Gregor Novak da Universidade de Indiana (EUA). Segundo este método, o professor entrega algum material instrucional com antecedência para os alunos (tipicamente chamado de tarefa de leitura ou tarefa de preparação) e pede que eles leiam (ou interajam com) esse material antes da aula (ARAÚJO & MAZUR, 2013).

Para a aplicação deste método, o material instrucional aplicado como tarefa de leitura foi uma animação interativa sobre o experimento de Joule, visando determinar o equivalente mecânico do calor. Tal objeto de aprendizagem foi desenvolvido no próprio Instituto de Física da UFRGS por um estudante do Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Complementarmente, o professor apresenta 3 questões, duas relacionadas ao conteúdo (para verificar se os alunos leram o material) e uma para fornecer um *feedback* sobre a atividade (quais as dificuldades encontradas e os pontos de interesse). É solicitado que os alunos enviem suas respostas ao professor antes da aula, o que ocorre por um meio eletrônico – *e-mail*, Moodle etc. Com este *feedback* o professor consegue saber de antemão as dificuldades dos alunos sobre o tópico em estudo, o que se constitui uma forma inequívoca de levar em conta o conhecimento prévio dos alunos – um dos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

O recurso utilizado para obter o *feedback* da turma sobre a atividade foi a criação de um formulário com o Google Forms. Essa plataforma permite a criação de perguntas de múltipla escolha e dissertativas, as quais deveriam ser respondidas durante a tarefa de leitura.

Com o intuito de facilitar o acesso dos endereços eletrônicos da tarefa de leitura e das questões associadas, foi criado um *blog*\* para a turma onde foram administradas as aulas, o qual foi utilizado ao longo da unidade para a aplicação do método de ensino *Just in Time Teaching* assim como para disponibilizar materiais complementares às aulas, como os gabaritos das listas de problemas e materiais de divulgação científica.

Antes de responder às questões associadas à tarefa de leitura, o aluno deve ser instruído não apenas a escolher uma alternativa, mas a justificar sua escolha, apresentando o raciocínio através do qual foi escolhida determinada resposta. A nota que o aluno receberá em virtude dessa atividade será atribuída de acordo com o nível de engajamento mostrado para justificar a resposta escolhida, não importando se sua resposta estava correta sob o ponto de vista científico.

Com o *feedback* do *Just in Time Teaching* o professor pode:

- 1) orientar sua exposição dialogada, pois fica sabendo onde os alunos realmente têm dúvidas. Essa prática dá cabo da essência da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que diz que o conhecimento prévio dos alunos é o aspecto mais importante para uma aprendizagem significativa;
- 2) escolher questões conceituais relacionadas com as dificuldades levantadas pelos estudantes, o que torna o *Just in Time Teaching* uma estratégia muito efetiva ao ser combinada com o *Peer Instruction*.

Vale ressaltar que o uso de métodos ativos implica numa mudança no processo de avaliação. A avaliação precisa ser coerente com a metodologia de ensino utilizada, deixando de ser somativa (ou seja, feita ao final do processo) e passando a ser formativa, isto é, que orienta o processo. Ao dar ênfase a aspectos conceituais do conteúdo, não se deve, por exemplo, criar provas com meros exercícios de substituição de valores em fórmulas – é preciso buscar coerência.

Outro aspecto importante está relacionado à capacidade de resolução de problemas – habilidade importante mas que não é abordada diretamente por essas estratégias. Pesquisas informam que essa habilidade é melhor executada quando os alunos compreendem os conceitos, mas a compreensão conceitual, apesar de necessária, não é suficiente para alcançar esta competência – é necessário que os alunos despendam tempo resolvendo problemas, de modo a aplicar os conceitos vistos ao longo das discussões. Tendo em vista essa habilidade, foram propostas aulas de resolução de problemas, onde questões numéricas foram trazidas aos alunos para que pudessem ser trabalhadas em pequenos grupos pelos estudantes, com a mediação do professor.

\* Disponível em <http://www.turma208godoi2016.blogspot.com.br>

### 3 – OBSERVAÇÕES

O período de observações é importante para se ter uma concepção geral da escola, sua filosofia, seu contexto de inserção social, bem como dos professores com os quais o estagiário teve contato. Foram observadas dezenove aulas em três turmas de segundo ano do ensino médio, todas regidas por uma única professora. Ao longo das observações foi escolhida para a regência uma das turmas observadas.

Foi no período de observação que conheci melhor a turma 208 (turma escolhida para a regência), onde foi possível perceber suas dificuldades de aprendizagem e avaliar quais aspectos focar para que os alunos se interessassem em aprender o tópico da unidade de ensino.

Este capítulo está dividido em quatro partes: a primeira procura caracterizar o colégio; a segunda procura caracterizar a professora de Física e o tipo de ensino adotado; a terceira busca caracterizar os alunos observados e a quarta consiste nos relatos das observações realizadas no período de 17/08/2016 a 12/10/2016.

#### 3.1 – Características gerais da escola

Fundado em 1954, de acordo com o seu Projeto Político-Pedagógico, o Colégio Estadual Cândido José de Godói tem como filosofia de trabalho a crença de que o conhecimento universal deve ser socializado na escola como um direito de todos. A construção deste conhecimento deve embasar-se em uma prática educativa participativa, fundada em valores como solidariedade, justiça social, honestidade, responsabilidade, ética, cidadania, respeito às diferenças e ao meio ambiente.



Figura 2 – Fotografia da entrada do Colégio.

A escola busca garantir espaço para a reflexão e a permanente formação de sujeitos autônomos, com posição crítica frente as desigualdades sociais e com condições de usar as tecnologias para as transformações constantes que a sociedade exige, valorizando a vida como o bem maior do ser humano.

As condições físicas da escola são boas, as salas de aula observadas eram adequadamente iluminadas, mesas e cadeiras em boas condições, equipadas com quadro branco e ventiladores. Em relação à estrutura, pode-se citar a presença de uma biblioteca, sala de leitura, laboratório de informática e laboratórios de ensino de ciências (os quais estão em fase de implementação) e quadra de esportes.

Por fim, vale ressaltar a presença do programa PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência), que vem atuando há 4 anos na escola em diversas disciplinas, através da promoção de aulas de reforço, oficinas temáticas e atividades demonstrativas em sala de aula, onde participei como bolsista no ano de 2015 nesta escola.

### 3.2 – Caracterização do tipo de ensino

Durante o período de observações, foi possível caracterizar atitudes e posicionamentos adotados pela professora de Física frente a diversas situações que se apresentavam no cotidiano escolar.

Na sua maioria, o planejamento das aulas era baseado em recortes no livro-texto adotado, estando as aulas observadas muito próximas ao paradigma da aula tradicional, amplamente criticado por diversos teóricos da educação. A interação buscada pela professora com os alunos se restringia ao início das atividades letivas, especificamente durante a inserção de novos conteúdos, onde era levantada, com os alunos, exemplos de contextualização do assunto a ser estudado.

A docente mostrou não dar muita atenção à formação do aluno enquanto sujeito crítico, capaz de utilizar a ciência como uma ferramenta para sua emancipação enquanto cidadão. Apesar disso, em uma visão mais interpessoal, sempre agiu de forma respeitosa com todos os alunos.

A tabela abaixo (Tabela 1) apresenta alguns aspectos do tipo de ensino adotado pela professora, onde os números indicam uma escala em que o número 1 corresponde a um comportamento mais próximo do negativo e o número 5 mais próximo do positivo.

<b>Comportamentos negativos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Comportamentos positivos</b>
Parece ser muito rígido no trato com os alunos				x		Dá evidência de flexibilidade
Parecer ser muito condescendente com os alunos				x		Parece ser justo em seus critérios
Parece ser frio e reservado				x		Parece ser caloroso e entusiasmado
Parece irritar-se facilmente				x		Parece ser calmo e paciente
Expõe sem cessar, sem esperar reação dos alunos			x			Provoca reação da classe
Não parece se preocupar se os alunos estão acompanhando a exposição			x			Busca saber se os alunos estão entendendo o que está sendo exposto
Explica de uma única maneira			x			Busca oferecer explicações alternativas

Exige participação dos alunos			x		Faz com que os alunos participem naturalmente
Apresenta os conteúdos sem relacioná-los entre si			x		Apresenta os conteúdos de maneira integrada
Apenas segue a sequência dos conteúdos que está no livro		x			Procura apresentar os conteúdos em uma ordem (psicológica) que busca facilitar a aprendizagem
Não adapta o ensino ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos				x	Procura ensinar de acordo com o nível cognitivo dos alunos
É desorganizado				x	É organizado, metódico
Comete erros conceituais				x	Não comete erros conceituais
Distribui mal o tempo da aula				x	Tem bom domínio do tempo de aula
Usa linguagem imprecisa (com ambiguidades e/ou indeterminações)			x		É rigoroso no uso da linguagem
Não utiliza recursos audiovisuais	x				Utiliza recursos audiovisuais
Não diversifica as estratégias de ensino		x			Procura diversificar as estratégias instrucionais
Ignora o uso das novas tecnologias	x				Usa novas tecnologias ou refere-se a eles quando não disponíveis
Não dá atenção ao laboratório	x				Busca fazer experimentos de laboratório, sempre que possível
Não faz demonstrações em aula	x				Sempre que possível, faz demonstrações
Apresenta a Ciência como verdades descobertas pelos cientistas	x				Apresenta a Ciência como construção humana, provisória
Simplesmente “pune” os erros dos alunos			x		Tenta aproveitar erro como fonte de aprendizagem
Não se preocupa com o conhecimento prévio dos alunos		x			Leva em consideração o conhecimento prévio dos alunos
Parece considerar os alunos como simples receptores de informação		x			Parece considerar os alunos como perceptores e processadores de informação
Parecer preocupar-se apenas com as condutas observáveis dos alunos			x		Parece ver os alunos como pessoas que pensam, sentem e atuam

Tabela 1 – Caracterização do tipo de ensino.

### 3.3 – Características gerais dos alunos

Ao todo, foram observadas três turmas do segundo ano do ensino médio durante as aulas de Física. Em média, o número de alunos presentes flutuava entre 20 e 25 estudantes, sendo mais de metade meninas.

A tabela abaixo (Tabela 2) apresenta alguns aspectos relevantes sobre o comportamento dos estudantes ao longo das aulas observadas, tanto em nível interpessoal quanto em relação a resposta dada frente as propostas apresentadas pela professora. Os números indicam uma escala onde o número 1 corresponde a um comportamento não desejado e o número 5 a um comportamento

positivo.

	1	2	3	4	5
Assiduidade				x	
Interesse pelo conteúdo			x		
Respeito pela professora				x	
Disciplina			x		
Atenção durante as aulas			x		
Engajamento com as atividades propostas pela professora			x		

Tabela 2 – Características apresentadas pelos alunos durante o período de observação

### 3.4 – Relatos das observações e monitoria

Foram realizadas dezenove horas de observações e monitoria ocorridas em três turmas diferentes, no período de 17/08/2016 a 12/10/2016.

#### 3.4.1 – Relatos do dia 17/08/2016

##### Aula 1 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – sexto período da manhã

Estiveram presentes 12 alunos, sete meninas e cinco meninos (o baixo número de alunos presentes pode ser atribuído ao tempo chuvoso ocorrido neste dia). Inicialmente fui apresentado à turma, a qual se mostrou bastante receptiva. Após tomar um local vago, passei a observar a dinâmica da aula, levando em consideração os aspectos metodológicos adotados e a dinâmica da interação entre os alunos e a professora.

No início da aula ocorreu a entrega das provas que os alunos haviam feito alguns dias atrás. Nesse meio tempo, houve esclarecimentos pontuais para alguns estudantes junto à docente a respeito de questões da avaliação.

Em seguida, foi iniciado o conteúdo de dilatação térmica de sólidos – conteúdo este que seria trabalhado sequencialmente em três tópicos: dilatação linear, superficial e volumétrica. O estudo teve início com a professora escrevendo no quadro a definição do primeiro assunto – dilatação linear.

Durante essa atividade, foi possível observar que os alunos copiavam as anotações do quadro e interagiam discretamente em pequenos grupos, dos quais alguns se destacavam por conversar em um tom de voz mais elevado que os demais. Esse grupo era composto por alguns meninos que estavam ao fundo da sala.

A professora esperou alguns minutos até que todos os alunos tivessem copiado o conteúdo do quadro. Percebendo que alguns já haviam concluído a tarefa de copiar a matéria, passou a interagir com os estudantes, o que deixou evidente o bom nível de relacionamento dela com os alunos.

Dando prosseguimento à aula, foi feita uma explicação oral do conteúdo, tendo sido chamada a atenção para alguns aspectos conceituais relacionados ao assunto em estudo e explicando os termos da expressão usada para calcular a dilatação linear de um objeto. Durante a explicação, a docente deu exemplos do cotidiano para ilustrar o fenômeno.

Um aspecto que merece destaque é que durante a explicação, os alunos permaneceram em silêncio, demonstrando atenção e respeito à professora. Após essa explicação, foi feita a chamada para verificar quem estava presente.

Havia próximo à mesa da professora quatro alunas mais discretas, que não interagem com os demais alunos, permanecendo em silêncio ao longo da aula – algo que também chamou minha atenção durante a observação.

Ao final da aula, a professora solicitou que os alunos disponibilizassem o conteúdo da aula aos colegas que não haviam comparecido através do grupo da turma em uma rede social, tarefa esta que ficou sob a responsabilidade da líder da turma.

Tive uma impressão positiva da turma. Além de ter sido bem recebido, os alunos demonstraram ter diversas características comportamentais bastante adequadas para o desenvolvimento do estágio docente, como interesse pelo conteúdo e respeito pela professora.

### **3.4.2 – Relatos do dia 19/08/2016**

#### **Aula 2 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – primeiro período da manhã**

A turma tinha 19 alunos, dez meninos e nove meninas. Foi dado continuidade ao assunto de dilatação térmica, e como muitos alunos haviam faltado a aula anterior, vários estavam surpresos por ter conteúdo novo.

A professora escreveu um trecho da matéria no quadro e deu dez minutos para que os alunos colocassem em dia seu caderno. De um modo geral, a turma se comportou bem, permanecendo em silêncio, com conversas em tom baixo. Alguns estudantes, assim como na aula anterior, não interagiram com os demais colegas, permanecendo em silêncio.

A docente buscou questionar os alunos perguntando qual o significado do conceito de dilatação, mas a turma acabou não interagindo. Como na aula anterior, após explicar os aspectos conceituais mais importantes do assunto, foi dada ênfase à fórmula utilizada para o cálculo da dilatação linear, buscando verificar junto aos alunos o que cada termo da expressão significava. Os alunos prestaram atenção durante a explicação, inclusive os que conversavam com colegas momentos antes.

Em seguida, foi dado um problema como exemplo do conteúdo no quadro, que consistia basicamente na aplicação direta de valores na fórmula. A professora chamou atenção para a ordem de grandeza relacionada ao coeficiente de dilatação linear do material, dando ênfase à notação científica e à unidade de medida utilizada, pedindo para que os alunos tentassem resolver o problema.

Durante esse tempo, uma funcionária da escola entrou na sala para informar que durante o quarto período da manhã a professora retornaria à turma, em função da falta de outro professor.

Ao perceber que a maioria da turma não havia resolvido o problema, a professora propôs que o exercício fosse resolvido colaborativamente, mas o período acabou chegando ao fim no meio da atividade.

#### **Aula 3 - Turma 207 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã**

Esta turma consistia de 26 alunos, 14 meninos e 12 meninas.

A professora iniciou a aula me apresentando à turma, a qual se mostrou bastante receptiva. Após tomar um local vago, passei a observar a dinâmica da aula, tendo em vista aspectos metodológicos adotados pela professora durante a sua prática e a dinâmica da interação entre os alunos e a professora.

Nos instantes iniciais da aula, os alunos estavam bastante dispersos, e para cobrir a falta de um colega em outra turma, a professora se ausentou da sala de aula, deixando os alunos sem atividade alguma.

Durante sua ausência, enquanto orientava as atividades para a turma onde fora requisitada, foi possível observar que entre os alunos havia um ambiente de descontração, com diversos focos de conversa.

Ao retornar (o que ocorreu logo em seguida), a professora perguntou se havia entregue as provas feitas recentemente pelos alunos, e tendo em vista a resposta negativa recebida, ela procedeu com a entrega das avaliações. A entrega das provas durou dez minutos.

Os alunos continuavam conversando, com um tom de voz relativamente alto, a ponto de dificultar a comunicação da professora com os discentes.

Após a entrega da prova, a professora propôs a seguinte atividade: os alunos que tivessem tirado conceitos abaixo da média deveriam colar a prova no caderno e refazer as questões erradas para que pudessem melhorar seus conceitos, e quem tivesse tirado o conceito acima da média deveria ajudar os colegas.

A professora se ausentou para dar assistência novamente à outra turma e retornou alguns minutos depois, procedendo com a chamada.

Alguns alunos estavam realizando a atividade, mas a grande maioria estava conversando em pequenos grupos. Havia inclusive um aluno dormindo! Acredito que este acontecimento deixou claro a importância de uma orientação permanente por parte do docente, o qual deve promover atividades que envolvam os estudantes emocional e cognitivamente, de forma a tornar o período em sala de aula produtivo.

Ao final da aula, cerca de dez minutos antes do final do período, a professora liberou os alunos para o recreio, sem perguntar como estava o andamento geral da atividade.

#### **Aula 4 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – quarto período da manhã**

Nesta aula, estiveram presentes 23 alunos, 12 meninas e 11 meninos. A professora iniciou a aula resolvendo o problema que havia ficado pendente sobre dilatação térmica, chamando a atenção para a ordem de grandeza do fenômeno em questão. A turma se comportou bem durante essa atividade, havendo pequenos focos de conversa, todos em baixo tom de voz.

Ao final da explanação sobre o exercício da aula anterior, a professora abriu espaço para eventuais dúvidas dos alunos, os quais responderam dizendo não haver nenhum ponto pendente. Creio que o uso métodos ativos de ensino seria uma estratégia mais eficaz de verificar se os alunos haviam assimilado os significados dos conceitos trabalhados.

Dando prosseguimento à aula, a professora escreveu mais dois exercícios de aplicação de fórmula no quadro, e concedeu alguns minutos para que os alunos resolvessem as questões. Durante essa atividade, um dos alunos foi esclarecer uma dúvida pontual com a professora, enquanto os outros alunos discutiam o exercício entre si.

Algo relevante ocorrido durante essa observação foi que vários estudantes não retornaram do

recreio, especialmente o grupo de meninos que senta no fundo da sala. Vale a pena ressaltar que não havia aula de Física programada para o quarto período da manhã, e que a professora estava dando aula no lugar de outro docente que havia se ausentado.

Quinze minutos após o início da aula, a professora deixou os alunos, indo fazer a chamada em outra turma. Os alunos ficaram resolvendo os exercícios, sem muita agitação inicialmente, contudo logo em seguida houve uma elevação do nível das conversas pois a grande maioria dos alunos já havia resolvido os exercícios propostos.

Mesmo durante o período no qual os alunos não estavam sob a supervisão da professora foi possível observar que, na ausência do grupo de meninos mais agitados, houve a formação de dois núcleos de alunos: um deles composto por quatro meninas e três meninos e outro por duas meninas. Os demais alunos (quatro meninas e um menino) permaneceram em silêncio em suas classes, ouvindo música ou utilizando seus celulares.

Outro aspecto notável é que os lugares onde os alunos sentam apresentam o mesmo padrão ao longo das aulas observadas.

### **Aula 5 - Turma 207 – segundo ano do ensino médio – quinto período da manhã**

A aula iniciou com cinco minutos de atraso. Nesta aula, estiveram presentes 25 alunos, 13 meninas e 12 meninos.

A professora iniciou a aula ajudando diversos alunos na correção dos exercícios da prova. Nesse meio tempo, alguns alunos se mostraram engajados com o término da atividade, enquanto outros não aparentavam estar empenhados na execução da tarefa.

Ao todo, essa atividade durou 20 minutos. A medida que os estudantes encerravam a correção da prova, iam apresentando seu trabalho à professora, que atualizava o conceito atribuído à avaliação. Com o término da tarefa, diversos alunos se ausentaram da sala de aula, enquanto outros permaneceram conversando em pequenos grupos.

Dando prosseguimento à aula, a professora solicitou a atenção dos alunos para que copiassem o conteúdo passado no quadro, sobre dilatação térmica dos sólidos.

Um dos alunos, considerado um dos mais problemáticos pela professora (o mesmo que havia dormido na aula anterior), fez uma pergunta relevante sobre o novo assunto em estudo, mas não foi dada atenção a sua colocação. Acredito que uma postura mais inclusiva não tenha sido adotada pois esse aluno costumava não dar nenhuma atenção às aulas, geralmente contribuindo negativamente através de seus comentários que tinham pouca conexão com os conteúdos abordados.

Enquanto a professora escrevia o conteúdo no quadro, a desordem da turma permanecia alta. Em certo momento, quando o nível de barulho ficou acima da média, alguns alunos solicitaram aos demais que baixassem o tom de voz, numa espécie de autorregulação da turma.

Os alunos mais próximos à mesa da professora eram os mais aplicados, parecendo cumprir a tarefa proposta.

Faltando quinze minutos para o término da aula, a professora fez a chamada. Vale ressaltar que, ao final da aula, já havia alguns alunos em pé, ansiosos para serem liberados. A turma foi dispensada cerca de dez minutos antes do final do período.

### **Aula 6 - Turma 205 – segundo ano do ensino médio – sexto período da manhã**

Nesta aula, estiveram presentes 24 alunos, 13 meninas e 11 meninos.

Fui inicialmente apresentado à turma, a qual se mostrou bastante receptiva. Após tomar um local vago, passei a observar a dinâmica da aula, tendo em vista aspectos metodológicos adotados e a dinâmica da interação entre os alunos e a professora.

Os alunos sentados mais ao fundo estavam bastante agitados, conversando sobre assuntos cotidianos em diversos grupos. Já os alunos mais próximos à mesa da professora pareciam realizar a tarefa proposta pela professora, que consistia na resolução de dois exercícios sobre dilatação linear escritos no quadro.

Um grupo de meninas localizado ao fundo da sala, que estava bastante exaltado no início da aula, mudou seu comportamento passando a executar a tarefa proposta pela professora. Já as alunas mais próximas à professora conversavam animadamente, sobre assuntos não relacionados à aula – provavelmente por já terem realizado a tarefa proposta.

Ao todo, a atividade durou cerca de 20 minutos. Mesmo tendo sido disponibilizado bastante tempo para a execução da atividade, alguns alunos começaram a copiar o conteúdo do quadro com grande atraso, mostrando total desinteresse pela aula.

Foi possível observar que alguns alunos haviam resolvido os exercícios rapidamente, enquanto outros sequer haviam tentado. Uma das dificuldades dos alunos era a conversão de unidades, o que denotava uma compreensão superficial de conceitos básicos como unidades de medida de comprimento.

Após a realização da chamada, a professora foi ao quadro resolver as questões propostas. Os exercícios foram resolvidos em voz alta, com a professora chamando a atenção para alguns aspectos conceituais do conteúdo, como as unidades envolvidas e o uso de notação científica.

Após responder um dos exercícios, a professora começou a circular pelas classes para ver o andamento da atividade, e logo os alunos foram liberados, aproximadamente 20 minutos antes do término do período.

### **3.4.3 – Relatos do dia 26/08/2016**

#### **Aula 7 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – primeiro período da manhã**

A professora deu continuidade ao estudo de dilatação térmica, abordando os assuntos de dilatação superficial e volumétrica.

No início do período, havia 22 alunos presentes, 12 meninas e dez meninos. Nos momentos iniciais do período os estudantes estavam bastante agitados, mas foram ficando mais calmos ao longo da aula.

Antes do início das atividades, a professora me cedeu um tempo para a aplicação do questionário de estágio (ver Apêndice A). A turma se mostrou receptiva em relação à atividade, com alguns alunos realizando a atividade logo em seguida.

Depois de passar o conteúdo no quadro, a professora teve que se ausentar, deixando a turma sozinha. Inicialmente a turma parecia empenhada na atividade proposta, com exceções pontuais de alunos que sequer haviam retirado o caderno para copiar o conteúdo.

Por ser uma atividade simples, os alunos rapidamente terminaram a tarefa proposta, o que ficou evidente pois logo em seguida o grau de agitação da turma aumentou significativamente.

Em pouco tempo os alunos já estavam completamente dispersos, conversando e brincando em pequenos grupos. Uma brincadeira em particular chamou a atenção por envolver boa parte da turma, inclusive as meninas que não interagiam com os demais colegas – a brincadeira `descubra`.

Nesse jogo, um aluno estendia defronte seu rosto uma palavra ou sentença, como o nome de um filme, por exemplo. Esse aluno não sabia o conteúdo da mensagem, mas todos os colegas ao seu redor estavam vendo os dizeres, mas não podiam contar o que estava escrito devida à regra do jogo. Era permitido dar dicas para que o colega adivinhasse a palavra que estava segurando.

Essa dinâmica demonstrou ter potencial para ser utilizada como atividade didática, tanto pelo seu caráter lúdico quanto pelo alto nível de engajamento por parte dos estudantes. Para aplicar tal atividade, duas modificações devem ser feitas: o conteúdo das mensagens deve estar relacionado ao assunto estudado, obviamente, e deve ser feito mais de um grupo, de modo a tornar a atividade mais inclusiva.

#### **3.4.4 – Relatos do dia 02/09/2016**

##### **Aula 8 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – quarto período da manhã**

Teve início o regime de horários reduzidos, passando os períodos a terem duração de 40 minutos.

No início do período, apresentei o experimento demonstrativo do anel de Gravesande, para ilustrar o fenômeno da dilatação térmica superficial. Houve bastante interesse por parte dos estudantes pois a dinâmica enriqueceu o estudo feito previamente, devido ao caráter mais concreto do fenômeno em estudo. Durante a apresentação, alguns alunos se mostraram mais engajados, fazendo perguntas sobre o assunto, enquanto outros se mostraram indiferentes à atividade. A atividade durou cerca de dez minutos.

Ao todo, estavam presentes 22 alunos, sendo 14 meninas e oito meninos.

A aula prosseguiu com a professora ditando exercícios sobre dilatação térmica. Após o término do ditado, foi disponibilizado o tempo restante do período para que os alunos resolvessem os problemas individualmente.

Durante essa parte da aula, pude observar que a professora tinha um ótimo relacionamento com a turma. A docente circulava pelas classes auxiliando os alunos na resolução dos problemas.

#### **3.4.5 – Relatos do dia 08/09/2016**

##### **Aula 9 - Turma 207 – segundo ano do ensino médio – segundo período da manhã**

Ao todo, estavam presentes 19 alunos, sendo 13 meninas e seis meninos.

Foi passado um exercício no quadro sobre dilatação térmica para que os alunos resolvessem individualmente, sendo dado um tempo para que os estudantes resolvessem a questão:

*Uma ponte de aço tem mil metros de comprimento. Dado  $\alpha = 1,2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , se o aço sofrer uma*

*variação de temperatura de 30°C, qual será a dilatação sofrida?*

Depois de aproximadamente quinze minutos, a professora foi ao quadro mostrar a resolução do exercício proposto. Durante a explicação, foi chamada a atenção para o uso da notação científica e a interpretação das unidades de medida envolvidas.

Os alunos se reuniram em grupos para cumprir a atividade, que consistia em mais quatro exercícios sobre dilatação térmica que foram repassados aos alunos sob a forma de material impresso. Esta atividade teve prosseguimento até o final da aula.

## **Aula 10 - Turma 206 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã**

Ao todo, estavam presentes 20 alunos, sendo 12 meninas e oito meninos.

A professora pediu para os alunos checarem se os exercícios da última aula foram resolvidos. Vendo que a turma não estava com a atividade pronta, ela deu cerca de dez minutos para que os estudantes terminassem a tarefa.

Durante essa atividade, alguns alunos interagem com os colegas trocando significados sobre os problemas. Alguns alunos pediram ajuda para a professora buscando sanar dúvidas, tendo sido atendidos prontamente.

Os alunos que não haviam copiado a matéria tiraram fotos dos cadernos dos colegas. Devido à natureza dos problemas (todos de aplicação de fórmulas), era comum o uso de celulares durante a atividade. Infelizmente, o uso dos telefones não se restringia à resolução dos exercícios, sendo utilizados também para acessar redes sociais, prática bastante comum entre os estudantes.

Em certo momento, a professora perguntou a alguns alunos se haviam conseguido resolver a atividade, recebendo uma resposta negativa como resposta. A docente não circulou pelas classes durante a atividade.

Uma das dificuldades que pude observar foi com a interpretação dos exercícios por parte dos alunos. Alguns estudantes não conseguiam diferenciar os tipos de coeficientes de dilatação usados (linear, superficial e volumétrico), demonstrando não ter um nível satisfatório de compreensão dos conceitos envolvidos.

Em seguida, foram escritos no quadro mais três exercícios para que os alunos resolvessem:

1) *Uma ponte de aço tem mil metros de comprimento. Dado  $\alpha = 1,2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , se o aço sofrer uma variação de temperatura de 30°C, qual será a dilatação sofrida?*

2) *Uma placa apresenta uma área de 1cm<sup>2</sup>. Ao ser aquecida de 0°C até 50°C, sua área aumenta  $\Delta A = 1,0 \times 10^{-4}\text{cm}^2$ . Determine o coeficiente de dilatação superficial do material.*

3) *O comprimento de um fio de alumínio é de 40m a 20°C. Sabendo que o fio é aquecido até 60°C, e que o  $\alpha = 24 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , determine a dilatação do fio.*

Depois de ter disponibilizado alguns minutos para que os alunos trabalhassem em cima dos problemas propostos, a professora iniciou um novo conteúdo, escrevendo a matéria no quadro:

### *Dilatação térmica dos líquidos*

*Enquanto os sólidos possuem forma própria e volume definido, os líquidos têm somente volume definido. Para se verificar a dilatação de um líquido é preciso colocá-lo dentro de um*

*recipiente. Assim, quando aquecemos o sistema, tanto o líquido quanto o recipiente se dilatam.*

Ao final do período, os alunos estavam ansiosos para ir ao recreio, o que ficou bastante evidente devido à alta agitação da turma.

### **Aula 11 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – quarto período da manhã**

Ao todo, estavam presentes 24 alunos, sendo 14 meninas e dez meninos.

Esta aula iniciou um período após o recreio, o que fez com que a turma estivesse bastante agitada, com poucos alunos prestando atenção na aula.

A professora iniciou o conteúdo de dilatação térmica dos líquidos, escrevendo o conteúdo no quadro:

*Enquanto os sólidos possuem forma própria e volume definido, os líquidos possuem somente volume definido. Para se verificar a dilatação de um líquido é preciso colocá-lo dentro de um recipiente. Assim, quando aquecermos o sistema, tanto o líquido quanto o recipiente irão dilatar.*

Foi dado um tempo para que os alunos copiassem o conteúdo do quadro. Durante esse meio tempo os alunos se organizaram em pequenos grupos, demonstrando uma certa indisciplina em alguns momentos, o que foi corrigido pela professora, que dava atenção em sua mesa a uma aluna em particular.

Em seguida, a professora continuou passando o conteúdo no quadro:

#### *Dilatação real*

*Assim como nos sólidos, a dilatação volumétrica de um líquido é diretamente proporcional ao volume inicial do líquido e a variação de temperatura*

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T, \text{ onde neste caso, } \gamma \text{ é o coeficiente de dilatação do líquido}$$

#### *Dilatação aparente*

*Quando aquecemos o líquido, estamos também aquecendo o recipiente que também se dilata. Assim, a dilatação medida na prática é denominada dilatação aparente.*

### **Aula 12 - Turma 207 – segundo ano do ensino médio – sexto período da manhã**

Nesta aula, estiveram presentes 23 alunos, 12 meninas e 11 meninos. A aula iniciou com a professora passando no quadro um trecho da matéria em estudo:

#### *Dilatação volumétrica*

*Em alguns casos, iremos considerar a dilatação nas três dimensões do corpo. Para isso, o corpo deve ter as três dimensões de tamanhos consideráveis.*

*Exemplos: bola, esfera, paralelepípedo.*

*Para calcular a dilatação no volume do corpo, utilizamos*

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T$$

*Onde*

$V_0$  é o volume inicial  
 $\gamma$  é o coeficiente de dilatação volumétrica ( $\gamma = 3\alpha$ )  
 $\Delta T$  é a variação de temperatura

Em relação as características gerais dos alunos, estes estavam bastante dispersos no início da aula, o que durou aproximadamente cinco minutos, até o momento em que a professora repreendeu a turma em função da desordem.

Durante o tempo que foi dado para que os alunos copiassem o conteúdo, alguns estudantes pediram explicações sobre a matéria, demonstrando interesse pelo tópico em estudo.

Antes de explicar o conteúdo novo, a professora corrigiu o segundo exercício dado no período anterior. Durante a explicação, foi possível observar que os alunos apresentavam dificuldades conceituais como o conceito de área, confundido por alguns alunos pelo perímetro.

A explicação do exercício proferida pela docente levava em conta as considerações dos alunos.

O prosseguimento da aula se deu com um exemplo sendo colocado no quadro para que os alunos copiassem:

*Exemplo: uma esfera apresenta volume de  $125\text{cm}^3$  quando está a  $10^\circ\text{C}$ . Sabendo que o  $\alpha$  do material da esfera vale  $20 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ , calcule o aumento do volume quando aquecido até  $80^\circ\text{C}$ .*

Antes de resolver o exemplo, a professora explicou o conteúdo passado no quadro, chamando a atenção de determinados aspectos, como quando utilizar as expressões para dilatação linear, superficial e volumétrica.

Durante a explicação do exemplo, foi salientada a identificação das variáveis durante a leitura do problema como um aspecto fundamental para a sua resolução.

A título de encerramento da aula, foi colocado no quadro mais um exercício:

*1) Um corpo apresenta  $820\text{cm}^3$  de volume quando está a  $20^\circ\text{C}$ . Calcule a dilatação sofrida quando aquecido até  $420^\circ\text{C}$ , sabendo que  $\alpha = 300 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ .*

### 3.4.6 – Relatos do dia 15/09/2016

#### Aula 13 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – quarto período da manhã

Nesta aula, estiveram presentes 19 alunos, 13 meninas e seis meninos.

A primeira atividade desenvolvida foi a explicação do texto passado na aula anterior. Para tanto, foi feito um desenho no quadro, e baseada no desenho a professora buscou justificar os termos utilizados na fórmula para calcular a dilatação sofrida por líquidos:

$$\Delta V_{\text{real líquido}} = \Delta V_{\text{líquido}} + \Delta V_{\text{recipiente}}$$

$$\text{onde } \Delta V_{\text{líquido}} = \Delta V_{\text{aparente do líquido}}$$

Os alunos demonstraram bastante atenção durante a explicação da professora, permanecendo em silêncio durante a explanação. Além disso, a turma mostrou respeito pela docente pois respondeu

prontamente ao pedido para que cessassem as conversas que estavam acontecendo.

Dando prosseguimento à aula, foi passado um exemplo do conteúdo no quadro, dando um tempo para que os alunos copiassem.

*Exemplo: um recipiente de vidro de 200ml de volume está completamente cheio de mercúrio e ambos se encontram a 30°C. Se a temperatura do sistema sobe para 90°C, qual o volume de líquido que transborda do recipiente? (Dados:  $\gamma_{Hg} = 1,8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{vidro} = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )*

### **3.4.6 – Relatos do dia 16/09/2016**

#### **Aula 14 - Turma 207 – segundo ano do ensino médio – segundo período da manhã**

Nesta aula, estiveram presentes 24 alunos, 14 meninas e dez meninos.

No início do período, foi repassado aos alunos dois problemas no quadro para que trabalhassem o conteúdo de dilatação térmica linear:

1) *Uma ponte de aço tem 1000m de comprimento quando está a 0°C. O  $\alpha$  do aço é  $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Qual a expansão da ponte quando a temperatura sobe para 30 °C?*

2) *Uma placa apresenta inicialmente uma área de  $1\text{m}^2$  a 0 °C. Ao ser aquecida até 50 °C, sua área aumenta  $1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ . Determine o coeficiente de dilatação superficial ( $\beta$ ) do material que constitui a placa.*

Após 20 minutos, a professora checkou junto à turma se os estudantes já haviam concluído os exercícios propostos. Tendo recebido uma resposta positiva a sua indagação, procedeu com a resolução dos problemas no quadro. Durante a explicação, foram salientados diversos aspectos relevantes, como a identificação de variáveis e incógnitas, o uso da notação científica e das unidades de medida adequadas.

Dando prosseguimento à aula, foi cedido um tempo para que eu apresentasse o experimento do anel de Gravesande à turma, de forma a ilustrar através de um experimento demonstrativo o fenômeno em estudo. A atividade foi bastante produtiva, tendo sido útil para conectar o conteúdo abordado a uma visão atomista da matéria.

Depois da discussão do anel de Gravesande, os alunos foram ao auditório da escola para assistir uma palestra.

#### **Aula 15 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – quinto período da manhã**

Nesta aula, estiveram presentes 22 alunos, 12 meninas e dez meninos.

No início da aula foi abordado o comportamento anômalo da água, dentro do contexto da dilatação térmica. A estratégia de ensino adotada pela professora no início das atividades foi uma exposição dialogada, buscando trazer situações vivenciadas pelos estudantes, como o congelamento de água no refrigerador.

Em resposta à dinâmica, os alunos se mostraram bastante animados, especialmente por ser um assunto presente em seu cotidiano.

Dando prosseguimento à aula, foi passado no quadro um texto complementar à explicação:

### *Dilatação irregular da água*

*Algumas substâncias, com destaque para a água, apresentam comportamento irregular em relação às variações térmicas em determinadas faixas de temperatura. No intervalo de temperatura entre 0°C e 4°C, o aumento de temperatura provoca a contração do volume da água.*

Antes da exposição oral, foi solicitado que os alunos ficassem em silêncio, pedido este tendo sido prontamente atendido, o que evidenciou um bom nível de respeito pelo professor.

### **3.4.7 – Relatos do dia 07/10/2016**

#### **Aula 16 - Turma 207 – segundo ano do ensino médio – sexto período da manhã**

Nesta aula, estiveram presentes 21 alunos, dez meninas e 11 meninos.

Foi feita inicialmente uma discussão sobre o experimento demonstrativo do anel de Gravesande.

O *feedback* dos alunos quanto à atividade foi bastante positivo, especialmente devido à interação elevada de alguns estudantes durante a atividade.

Depois da discussão, foi dado tempo para que os alunos resolvessem os exercícios repassados na aula anterior.

Grande parte dos alunos claramente não estava executando a atividade proposta, o que pode ser observado pela alta dispersão dos estudantes.

Depois de realizar a chamada, a professora marcou uma prova para a semana seguinte.

### **3.4.7 – Relatos do dia 12/10/2016**

#### **Aula 17 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – sexto período da manhã**

O número de estudantes presentes era de 19 alunos, sendo 12 meninas e sete meninos.

No início da aula, os discentes estavam bastante agitados, tendo sido necessário uma intervenção da professora, que solicitou atenção aos alunos. Estes prontamente responderam ao pedido da docente.

Depois de entregar os conceitos que os alunos obtiveram na avaliação do segundo trimestre, a professora iniciou o conteúdo de transmissão térmica, ditando parte do conteúdo:

*Como já foi estudado, o calor corresponde à energia térmica que é transferida de um corpo para outro. Espontaneamente o calor flui do corpo mais quente para o corpo mais frio.*

*A transferência dessa energia térmica é possível graças a alguns processos que estudaremos a partir de agora.*

O conceito de energia térmica é amplamente criticado devido a sua difícil definição, não sendo adotado em textos científicos. Além disso, a ideia de que o calor flui do corpo mais quente para o corpo mais frio pode induzir os alunos a formação de concepções alternativas, especialmente à ideia do calórico, que via o calor como um fluido. Depois disso, a professora iniciou um diálogo com a turma realizando uma série de perguntas aos estudantes:

1) *Por que no inverno usamos roupas de lã?*

2) *Um cobertor aquece?*

Depois de ouvir algumas ideias dadas pelos estudantes, a professora continuou a dinâmica dando respostas as perguntas dadas:

*O cobertor não aquece pois não tem calor. Já a lã dificulta a troca de calor, isto é, é um isolante térmico. O cobertor não aquece – se colocarmos um chinelo debaixo do cobertor, ele não sairá de lá quente.*

Os alunos demonstraram bastante interesse pelo assunto, interagindo bastante durante a exposição dialogada.

Dando prosseguimento à aula, a professora continuou com o ditado:

*Condução de calor*

*Quando as partículas de um sólido vibram, elas transmitem energia para as partículas vizinhas que estão ligadas pela rede cristalina. A energia se propaga sem transportar matéria. Por exemplo, quando aquecemos uma extremidade de uma barra metálica, o calor se propaga até a outra extremidade.*

Ao dizer que a energia se propaga, corre-se o risco de induzir os alunos a formarem concepções alternativas sobre o conceito de calor. Acredito que o uso de recursos visuais, como animações em vídeo ou simulações computacionais poderiam ter sido bastante proveitosos para promover uma visão mais próxima da aceita pela comunidade científica contemporânea, que vê os conceitos de calor e trabalho como processos de transferência de energia. Após a realização do ditado, os alunos foram ao auditório da escola para assistir uma palestra.

### **3.4.7 – Relatos do dia 13/10/2016**

#### **Aula 18 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – primeiro período da manhã**

O número de estudantes presentes era de 21 alunos, sendo 12 meninas e nove meninos.

A professora continuou o conteúdo da aula anterior, passando mais matéria no quadro:

*Os líquidos são maus condutores de calor e nos gases, o processo de condução de calor é praticamente desprezível.*

*A estrutura molecular dos metais caracteriza-se pelas ligações metálicas constituídas de elétrons livres. Esses elétrons fazem dos metais bons condutores de calor e eletricidade.*

Durante a atividade, os alunos demonstraram respeito pelo professor, pois a grande maioria cumpriu a atividade proposta em silêncio. Havia poucos focos de conversa, todas dentro do limite considerado aceitável. Ao perceber que o tom da conversa saía do normal, a professora chamava a atenção da turma exigindo disciplina.

A aula teve prosseguimento com mais conteúdo sendo passado no quadro:

#### *Convecção térmicas*

*Os fluidos (líquidos e gases) são maus condutores de calor. É comum, em uma piscina, por exemplo, percebermos regiões mais quentes que outras. Isso acontece porque quando aquecemos um fluido, de modo geral, sua densidade diminui e esse fluido tende a subir, visto que o fluido mais denso tende a ocupar posições mais baixas. Continuamente, o ar que nos rodeia é renovado por esse processo. São as correntes de convecção.*

Durante o tempo dado para que os alunos copiassem o conteúdo, a professora circulou pela classe verificando se cada aluno havia realizado os exercícios passados na aula anterior sobre condução térmica. Além de anotar se a tarefa havia sido feita, a professora auxiliava nas dúvidas dos alunos referentes aos problemas. Para os alunos que não fizeram os exercícios, foi dada uma nova chance para que apresentassem a resolução das questões até a próxima aula.

### **3.4.7 – Relatos do dia 14/10/2016**

#### **Aula 19 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã**

Nesta aula havia presentes 14 alunos, sendo oito meninas e seis meninos.

Foi dado prosseguimento ao estudo de mecanismos de transmissão de calor. Acredito que o termo "transmissão de calor" não tenha sido uma boa escolha, por induzir a formação de concepções alternativas entre os alunos, especialmente a noção de calor como um fluido. A professora passou no quadro mais um trecho do conteúdo para que os alunos copiassem em seus cadernos:

#### *Irradiação térmica*

*Quando nos aproximamos de uma fogueira, somos ``atingidos`` por uma quantidade de energia transmitida por ela por meio de ondas eletromagnéticas.*

*O processo de transferência de calor através de ondas eletromagnéticas, também chamadas de ondas de calor, é chamado de irradiação térmica.*

O conceito de "ondas de calor" remete ao uso cotidiano da palavra calor, não sendo apropriado durante uma aula de Física, onde a linguagem utilizada deve estar de acordo com a linguagem científica. O uso de experimentos demonstrativos poderia ser uma forma simples e eficaz de trabalhar esse conceito, evitando interpretações errôneas por parte dos alunos. Após passar o conteúdo, a professora continuou olhando os cadernos dos alunos, buscando verificar se haviam feito os exercícios propostos anteriormente.

A turma demonstrou um bom nível de relacionamento interpessoal com a professora, o que ficou evidente através de uma discussão que se instaurou sobre a precariedade do ensino público.

Por outro lado, os alunos não apresentavam interesse pelo conteúdo, não formulando perguntas sobre o assunto ou perguntando em que contexto poderia ser aplicado.

No que diz respeito à disciplina, havia diversos focos de conversa pela sala, mas todas proferidas em tom de voz aceitável.

Como não foi proposta nenhuma atividade adicional, com o decorrer da aula os alunos ficaram

ansiosos para ir ao recreio, tendo sido liberados logo após a chamada.

#### 4 - PLANOS DE AULA E RELATOS DE REGÊNCIA

Neste capítulo serão apresentados os planos de aula planejados para serem aplicados durante o período de regência. Antes desse período iniciar, foram preparadas 14 horas-aula para serem aplicadas segundo o cronograma de regência.

<b>Aula:</b>	<b>Data:</b>	<b>Tópico:</b>	<b>Estratégia de ensino:</b>
1	19/10 (quarta-feira)	- introdução - apresentar os resultados do questionário, as propostas didáticas e o conteúdo a ser trabalhado na unidade, dando uma visão geral do conteúdo e salientando a relevância do tópico em estudo.	- aula expositiva, com apresentação de <i>slides</i> e vídeos no computador;

2	20/10 (quinta-feira)	- discutir os conceitos de calor, trabalho e energia interna	- Ensino sob Medida e Instrução pelos Colegas;
3	21/10 (sexta-feira)	- aprofundamento do conceito de energia interna e de estados termodinâmicos;	- Ensino sob Medida e Instrução pelos Colegas;
4	26/10 (quarta-feira)	- aula de resolução de problemas;	- resolução de problemas em pequenos grupos (de 3 a 4), com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões;
5	27/10 (quinta-feira)	- início do estudo do comportamento de gases e transformações termodinâmicas - o modelo do gás ideal;	- aula expositiva, com apresentação de <i>slides</i> e vídeos no computador;
6	28/10 (sexta-feira)	- processos termodinâmicos – transformações isovolumétricas, isobáricas e isotérmicas.	- aula expositiva, com apresentação de <i>slides</i> e vídeos no computador;
7	03/11 (quinta-feira)	- processos termodinâmicos – transformações isovolumétricas, isobáricas e isotérmicas.	- Instrução pelos Colegas;
8	04/11 (sexta-feira)	- aula de resolução de problemas sobre transformações isovolumétricas, isobáricas e isotérmicas.	- resolução de problemas em pequenos grupos (de 3 a 4), com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões;
9	09/11 (quarta-feira)	- transformação adiabática;	- aula expositiva, com apresentação de <i>slides</i> e vídeos no computador;
10	17/11 (quinta-feira) – terceiro período	- aula de resolução de problemas sobre transformações adiabáticas;	- resolução de problemas em pequenos grupos (de 3 a 4), com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões;
11	17/11 (quinta-feira) – quinto período	- aula de resolução de problemas sobre transformações isovolumétricas, isobáricas, isotérmicas e adiabáticas;	- resolução de problemas em pequenos grupos (de 3 a 4), com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões;
12	18/11 (sexta-feira)	- revisão da unidade;	- resolução de exercícios e esclarecimento de dúvidas pelo professor.
13 e 14	24/11 (quinta-feira) – terceiro e quinto períodos	- avaliação final individual da unidade;	- prova individual com consulta;
15	25/11 (sexta-feira)	- entrega e correção das avaliações - reconciliação integradora.	- resolução de exercícios e esclarecimento de dúvidas pelo professor.

Após cada plano de aula, estão observações onde se encontram indicadas necessidades de modificações para as aulas subsequentes.

Após as observações equivalentes a cada aula, será apresentado o relato de regência da aula em questão.

**Aula 1 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – primeiro período da manhã do dia 19/10/2016**

**Conteúdo:** introdução à unidade de ensino.

**Objetivos de ensino:** apresentar os resultados do questionário, as propostas didáticas e o conteúdo a ser trabalhado na unidade, dando uma visão geral do conteúdo e salientando a relevância dos tópicos em estudo.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial: iniciar apresentando o resultado do questionário e as propostas para atender as demandas dos alunos.

Desenvolvimento: em seguida, serão abordadas situações-problema que chamem a atenção dos alunos, como inconsistências quanto à física dos super-heróis e de filmes (especialmente de ficção científica) e outras situações que serão vistas ao longo da unidade, como a entrada de uma sonda espacial na atmosfera, por meio de uma exposição de *slides* e vídeos no computador.

Fechamento: ao final da aula será dada uma breve explicação sobre o esperado para a aula 2, em particular a tarefa de leitura.

**Recursos:** sala de projeção da escola.

**Relato de regência da aula 1:**

Nesta aula, estiveram presentes 15 alunos, oito meninas e sete meninos.

De acordo com o cronograma de regência, esta seria uma aula introdutória, com o intuito de apresentar os resultados do questionário prévio entregue aos alunos (ver Apêndice A), as propostas didáticas e o conteúdo a ser trabalhado na unidade, dando uma visão geral do conteúdo e salientando a relevância do tópico em estudo.

Os desejos expressos pelos alunos através das respostas dadas foram classificadas em quatro categorias, e as propostas didáticas referentes aos anseios foram apresentadas conforme a figura abaixo (Figura 3):

Desejo dos alunos	Proposta apresentada
1) Chamar a atenção / despertar o interesse na matéria	1) Eventos históricos impactantes / viagem à Marte
2) As aulas tem que ter cálculos, mas não excessivamente / deve-se trabalhar com as dificuldades com cálculos e fórmulas	2) Aulas de resolução de problemas
3) O conhecimento trabalhado deve ser útil	3) Questões do ENEM e física do dia-a-dia (como o entendimento de motores)
4) Trabalhar o modo de explicar a matéria, facilitando o entendimento / aulas mais dinâmicas	4) Trabalhar a física conceitual através do <i>Just in Time Teaching</i> e do <i>Peer Instruction</i>

Figura 3 – Os desejos dos alunos apresentados no questionário prévio e as propostas de ensino apresentadas.

Havia sido reservada a sala interativa da escola, que possuía um projetor – recurso necessário para a execução da atividade planejada. Porém, o equipamento fora levado para manutenção justamente na semana na qual eu pretendia realizar minha primeira aula! Por precaução, havia levado um projetor portátil. Contudo, a qualidade das imagens projetadas era significativamente inferior, o que gerou um efeito negativo na apresentação, pois como o intuito principal era motivar os alunos para a unidade, os recursos visuais (imagens e vídeo selecionados) eram pontos centrais para essa finalidade.

Foi necessário trazer algumas informações do questionário previamente aplicado no quadro, o que diminuiu a fluidez da aula.

Em função dessa mudança foi preciso diminuir o tempo dado para a apresentação de algumas informações, sendo necessário deixar de apresentar alguns elementos presentes nos *slides*, muitos de natureza motivacional, o que diminuiu o interesse dos alunos.

Vale salientar que no horário da aula caía uma chuva torrencial, o que provavelmente foi a causa do baixo número de estudantes presentes.

Outro aspecto relevante foi o relato de alguns alunos ao realizar a tarefa de leitura da aula dois. O texto escolhido – um objeto de aprendizagem do CREF (Centro de Referência em Ensino de Física), não pode ser acessado pelos alunos que apenas acessavam a *internet* pelo celular. A solução encontrada foi disponibilizar capturas de tela das partes mais relevantes da animação, com a ampliação do prazo para a entrega das questões associadas à tarefa de leitura.

Ao final da aula, diversos alunos me procuraram buscando saciar sua curiosidade sobre questões intrigantes levantadas ao longo da aula, como os esforços necessários para levar homens à Marte.

## **Aula 2 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – sexto período da manhã do dia 20/10/2016**

**Conteúdo:** calor, trabalho e energia interna.

**Objetivos de ensino:** discutir os conceitos de calor, trabalho e energia interna a partir de uma construção histórica da ciência.

**Procedimentos:** em casa, como tarefa de leitura (ou tarefa de preparação), a proposta é a utilização da animação 'Experimento de Joule' \*, que visa introduzir o equivalente mecânico do calor.

Atividade Inicial: iniciar a aula com uma exposição dialogada baseada nas respostas dadas à tarefa de leitura proposta.

Questões auxiliares para orientar a exposição dialogada:

1. quais as consequências decorrentes do acréscimo de energia em um corpo? E da retirada?
2. considerando que calor é energia em trânsito, como podemos determinar esta quantidade de energia?
3. calor é uma maneira de transferir energia. Se um corpo não possui calor, o que ele possui?

Para ilustrar o problema explorado na tarefa de leitura, levar um liquidificador com cem mililitros de água, medir a temperatura inicial da água e, após bater um minuto no liquidificador, medir a temperatura final com auxílio de um termômetro digital.

Desenvolvimento: após a exposição dialogada, a aula terá prosseguimento através de discussões de perguntas conceituais utilizando a estratégia de *Peer Instruction*. As questões a serem debatidas serão baseadas nas respostas associadas à Tarefa de Leitura.

Fechamento: ao final da discussão, buscar construir um quadro explicativo a respeito da estrutura da matéria e a energia interna em sólidos, líquidos e gases.

**Recursos:** quadro branco e os Plickers para o Instrução pelos Colegas (IpC).

**Avaliação:** a avaliação dos alunos será feita com base nas respostas apresentadas à tarefa de leitura e ao nível de engajamento durante o IpC.

### **Relato de regência da aula 2:**

Nesta aula, estiveram presentes 19 alunos, 11 meninas e oito meninos.

A aula não transcorreu conforme o planejado. Para a exposição dialogada, o recurso utilizado para ressaltar a relevância de algumas informações e fazer uma síntese dos tópicos abordados foi o quadro, o que prejudicou o andamento da aula devido à grande dispersão dos alunos nos momentos em que a matéria estava sendo passada no quadro, atitude potencializada pela ansiedade de muitos alunos em ir embora da escola – uma vez que a aula aconteceu no último período da manhã.

Uma parcela significativa da turma não havia feito a tarefa de leitura proposta, o que gerou uma certa indiferença em relação ao tópico em estudo – apesar das tentativas de contextualização e problematização propostas. Acredito que a aula poderia ter se tornado mais atrativa se três fatores fossem melhorados:

- 1) se fosse buscada uma situação-problema mais intrigante, que prendesse mais a atenção dos alunos, despertando-lhes interesse;

\* Disponível em [www.if.ufrgs.br/cref/OA/ExperimentoJoule/fis\\_Termo\\_ativ\\_ExperimentoJoule.html](http://www.if.ufrgs.br/cref/OA/ExperimentoJoule/fis_Termo_ativ_ExperimentoJoule.html)

- 2) houve um *gap* entre o problema colocado e os conceitos abordados ao longo da aula, o que diminuiu a necessidade por parte dos alunos de agregar esses conceitos para resolver o problema proposto, o que teve como potencializador a baixa participação na atividade preparatória;
- 3) faltou abordar os tópicos estudados sob uma perspectiva integradora, o que poderia atuar como facilitador de uma aprendizagem significativa dos conceitos.

Outro fator que deveria ser levado em conta no planejamento é o tempo para aspectos burocráticos da aula como a realização da chamada, além de abrir mais espaço para as dúvidas geradas ao longo da exposição dialogada. Em suma, o controle do tempo foi o principal problema desta aula – o que traz à tona a importância de manter um maior controle sobre o andamento das atividades propostas – especialmente em situações onde o tempo disponível é escasso (apenas quarenta minutos em decorrência dos períodos reduzidos – regime adotado em protesto ao parcelamento dos salários dos servidores públicos estaduais).

Em virtude da má administração do tempo, um dos conceitos centrais da aula – o conceito de energia interna – não foi bem explorado. Além disso, a estratégia de *Peer Instruction* não surtiu o efeito desejado, principalmente porque os alunos não tiveram tempo para assimilar a dinâmica da atividade, ignorando conceitos centrais como a reflexão individual realizada antes da primeira votação – o que ficou notório pois muitos alunos diziam em voz alta a alternativa que achavam estar certa antes mesmo da votação.

Além de melhorar o gerenciamento do tempo, salientar que o nível de engajamento nas atividades (tanto na *Peer Instruction* quanto nas tarefas de leitura) será avaliado, acredito serem ingredientes fundamentais para o sucesso de uma boa aula.

### **Aula 3 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 21/10/2016**

**Conteúdo:** calor, trabalho e energia interna.

**Objetivos de ensino:** dar continuidade à discussão dos conceitos de calor, trabalho e energia interna a partir de uma construção histórica da ciência iniciada na aula anterior.

#### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: iniciar a aula com uma breve exposição dialogada baseada na aula anterior, dando enfoque ao conceito de energia interna.

Desenvolvimento: após a exposição dialogada, a aula terá prosseguimento através de discussões de perguntas conceituais utilizando a estratégia de *Peer Instruction*. As questões a serem debatidas serão baseadas no teste de concepções prévias.

Fechamento: ao final da discussão, buscar realizar uma reconciliação integradora sobre as formas de trânsito de energia modo trabalho e modo calor, e como se relacionam com o conceito de energia interna de um sistema..

**Recursos:** apresentação de *slides* e os Plickers para o IpC.

**Avaliação:** a avaliação dos alunos será feita com base nas respostas apresentadas à tarefa de leitura

e ao nível de engajamento durante o IpC.

### **Relato de regência da aula 3:**

Nesta aula, estiveram presentes 21 alunos: 13 meninas e oito meninos.

Ao iniciar esta aula, dei prosseguimento à exposição dialogada, buscando não me estender mais que dez minutos. Para tanto, foquei apenas no essencial – o conceito de energia interna, que não havia sido explorado de forma satisfatória na aula anterior. Busquei mostrar aos alunos que a energia interna de um gás ideal era uma função de estado que dependia apenas das posições inicial e final do sistema no diagrama pressão por volume. Nos gases ideais a energia interna clássica atrela-se apenas à energia cinética das partículas individuais, atrelando-se apenas à temperatura do sistema. Como os gases reais, quando em altas temperaturas, baixas pressões e baixas densidades, portam-se como gases ideais, nas condições ambientes os gases da atmosfera são, com muito boa aproximação, tratados como gases ideais. Durante essa atividade, os alunos mantiveram-se concentrados nos tópicos apresentados, interagindo em diversos momentos ao longo da exposição dos *slides*.

Depois disso, busquei enfatizar alguns aspectos importantes sobre a dinâmica da atividade de *Peer Instruction*, trazendo nos *slides* uma explicação detalhada sobre a atividade com um exemplo fora do contexto para verificar se os alunos haviam captado a mensagem. Notei que foi importante despende alguns minutos com isso pois alguns alunos expressaram frases dizendo que agora sim haviam entendido melhor do que se tratava a atividade.

Terminada a etapa da exposição dialogada, teve início a etapa do *Peer Instruction*. As questões selecionadas estavam centradas no tema da aula – energia interna, dentro do contexto da primeira lei da termodinâmica (ver Apêndice B). Após a leitura interpretativa da questão, dei um tempo para que os estudantes escolhessem a alternativa que julgassem estar correta, instruindo-os a justificar sua resposta para convencer seus colegas de que estavam certos. Apesar de ter salientado a importância de raciocinar individualmente, sem interagir com seus colegas nesse primeiro momento da atividade, percebi que alguns alunos ainda não haviam captado a mensagem, o que melhorou a partir da segunda pergunta.

Ao todo, foi possível explorar quatro questões com a estratégia de *Peer Instruction* (ver questões 4, 7, 9 e 10 do Apêndice B). Em média, o tempo para a discussão de cada questão girava em torno de cinco a seis minutos, o que incluía a leitura da questão com os alunos, o tempo para que cada aluno escolhesse uma alternativa, a etapa da primeira votação, a discussão entre pares, a segunda votação e um fechamento do problema por parte do professor, indicando a resposta correta e justificando sua escolha, a fim de contemplar a parcela da turma que não havia atingido o objetivo.

Sem exceções, houve uma melhoria significativa no percentual de acertos entre a primeira e a segunda votações, o que mostrou que a etapa de discussão entre pares surtiu um efeito bastante positivo, o que pode ser percebido também pelo aumento do nível de argumentação e na motivação dos alunos durante a atividade. A única ressalva foi em relação à mobilidade dos alunos, que não saíram de suas classes para confrontar suas ideias com a de colegas sentados em outras partes da sala, se restringindo apenas aos estudantes mais próximos.

Como as discussões em torno das questões apresentadas foram bastante frutíferas, o tempo para a reconciliação integradora final planejada para o final da aula foi comprometido, o que foi contornado com uma discussão no quadro nos minutos finais, antes do final do período.

**Aula 4 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 26/10/2016**

**Conteúdo:** dando continuidade as aulas 2 e 3, continuarão a ser discutidos os conceitos de trabalho, calor e energia interna.

**Objetivos de ensino:** fazer com que os alunos trabalhem em pequenos grupos (de 3 a 4 estudantes) na resolução de problemas conceituais relacionados aos assuntos abordados na aula anterior.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial: fazer com que os estudantes se disponham em pequenos grupos de três a quatro alunos, entregando uma lista de problemas numéricos para cada um.

Desenvolvimento: os alunos trabalharão colaborativamente na resolução dos problemas propostos, com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões.

Fechamento: ao final da atividade, cada grupo deverá entregar uma cópia com as respostas encontradas para avaliação do professor.

**Recursos:** material impresso a ser distribuído aos alunos.

**Avaliação:** a atividade será avaliada em função do engajamento durante a atividade e do trabalho entregue ao final do encontro.

**Relato de regência da aula 4:**

Nesta aula, estiveram presentes 15 alunos: oito meninas e sete meninos.

Ao iniciar a aula, orientei os alunos para que se organizassem em pequenos grupos, com o intuito de resolver problemas relacionados ao conteúdo previamente trabalhado (os conceitos de trabalho, calor e energia interna). Os alunos apresentaram certa resistência para disporem-se em grupos, tendo sido formados grupos bastante heterogêneos de dois a quatro estudantes.

A medida que os grupos iam se formando, passei a entregar a lista de problemas (ver Apêndice C) e a circular entre os grupos para auxiliar os alunos em suas dúvidas. O ritmo de trabalho estabelecido pelos grupos formados deixava claro que muitos estudantes discutiam as questões entre si. Para que o tempo disponibilizado para cada grupo não fosse excessivo, busquei apenas indicar linhas de raciocínio que os levassem a chegar as respostas corretas, mas nunca dizendo a resposta explicitamente.

Observei que a distribuir adequadamente o tempo dedicado a cada grupo era fundamental pois isso induzia os estudantes a se engajarem na tarefa proposta – o que deixava de acontecer caso algum grupo fosse deixado muito tempo sem atenção.

Ao final da aula, diversos alunos já haviam concluído a atividade, o que me fez liberá-los para o recreio para que não atrapalhassem o trabalho dos demais grupos.

**Aula 5 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 27/10/2016**

**Conteúdo:** o modelo de gás ideal.

**Objetivos de ensino:** introduzir o modelo de gás ideal, explorando aspectos conceituais ligadas as variáveis de estado que constituem o modelo.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial: iniciar a aula com salientando a importância do estudo de sistemas gasosos.

Desenvolvimento: ao longo da aula, construir com os alunos uma tabela correlacionado as diversas variáveis de estado termodinâmicas relativas ao modelo de gás ideal, estabelecendo relações de proporcionalidade entre essas variáveis.

Fechamento: devem ser retomadas as situações-problema inicialmente colocadas sob uma perspectiva integradora, dando um panorama aos alunos sobre os próximos assuntos que serão abordados (especialmente as transformações termodinâmicas).

**Recursos:** quadro branco.

**Relato de regência da aula 5:**

Nesta aula, estiveram presentes 19 alunos: 11 meninas e oito meninos.

No início desta aula estabeleci um diálogo com os estudantes buscando levantar diversas situações onde gases eram um elemento essencial para o funcionamento de dispositivos, como o funcionamento de motores de automóveis, de usinas de geração de energia elétrica e fenômenos atmosféricos, como a formação de nuvens. Este diálogo foi bastante frutífero, rendendo muitos comentários por parte dos estudantes que traziam ideias de suas próprias experiências.

Dando prosseguimento à dinâmica, busquei identificar com os alunos quais elementos eram necessários para descrever o estado de um gás. Para dinamizar a tarefa, dei diversas sugestões de parâmetros que poderiam ser úteis ou não, como pressão, temperatura, cor, sabor etc. A medida que sugestões apareciam, buscava anotá-las no quadro para que fosse possível proceder com uma discussão qualitativa sobre sua importância dentro do contexto de estudo.

Após elencarmos quais variáveis seriam necessárias para descrevermos o comportamento de um gás (pressão, volume, número de partículas e temperatura), busquei levantar juntamente aos estudantes o significado físico compreendido por esses de cada uma dessas variáveis, com o intuito de fazer um levantamento do que os estudantes já sabiam a respeito. Foram feitas indagações sobre o significado físico a nível concreto, para que ficasse mais claro o que realmente os alunos entendiam das variáveis físicas do modelo. As unidades de medida no sistema internacional também foram discutidas, além dos instrumentos de medida utilizados para cada situação.

Depois disso, dei continuidade à aula organizando as variáveis termodinâmicas do modelo de gás ideal em uma tabela, buscando indagar os alunos o que aconteceria com um par de variáveis, mantendo as demais constantes, caso aumentássemos ou diminuíssemos sua intensidade. Para ajudar na discussão, foi feito um desenho no quadro para representar de maneira mais concreta a situação física em questão.

Os alunos demonstraram um nível de engajamento bastante elevado, participando ativamente da construção da tabela no quadro e discutindo com seus colegas o que acontecia nas situações apresentadas. Para tornar a aula mais inclusiva, trazendo à discussão os alunos que não estavam

interagindo, busquei fazer perguntas especificamente a alguns desses alunos, questionando-os se a afirmação dos demais colegas fazia sentido. Essa medida em certo grau se mostrou efetiva, diminuindo as conversas e trazendo a atenção da grande maioria da turma ao conteúdo da aula.

Como fechamento, foi apresentada a equação de estado que sintetiza as relações entre as variáveis termodinâmicas do modelo de gás ideal ( $pV = NRT$ ), e sob uma perspectiva integradora procurei mostrar como a expressão sintetiza as relações discutidas ao longo da aula, especialmente na tabela previamente construída.

## **Aula 6 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 28/10/2016**

**Conteúdo:** transformações termodinâmicas – processo isovolumétrico, isotérmico, isobárico e adiabático.

**Objetivos de ensino:** explorar a fenomenologia do estudo de gases, buscando uma descrição qualitativa das leis empíricas que embasam o modelo de gás ideal.

### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: dando prosseguimento à aula anterior, trazer questões que podem ser propostas para discussão:

- 1- quantas variáveis termodinâmicas podem permanecer inalteradas quando um gás passa de um estado termodinâmico para outro estado termodinâmico?
- 2 - o que ocorre com as outras variáveis?

Desenvolvimento: discutir as transformações termodinâmicas dadas pelas leis de Boyle, Charles, Gay-Lussac e Avogadro, evidenciando a fenomenologia das variáveis de estado associadas. Abordar também a transformação adiabática e sua influência no aquecimento de um objeto que mergulha na atmosfera terrestre.

Fechamento: devem ser feitos esboços de gráficos das transformações no quadro, representando as transformações isocóricas, isobáricas, isotérmicas e adiabáticas.

**Recursos:** exposição de *slides* e vídeos e quadro branco.

### **Relato de regência da aula 6:**

Nesta aula, estiveram presentes 23 alunos: 12 meninas e 11 meninos.

A sexta aula teve início com uma retomada da tabela construída na aula anterior, com uma exposição aos alunos do significado físico de cada variável termodinâmica do modelo do gás ideal, suas unidades de medida e suas relações de proporcionalidade.

Para engajar os alunos com o tópico da aula – os processos termodinâmicos de um gás, trouxe a seguinte situação-problema – o desastre ocorrido com o dirigível Hindenburg: por que usaram gás hidrogênio, que é altamente inflamável, em vez de outro gás, como o hélio? A apresentação do problema foi feita através de um vídeo, o que captou a atenção dos alunos devido à dramaticidade da cena.

Após a apresentação da situação problema, busquei mostrar que o modelo do gás ideal constituía uma ferramenta extremamente útil para determinar a quantidade de gás possível de ser colocada dentro da aeronave, mostrando aos alunos no quadro um exemplo de como calcular essa quantidade para as duas possibilidades – hidrogênio e hélio, o que foi bastante útil para ilustrar uma aplicação do modelo apresentado na aula anterior.

Para introduzir o tópico de transformações termodinâmicas, iniciei lembrando os alunos de diversos sistemas onde gases constituem o elemento central para o seu funcionamento, e partindo de uma situação mais complexa (os casos exemplificados) para uma situação mais simples, trouxe o diagrama pressão por volume como uma forma de questionar de que modos se pode levar um sistema de um estado termodinâmico a outro.

Para fortalecer o modelo microscópico da matéria, foi trazida uma simulação computacional para mostrar as propriedades do gás\*. Busquei fazer com que os alunos predissessem o comportamento esperado do gás antes de mostrar o resultado das diferentes interações realizadas na simulação, o que foi bastante positivo pois trouxe um elevado nível de engajamento por parte dos estudantes na atividade.

A partir dessa atividade, a aula teve continuidade com a apresentação de uma tabela de transformações termodinâmicas, onde seriam dispostas os aspectos mais relevantes dos processos isovolumétrico, isobárico, isotérmico e adiabático.

Após a apresentação da tabela, com o intuito de discutir cada processo a partir de uma situação concreta, foram trazidos vídeos explorando um experimento onde cada transformação estivesse em evidência. A apresentação de vídeos ao invés da exposição de atividades experimentais demonstrativas foi preferível especialmente em virtude do tempo reduzido disponível para a realização das experiências.

Depois de apresentado o vídeo sobre o processo isovolumétrico, teve o início do preenchimento da tabela de transformações termodinâmicas. As relações de proporcionalidade foram exploradas através da simulação, mantendo a estratégia de fazer os alunos predizerem os resultados antes de mostrar o resultado. Também foi feito um esboço da transformação em questão no diagrama pressão por volume. Os processos isobárico e isotérmico também foram explorados utilizando essa metodologia.

## **Aula 7 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 03/11/2016**

**Conteúdo:** processos termodinâmicos.

**Objetivos de ensino:** aprofundar os conceitos de sistemas e estados termodinâmicos e as transformações sofridas pelos gases.

### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: iniciar a aula com uma exposição dialogada buscando retomar os conceitos de transformações isovolumétrica, isobárica e isotérmica dentro da ótica do modelo de gás ideal.

\* Disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/gas-properties](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gas-properties)

Desenvolvimento: após a exposição dialogada, a aula terá prosseguimento através de discussões de perguntas conceituais utilizando a estratégia de *Peer Instruction*.

Fechamento: o encerramento da aula deverá abranger uma retomada dos principais conceitos abordados durante a aula, promovendo uma reconciliação integradora do conteúdo.

**Recursos:** exposição de *slides* e os Plickers para o IpC.

**Avaliação:** a avaliação dos alunos será feita com base nas respostas apresentadas à tarefa de leitura e ao nível de engajamento durante o IpC.

### **Relato de regência da aula 7:**

Nesta aula, estiveram presentes 22 alunos: 12 meninas e dez meninos.

A sétima aula teve como ponto central a discussão dos conceitos abordados sobre transformações termodinâmicas e o modelo de gás ideal. Para iniciar as atividades, iniciei a aula com uma exposição breve dos principais conceitos explorados nas duas aulas anteriores, trazendo capturas de tela da simulação trabalhada na sexta aula e dos vídeos apresentados aos alunos, com as relações de proporcionalidade discutidas sob a ótica do modelo do gás ideal.

Procurei apresentar os conceitos de forma autocontida, de modo a contemplar os alunos que haviam faltado as aulas anteriores. A turma recebeu de forma positiva essa exposição dialogada inicial, interagindo nos momentos solicitados, como na construção dos gráficos dos processos estudados.

Após a exposição dialogada inicial, a aula teve prosseguimento com a distribuição dos cartões-resposta aos alunos e de uma retomada dos conceitos mais importantes do *Peer Instruction*. Essa etapa foi necessária tendo em vista que a realizada anteriormente muitas vezes saiu do controle em diversos aspectos, como a sincronia da votação.

Foram apresentadas ao todo quatro questões (ver Apêndice D), as quais puderam ser discutidas com um bom nível de profundidade. Dentre as questões apresentadas, as que geraram mais discussão foram as que envolviam interpretação de gráficos, estando as transformações colocadas não apenas em diagramas de pressão contra volume, mas de pressão contra temperatura e volume contra temperatura, por exemplo.

Novamente os alunos não se sentiram encorajados a levantar de suas classes para ir discutir com colegas localizados em regiões mais distantes da sala, procurando interagir durante a etapa da discussão entre pares apenas com os colegas mais próximos – o que não foi de todo ruim, pois foi possível notar que discussões frutíferas surgiram durante esse estágio do processo.

### **Aula 8 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 04/11/2016**

**Conteúdo:** transformações termodinâmicas isovolumétrica, isobárica e isotérmica.

**Objetivos de ensino:** fazer com que os alunos trabalhem em pequenos grupos (de 3 a 4 estudantes) na resolução de problemas conceituais relacionados aos assuntos abordados na aula anterior.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial: fazer com que os estudantes se disponham em pequenos grupos de três a quatro alunos, entregando uma lista de problemas numéricos para cada um.

Desenvolvimento: os alunos trabalharão colaborativamente na resolução dos problemas propostos, com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões.

Fechamento: ao final da atividade, cada grupo deverá entregar uma cópia com as respostas encontradas para avaliação do professor.

**Recursos:** material impresso a ser distribuído aos alunos.

**Avaliação:** a atividade será avaliada em função do engajamento durante a atividade e do trabalho entregue ao final do encontro.

**Relato de regência da aula 8:**

Nesta aula, estiveram presentes 25 alunos: 14 meninas e 11 meninos.

A oitava aula teve como foco central a resolução de problemas referentes aos processos termodinâmicos até então estudados (isovolumétrico, isobárico e isotérmico), juntamente com o modelo de gás ideal.

Foi solicitado aos estudantes que se organizassem em pequenos grupos, assim como feito na quarta aula. Feito isso, cada grupo recebeu uma lista impressa com seis problemas, a serem entregues ao final da aula (ver Apêndice E).

Ao longo da atividade, busquei circular ao redor dos grupos auxiliando os alunos com dúvidas em relação aos exercícios propostos. Percebi que havia uma dificuldade geral em aplicar as ideias trabalhadas conceitualmente nas aulas anteriores, pois muitas das dúvidas que surgiram estavam relacionadas com a estruturação do problema (identificação de variáveis, manipulações algébricas, potências de dez e conversão de unidades). Tendo em vista essa constatação, passei a orientar no quadro quais os aspectos mais relevantes de alguns problemas, para que o grande grupo tivesse uma uniformidade na compreensão dos exercícios.

Outra dificuldade apresentada pelos estudantes foi em relação a construção de diagramas que representem processos termodinâmicos em gráficos envolvendo as variáveis estudadas. Foi necessário dar atenção para diversos grupos para superar esta dificuldade.

Os estudantes se empenharam durante este período, mas este tempo não foi suficiente para que os grupos concluíssem a lista de problemas. A solução encontrada foi flexibilizar a entrega da lista para a aula seguinte. Apesar disso, o objetivo de fazer com que os alunos trabalhassem durante o período foi atingido, pois estes se envolveram bastante com a tarefa, indicando a necessidade de que houvesse mais aulas de resolução de problemas a partir de então, visto ser esta uma de suas maiores dificuldades.

**Aula 9 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia**

09/11/2016

**Conteúdo:** transformações termodinâmicas – processo adiabático.

**Objetivos de ensino:** explorar as transformações adiabáticas conceitualmente, contrastando-a com os demais processos estudados.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial: serão trazidas situações-problemas com o intuito de engajar emocional e cognitivamente os alunos.

Desenvolvimento: será complementado o quadro de transformações termodinâmicas construído ao longo das aulas 5 e 6.

Fechamento: serão feitos esboços de gráficos das transformações no quadro, representando as transformações isocóricas, isobáricas, isotérmicas e adiabáticas.

**Recursos:** exposição de *slides* e vídeos e quadro branco.

**Relato de regência da aula 9:**

Nesta aula, estiveram presentes 17 alunos: 11 meninas e seis meninos.

A nona aula foi utilizada para apresentar a quarta transformação termodinâmica prevista para ser explorada ao longo da unidade de ensino: a transformação adiabática. Tratando-se de uma aula expositiva, busquei prender a atenção dos alunos apresentando logo no início da aula a seguinte situação-problema: como é possível fazer fogo com apenas um pistão e um pedaço de algodão?

Esta situação-problema inicial foi introduzida por meio de um vídeo\*, que serviu para ilustrar de forma concreta a situação em questão. Para conectar ao estudo de processos termodinâmicos, salientei diversos elementos relevantes, como a presença de ar dentro do pistão, a variação brusca de volume e o necessário aumento de temperatura para que ocorresse a ignição do combustível. Feito isso, para ampliar a relevância do processo em estudo, trouxe outras situações onde processos análogos aconteciam, como a entrada de corpos celestes na atmosfera terrestre e a formação de nuvens, instigando os alunos a pensarem de que forma todos esses fenômenos estavam relacionados.

Criada a necessidade de agregar conceitos para entender o problema inicial, fiz uma retomada das transformações previamente estudadas, mostrando capturas de tela dos vídeos e da simulação já apresentados, os gráficos e as relações de proporcionalidade dentro do modelo de gás perfeito. Com isso, questionei os alunos para que estes predissessem o que aconteceria quando, na simulação, não fixássemos nenhuma das variáveis termodinâmicas (exceto o número de partículas).

Os alunos apresentaram diferentes respostas, muitas delas imprecisas em relação ao resultado esperado da simulação. Para fazer com que eles refletissem um pouco mais sobre o problema apresentado, busquei induzi-los a relacionar o vídeo apresentado inicialmente sobre a ignição feita no pistão com a simulação.

\* Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=4qe1Ueifekg>

Após essa interação, pedi a ajuda dos alunos para que estes monitorassem os medidores de pressão e temperatura da simulação, antes e depois de ser efetuada a compressão repentina do gás confinado no pistão. O resultado obtido foi ao encontro da predição feita pela maioria dos estudantes: ao comprimir subitamente o gás confinado no pistão, houve um aumento da temperatura e da pressão registrada pelos mostradores.

Feita essa discussão, foi apresentado o diagrama pressão por volume referente ao processo adiabático, fazendo uma diferenciação dos demais processos estudados através da inserção de mais uma coluna contrastando as características de cada transformação.

Ao final da aula, foram apresentados dois vídeos, com o intuito de promover uma reconciliação integradora sobre o processo adiabático: o primeiro deles para ilustrar a formação de nuvens em um ambiente controlado, e o outro serviu para mostrar como calcular as variáveis de estado termodinâmicas em uma transformação adiabática.

## **Aula 10 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 17/11/2016**

**Conteúdo:** transformação adiabática.

**Objetivos de ensino:** fazer com que os alunos trabalhem em pequenos grupos (de 3 a 4 estudantes) na resolução de problemas conceituais relacionados aos assuntos abordados na aula anterior.

### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: fazer com que os estudantes se disponham em pequenos grupos de três a quatro alunos, entregando uma lista de problemas numéricos para cada um.

Desenvolvimento: os alunos trabalharão colaborativamente na resolução dos problemas propostos, com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões.

Fechamento: ao final da atividade, cada grupo deverá entregar uma cópia com as respostas encontradas para avaliação do professor.

**Recursos:** material impresso a ser distribuído aos alunos.

**Avaliação:** a atividade será avaliada em função do engajamento durante a atividade e do trabalho entregue ao final do encontro.

### **Relato de regência da aula 10:**

Nesta aula, estiveram presentes 21 alunos: 11 meninas e dez meninos.

Dando continuidade ao estudo do processo adiabático, foi proposta uma aula de problemas para que os estudantes trabalhassem colaborativamente na resolução de exercícios de caráter numérico, uma das demandas feitas pelos estudantes.

Como praxe, os estudantes organizaram-se em grupos pequenos, sendo que cada grupo

recebeu uma lista com algumas questões sobre tema em estudo (ver Apêndice F).

Após passar as instruções aos estudantes sobre a dinâmica da aula, passei a circular pelos grupos para acompanhar o progresso da atividade e o empenho dos estudantes na tarefa solicitada. Boa parte dos alunos pareciam estar comprometidos em responder os problemas, discutindo-os com os colegas do grupo, mas alguns estudantes pareciam não estar interessados na atividade. Resolvi dedicar atenção especial a esses alunos, para que estes se engajassem com a tarefa e ficassem mais motivados.

Ao tomar essa atitude, percebi que a turma passou a ficar mais agitada, pois ao esbarrar com dificuldades na resolução da lista, os estudantes ficavam estagnados e logo perdiam o foco na tarefa proposta, passando a discutir outros assuntos não relacionados a aula.

Assim como na oitava aula, a grande maioria dos grupos não conseguiu concluir a lista, que deveria ser entregue ao final da aula. Ao constatar isso, resolvi alterar o cronograma de regência, incluindo mais um período para a resolução de problemas.

## **Aula 11 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – quinto período da manhã do dia 17/11/2016**

**Conteúdo:** transformações isovolumétrica, isobárica, isotérmica e adiabática.

**Objetivos de ensino:** proporcionar que os alunos trabalhem em pequenos grupos (de 3 a 4 estudantes) na resolução de problemas conceituais relacionados aos assuntos abordados nas aulas anteriores.

### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: proporcionar que os estudantes se disponham em pequenos grupos de três a quatro alunos, instruindo-os a finalizar os exercícios inacabados das listas entregues previamente sobre transformações termodinâmicas.

Desenvolvimento: os alunos trabalharão colaborativamente na resolução dos problemas propostos, com o professor circulando pelos grupos e mediando as discussões.

Fechamento: ao final da atividade, cada grupo deverá entregar uma cópia com as respostas encontradas para avaliação do professor.

**Recursos:** material impresso previamente distribuído aos alunos.

**Avaliação:** a atividade será avaliada em função do engajamento durante a atividade e do trabalho entregue ao final do encontro.

### **Relato de regência da aula 11:**

Nesta aula, estiveram presentes 25 alunos, 13 meninas e 12 meninos.

Atendendo à demanda dos estudantes, a décima primeira aula foi planejada para que os

alunos tivessem mais tempo para trabalhar na resolução das listas de problemas apresentadas nas aulas oito e dez.

Os estudantes se organizaram em pequenos grupos, e iniciaram a discutir os problemas que haviam sido deixados para trás nas aulas anteriores.

Dadas as instruções para esta aula, assim como nas aulas de problemas anteriores, passei a circular através dos grupos para acompanhar o nível de engajamento dos estudantes na atividade proposta, assim como auxiliá-los em eventuais dúvidas.

Em virtude da proximidade da avaliação final, os estudantes se mostraram mais preocupados com a resolução das listas, o que ficou evidente ao longo da aula pois diversos alunos que não costumavam interagir pediram ajuda para resolver determinados problemas.

## **Aula 12 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 18/11/2016**

**Conteúdo:** modelo de gás ideal e processos termodinâmicos (isovolumétrico, isobárico, isotérmico e adiabático).

**Objetivos de ensino:** revisar os conteúdos vistos ao longo da unidade, tanto sob o ponto de vista conceitual quanto procedimental.

### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: trazer aos alunos um panorama do conteúdo visto ao longo da unidade.

Desenvolvimento: propor a discussão de questões conceituais e de problemas numéricos já vistos pelos alunos ao longo da unidade de ensino.

Fechamento: realizar uma reconciliação integradora do conteúdo, organizando no quadro uma tabela com os principais tópicos abordados.

**Recursos:** quadro branco e projetor de *slides*.

**Avaliação:** a avaliação dos alunos será feita com base no nível de engajamento durante a atividade.

### **Relato de regência da aula 12:**

Nesta aula, estiveram presentes 26 alunos, 14 meninas e 12 meninos.

A décima segunda aula foi uma aula de revisão para a prova. Buscando fazer uma reconciliação integradora dos conteúdos sob uma perspectiva ausubeliana, busquei identificar através das listas de exercícios entregues quais eram os pontos que os alunos apresentavam maior domínio e quais necessitavam ser trabalhados, e em função disso procedi com a correção de questões que refletissem esses aspectos.

Os tópicos que os alunos apresentaram maior dificuldade foram a construção e interpretação

de diagramas e, principalmente, a resolução de problemas numéricos.

Com isso em mente, após a entrega dos trabalhos corrigidos aos grupos, sugeri aos alunos que resolvêssemos algumas questões no quadro, além de resolver dúvidas levantadas por alguns estudantes. Cabe salientar que muitos estudantes haviam faltado diversas aulas ao longo da unidade, o que prejudicou bastante esses alunos nas aulas de resolução de problemas.

### **Aulas 13 e 14 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro e quinto períodos da manhã do dia 24/11/2016**

**Conteúdo:** avaliação final individual da unidade.

**Objetivos de ensino:** propor uma prova buscando avaliar a capacidade dos alunos na resolução de problemas numéricos e conceituais. A proposta também tem como objetivo a avaliar a validade desta unidade de ensino para o preparo dos alunos para outros testes, como ENEM e vestibulares.

#### **Procedimentos:**

Atividade Inicial: organizar os alunos em filas para a realização da avaliação.

Desenvolvimento: aplicar uma prova individual com consulta aos alunos.

Fechamento: recolher a prova.

**Recursos:** material impresso.

**Avaliação:** a própria prova.

#### **Relato de regência das aulas 13 e 14:**

Nesta aula, estiveram presentes 26 alunos, 14 meninas e 12 meninos.

A prova aplicada nas aulas 13 e 14 (ver Apêndice G) foi um dos instrumentos avaliativos utilizados para acompanhar o progresso dos estudantes ao longo da unidade, com sua participação nas atividades de *Peer Instruction*, as listas de problemas e a frequência as aulas.

Foi permitido que cada aluno utilizasse seu caderno como material de consulta, além do material disponibilizado ao longo das aulas anteriores. Essa decisão teve como objetivo valorizar os alunos que se empenharam ao longo das atividades propostas.

Depois de passadas as instruções sobre a prova, os alunos individualmente passaram a trabalhar na resolução das questões. A escolha dos problemas para a prova foi feita baseada nos problemas trabalhados e discutidos nas aulas anteriores.

A medida que os estudantes concluíam a primeira etapa da avaliação, recebiam a segunda parte, e os que finalizavam a prova eram liberados para o pátio, para não atrapalhar os demais colegas.

**Aula 14 - Turma 208 – segundo ano do ensino médio – terceiro período da manhã do dia 25/11/2016**

**Conteúdo:** entrega e correção das avaliações.

**Objetivos de ensino:** realizar uma reconciliação integradora da unidade e fornecer um feedback aos alunos sobre seu desempenho.

**Procedimentos:**

Atividade Inicial: devolver as provas já corrigidas e elencar as questões que mais suscitaram dúvidas.

Desenvolvimento: fazer com que os estudantes se reúnam em grupos e discutam suas respostas. Depois disso, resolver no quadro as questões solicitadas pelos alunos.

Fechamento: discutir com os grupos os resultados esperados e os obtidos pelos estudantes.

**Recursos:** quadro branco.

**Avaliação:** não foram apresentadas atividades avaliativas durante esta aula.

**Relato de regência da aula 15:**

Nesta aula, estiveram presentes 23 alunos, 13 meninas e dez meninos.

A última aula foi marcada por duas etapas: a primeira consistiu na entrega das provas corrigidas, com o conceito obtido por cada estudante ao longo da unidade; já a segunda foi um balanço desse período de estágio, com uma despedida da turma.

Após a entrega das provas, foi necessário acalmar a turma, pois os alunos conversavam bastante com seus colegas sobre erros e acertos cometidos. Feita essa ressalva, passei a responder as perguntas demandadas pelos alunos no quadro.

Depois disso, a aula adquiriu um tom mais informal, onde informei que a minha tarefa junto à turma estava se encerrando, e que havia sido uma experiência muito gratificante ter trabalhado com aquele grupo de alunos, os quais se mostraram muito solícitos, retribuindo com palavras de agradecimento e carinho.

## 5 - CONCLUSÕES

Uma das críticas apontadas por muitos estudantes de cursos de licenciatura é que há uma distância entre a formação acadêmica, predominantemente teórica, e as atividades práticas. Através da interação com o ambiente escolar disponibilizada nesta disciplina, o professor iniciante lança-se à realidade com a qual trabalhará e tentar modificá-la, solucionando possíveis problemas. Com a socialização da produção de saber em torno das experiências de sala de aula, ocorre uma aproximação entre a universidade e o ambiente escolar, possibilitando que os licenciandos aliem docência e pesquisa durante sua formação.

A inserção dos licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública proporciona-lhes oportunidades de criação e participação em experiências docentes (metodológicas e práticas), o que é de suma importância na busca da superação dos problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem. Atuar na educação básica possibilita fazer com que os alunos vejam novas formas de perceber, ser, pensar e agir, auxiliando no uso do conhecimento, na resolução de problemas, construção de novos significados e pensamentos.

Ensinar não deve se restringir a uma mera transferência de conhecimento, mas deve permitir criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Nesse processo, é necessária a mediação de professores com boa conduta e domínio dos conhecimentos que deve ensinar e dos meios para fazê-lo com eficácia.

A disciplina de Estágio de Docência em Física proporciona uma experiência diferenciada ao aluno do curso de Licenciatura em Física onde, através do contato direto com uma instituição de ensino médio, o licenciando pode viver o cotidiano da escola com todas as suas peculiaridades. Acredito que o estudante de licenciatura deve ter contato com metodologias de ensino contemporâneas desde o início do curso, não apenas em disciplinas teóricas, onde terá oportunidade de aprofundar seu embasamento e criar uma visão crítica sobre os saberes pedagógicos, mas também em disciplinas práticas, onde o conhecimento possa ser transformado em ações concretas.

A convivência com o ambiente escolar fornece a oportunidade de adquirir uma experiência de suma importância sobre o exercício da profissão docente. O planejamento das aulas propicia uma reflexão a respeito do emprego do conhecimento adquirido ao longo do curso, até o momento restrito ao ambiente acadêmico, o que certamente fornece um retorno positivo o qual deverá ter um papel significativo para a formação do professor.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, I. S. & MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida - uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, agosto de 2013. p. 362-384.

ARAUJO, I. S. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. Texto adaptado de: Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliares no ensino de física geral. 2005. 238 f. Tese de Doutorado - Curso de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?**. Investigações em Ensino de Ciências, v.8, 2003, p. 109-123.

MOREIRA, M. A., Caballero, M. C. & Rodriguez, M. L. **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente**. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, 1997.

MOREIRA, M. A. **A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel**. In: MOREIRA, Marco Antônio. Uma abordagem Cognitivista ao ensino da Física. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983. p. 18-54.

MOREIRA, M. A. **A Teoria de Ausubel como sistema de Referência para a Organização do Ensino**. In: MOREIRA, Marco Antônio. Uma abordagem Cognitivista ao ensino da Física. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1983. p. 55-73.

MOREIRA, M. A. **Unidades de ensino potencialmente significativas**. Porto Alegre, 2016.

## 7 - APÊNDICES

### 7.1 – Apêndice A – Questionário prévio aplicado aos alunos da turma 208



Nome:

Idade:

Este questionário tem o intuito de ajudar a nos conhecermos melhor e também preparar aulas com conteúdos que vocês gostam, por isso responda com sinceridade!

1. Qual sua disciplina favorita e qual você menos gosta? Por quê?

---

---

2. Você gosta de Física? Comente sua resposta.

---

---

3. Complete a sentença: “Eu gostaria mais de Física se...”

---

---

4. O que você acha mais interessante na Física? E menos interessante?

---

---

5. Que tipo de assunto você gostaria que fosse abordado nas aulas de Física?

---

---

6. Você vê alguma utilidade em aprender Física? Comente sua resposta.

---

---

7. Quais dificuldades você costuma ter ao estudar Física?

---

---

8. Você trabalha? Se sim, em quê?

---

---

9. Qual profissão você pretende seguir?

---

---

10. Pretende fazer algum curso superior? Qual? Em que instituição?

---

---

11. Você dispõe de alguma ferramenta (smartphone, tablet ou computador com acesso à *internet*) para responder questionários online?

---

---

Obrigado!

## 7.2 – Apêndice B – Exercícios de *Peer Instruction* utilizados nas aulas 2 e 3

1) Associamos a existência de calor

- A) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.
- B) apenas aqueles corpos que se encontram "quentes".
- C) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia.
- D) apenas aqueles corpos que se encontram "frios".

2) Para se admitir a existência de calor

- A) basta um único sistema (corpo).
- B) são necessários, pelo menos, dois sistemas.
- C) basta um único sistema, mas ele deve estar "quente".
- D) basta um único sistema, mas ele deve estar "frio".

3) No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias,

- A) a temperatura dos objetos de metal é inferior à dos objetos de madeira.
- B) a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma.
- C) nenhum objeto apresenta temperatura.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

4) A água (a 0°C) que resulta da fusão de um cubo de gelo (a 0°C), contém, em relação ao gelo,

- A) mais energia.
- B) menos energia.
- C) a mesma energia.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

5) No inverno prefere-se usar roupas feitas de lã porque esse tecido é muito eficiente em

- A) evitar a transmissão de energia, "calor", do nosso corpo para o meio externo.
- B) evitar a transmissão de energia, "frio", do meio externo para o nosso corpo.
- C) aquecer nosso corpo.
- D) evitar a transmissão de energia, "calor", do meio externo para o nosso corpo.

6) Num forno a  $60^{\circ}\text{C}$  colocam-se dois corpos de substâncias diferentes: um de ferro e outro de madeira. Após um longo tempo, mede-se a temperatura dos dois corpos, verificando-se que:

- A) a temperatura do corpo de madeira é superior à do ferro.
- B) a temperatura do corpo de madeira é superior à do de ferro.
- C) a temperatura dos dois corpos são iguais.
- D) as temperaturas dos dois corpos são diferentes.

7) Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente (a  $150^{\circ}\text{C}$ ) e a outra em um refrigerador (a  $-10^{\circ}\text{C}$ ). O que as diferencia imediatamente depois de retiradas do forno e da geladeira?

- A) A quantidade de calor contida em cada uma delas.
- B) A temperatura em que cada uma delas se encontra.
- C) Uma delas contém calor e a outra não.
- D) Uma delas contém frio e a outra não.

8) Objetos de metal e de plástico são colocados no interior de um *freezer* que se encontra a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Depois de alguns dias pode-se afirmar que a temperatura dos objetos de plástico é:

- A) maior do que a dos objetos de metal.
- B) menor do que a dos objetos de metal.
- C) igual à dos objetos de metal.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

9) Duas esferas de mesmo material, porém de massas diferentes, ficam durante muito tempo em um forno a  $150^{\circ}\text{C}$ . Ao serem retiradas do forno, são imediatamente colocadas em contato. Sobre essa situação é correto afirmar o seguinte:

- A) o calor contido na esfera de maior massa passa para a de menor massa.
- B) a esfera de maior massa contém mais calor do que a de menor massa.
- C) não há condições para transferência de energia na forma de calor entre as esferas.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

10) As mesmas esferas da questão anterior (duas esferas de mesmo material, porém de massas diferentes) são agora deixadas durante muito tempo em uma geladeira a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Ao serem retiradas da geladeira, são imediatamente colocadas em contato. Sobre essa situação, é correto se afirmar o seguinte:

- A) o calor contido nas esferas foi removido.
- B) o calor contido na esfera de maior massa passa para a de menor massa.
- C) não há condições para a transferência de energia na forma de calor entre as esferas.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

11) Rui colocou sobre a chama de um fogão uma panela grande sem tampa cheia de água e após 25 minutos a água entrou em ebulição ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Passados 10 minutos depois da água ter entrado em ebulição, continuando sobre a chama, sua temperatura será:

- A) superior a  $100^{\circ}\text{C}$ .
- B) igual a  $100^{\circ}\text{C}$ .
- C) menor que  $100^{\circ}\text{C}$ .
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

12) Maria colocou um cubo de gelo na varanda num dia frio de inverno e outro junto à lareira. Ambos os cubos, passado algum tempo, começaram a derreter. De acordo com a situação descrita, a temperatura em que o gelo, que estava junto à lareira, começou a derreter era

- A) superior à temperatura em que começou a derreter o gelo que ficou na varanda.
- B) a mesma temperatura em que começou a derreter o gelo que ficou na varanda.
- C) inferior à temperatura em que começou a derreter o gelo que ficou na varanda.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

13) Na casa de João o chão da cozinha é revestido de lajotas e o da sala de madeira. Ao caminhar descalço da cozinha para a sala, João tem a sensação de que o chão desta seja mais quente do que o da cozinha. Se João medisse com um termómetro a temperatura do chão da sala e do chão da cozinha, concluiria que:

- A) a temperatura do chão da cozinha era superior à do chão da sala.
- B) a temperatura do chão da cozinha era inferior à do chão da sala.
- C) a temperatura do chão da cozinha era praticamente igual à do chão da sala.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

14) João pôs sobre a chama do fogão uma panela cheia de água aberta (sem tampa) e ao lado, em outra chama igual, Luísa colocou uma panelinha sem tampa com uma quantidade inferior de água. A temperatura em que a água da panelinha começou a ferver foi

- A) superior à temperatura em que começou a ferver a água da panela de João.
- B) igual à temperatura em que começou a ferver a água da panela de João.
- C) inferior à temperatura em que começou a ferver a água da panela de João.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

### 7.3 – Apêndice C – Lista de problemas entregue na aula 4

1 (Pietrocola, página 168) Como o ventilador nos refresca se aumenta agitação do ar?

*RESPOSTA: O ventilador circula o ar sobre a nossos corpos fazendo com que percamos energia para o ambiente (sob a forma de calor) pela evaporação do suor na superfície da pele, fazendo nos sentirmos mais confortáveis.*

2 (Pietrocola, página 168) Identifique, entre as frases abaixo, a(s) errada(s) e depois corrija-a(s):

- a) O refrigerante permanece gelado dentro de uma caixa de isopor, pois não deixa o frio escapar.
- b) A sensação de frio que sentimos ao tocar uma colher se deve à perda energia da nossa mão para a colher.
- c) Uma sopa quente esfria com o tempo, pois perde energia para o meio ambiente.

*RESPOSTA: Está errada a alternativa (a). O refrigerante permanece gelado na caixa de isopor, pois este evita a troca energia sob a forma de calor entre o refrigerante e o ambiente externo à caixa.*

3 (Pietrocola, página 168) Faça a associação correta entre os tempos da coluna da esquerda com as

sentenças da coluna da direita:

a) energia térmica	1) Era considerado um fluido que passaria de um corpo quente para outro corpo frio.
b) calor	2) É a energia medida pelo grau de agitação das partículas que constituem o corpo.
c) calórico	3) Não existe sob o ponto de vista científico. É apenas uma força de expressão.
d) frio	4) É energia térmica transferida de um corpo para outro e com variações na energia potencial do sistema, como em mudanças de fase.

**RESPOSTA:** a-2, b-4, c-1, d-3.

4 (Pietrocola, página 168) Classifique com V ou F as sentenças seguintes, conforme seus enunciados sejam verdadeiros ou falsos.

- a) Depois de receber calor, um corpo fica mais pesado.
- b) Ao receber energia, um gás confinado em um recipiente fica com suas moléculas mais agitadas.
- c) A temperatura de um corpo frio é baixa e a de um corpo quente é alta.
- d) Num corpo gelado, não há moléculas vibrando.
- e) Moléculas vibram menos num corpo gelado do que num corpo quente.
- f) Quando um corpo esfria, sua energia térmica diminui.

**RESPOSTA:** a – F, b – V, c – V, d – F, e – V, f – V.

5 (Pietrocola, página 168) Qual a diferença entre o antigo conceito de calórico e a formulação do calor como conhecemos hoje?

**RESPOSTA:** *O calórico se constituía em um fluido que se transportava de um corpo para outro; atualmente, o calor é considerado a energia que se transfere de um corpo para outro, não tendo, portanto, um caráter material.*

6 (Pietrocola, página 165) Quando você põe a palma da mão numa chapa de alumínio à temperatura ambiente, sente mais *frio* do que quando toca uma tábua de madeira à mesma temperatura. Admitindo válida a ideia do calórico, como se explica essa diferença de temperaturas?

**RESPOSTA:** *Pode-se explicar esse fato, com base na teoria do calor como fluido, argumentando que o alumínio tem maior capacidade de receber o calórico do que a madeira. Nesse sentido, como a mão perde mais calórico para o alumínio do que para a madeira, sua temperatura diminui mais e mais rapidamente na interação com o alumínio aumentando, assim, a sensação de frio.*

7 (Pietrocola, páginas 165 e 169) Dois copos de água idênticos, com temperaturas de 10°C e 20°C são misturados. A temperatura resultante é de 15°C. Explique como isso acontece.

**RESPOSTA:** *A parte mais quente da água cede energia térmica para a parte mais fria. Assim, a parte mais quente tem sua temperatura diminuída e a parte mais fria, aumentada. Como a energia térmica se distribui homoganeamente por todas as moléculas, a temperatura média da água toma um patamar intermediário.*

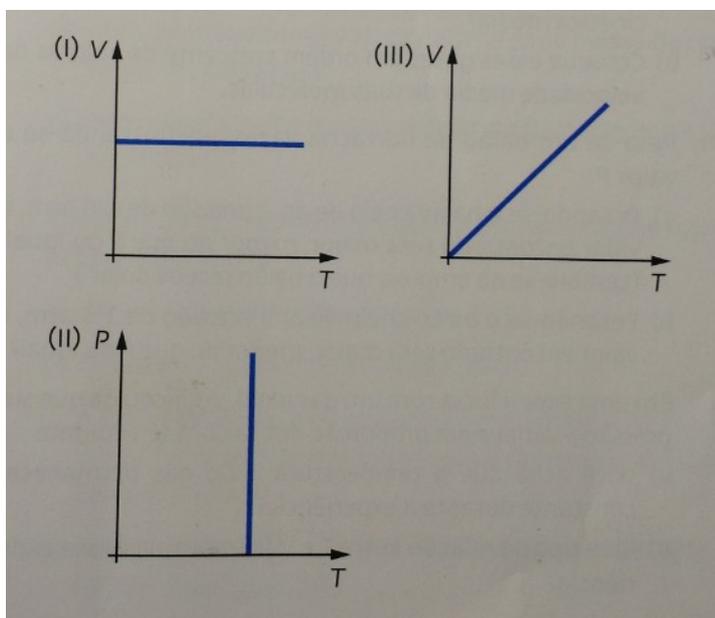
## 7.4 – Apêndice D – Exercícios de *Peer Instruction* utilizados na aula 7

1) (PUC-MG) A pressão que um gás exerce, quando mantido em um recipiente fechado, se deve:

- a) ao choque entre as moléculas do gás.
- b) à força de atração entre as moléculas.
- c) ao choque das moléculas contra as paredes do recipiente.
- d) à força com que as paredes atraem as moléculas.

Resposta: alternativa c.

2) Os gráficos deste problema se referem a transformações de um gás. Entre as alternativas seguintes, assinale a que classifica corretamente as três transformações:



- a) I é isotérmica, II é isobárica e III é isovolumétrica.
- b) I é isovolumétrica, II é isotérmica e III é isobárica.
- c) I é isobárica, II é isovolumétrica e III é isotérmica.
- d) I é isotérmica, II é isovolumétrica e III é isobárica.
- e) I é isobárica, II é isotérmica e III é isovolumétrica.

Resposta: alternativa b.

3) (UFT-TO) Paulo mergulha em um lago, segurando na mão um copo cheio de ar, com a abertura voltada para baixo. À medida que vai descendo e sem deixar que o ar escape, Paulo mede o volume, a temperatura e a pressão do ar no copo. Ele verifica, inicialmente, que a temperatura não se altera.

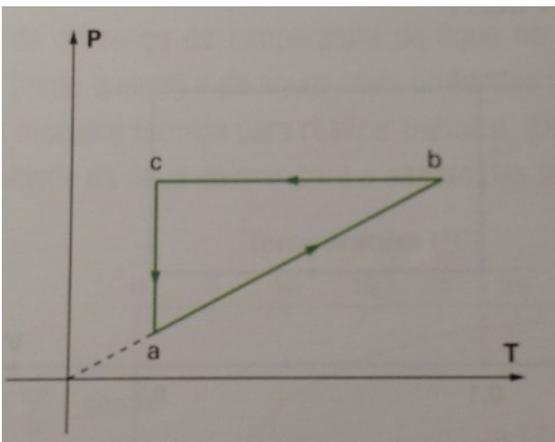
Considerando essas informações, é correto afirmar que, enquanto vai afundando, Paulo verifica,

também, que:

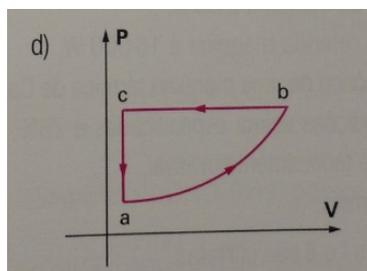
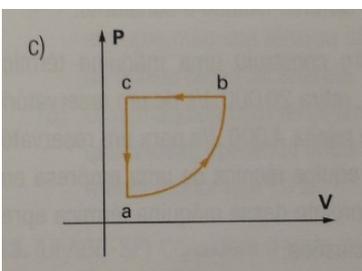
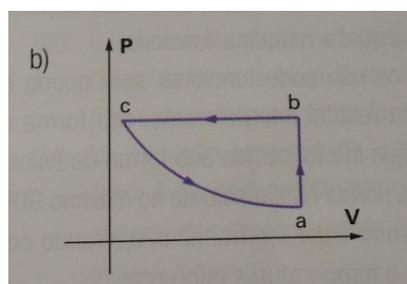
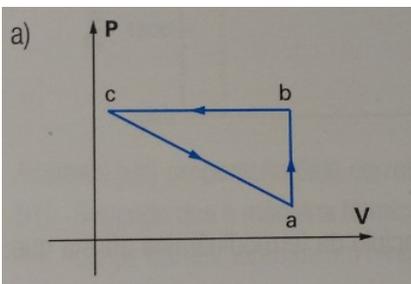
- a) a pressão do ar no copo permanece inalterada.
- b) a razão entre o volume do ar no copo e sua pressão permanece inalterada.
- c) o produto do volume do ar no copo por sua pressão permanece inalterado.
- d) o volume do ar no copo permanece inalterado.

Resposta: alternativa c.

4) (UFC-CE) Um gás ideal sofre o processo cíclico mostrado no diagrama  $p \times T$ , conforme a figura a seguir. O ciclo é composto pelos processos termodinâmicos  $a \rightarrow b$ ,  $b \rightarrow c$  e  $c \rightarrow a$ .



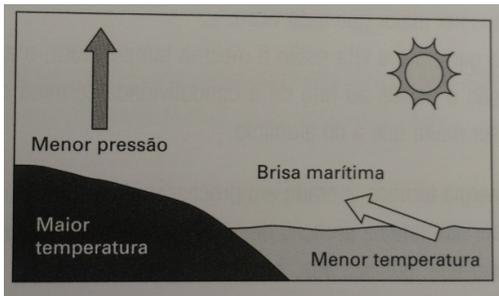
Qual alternativa a seguir (no diagrama  $p \times V$ ) equivale ao ciclo  $p \times T$ ?



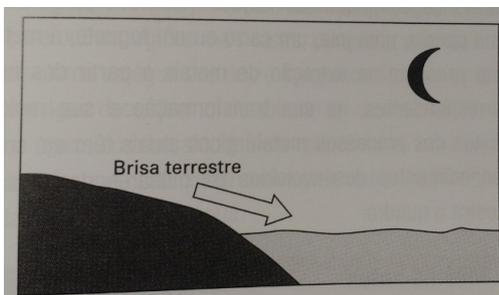
Resposta: alternativa b.

5) (ENEM-2002) Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de

irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia.



Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre), pode ser explicado da seguinte maneira:

- o ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- o ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- o ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- o ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- o ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

Resposta: alternativa a.

## 7.5 – Apêndice E – Lista de problemas entregue na aula 8

1) (Pietrocola, página 186) Um gás perfeito está encerrado em um recipiente cilíndrico dotado de êmbolo. Suas variáveis de estado apresentam os seguintes valores: pressão  $p = 1,2\text{atm}$ , volume  $V = 150\text{cm}^3$  e temperatura  $T = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ . O êmbolo é, então, comprimido para o gás ocupar apenas  $100\text{cm}^3$ . Observa-se que sua pressão aumenta para  $1,8\text{atm}$ .

- a) Determine o número de mols e de moléculas desse gás.  
 b) Calcule a nova temperatura do gás.

**RESPOSTA:**

a) O número de mols pode ser determinado pela lei geral dos gases perfeitos, mas primeiro passaremos os dados para as unidades do SI:

$$p = 1,2 \text{ atm} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}; V = 150 \text{ cm}^3 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3; R = 8,3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$n = pV / RT = 1,2 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} / (300 \cdot 8,3) = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N = nA = 2,4 \times 10^{-3} \cdot 6,62 \cdot 10^{23} = 1,44 \cdot 10^{21} \text{ moléculas}$$

b) Relacionando as variáveis de estado nas situações inicial e final do gás, temos:

$$p_0 V_0 / T_0 = pV / T \rightarrow 1,2 \cdot 150 / 300 = 1,8 \cdot 100 / T \rightarrow T = 300 \text{ K}$$

2) (Pietrocola, página 187) Um gás ideal sofreu uma transformação isobárica, sob pressão de 2,0 atm. Seu volume foi aumentado de 200 cm<sup>3</sup> para 500 cm<sup>3</sup>. Use R = 8,3 J/mol . K. Se a temperatura inicial do gás era de 127°C:

- a) determine sua temperatura final;  
 b) indique o número de mols contido no interior do recipiente;  
 c) esboce o gráfico da pressão do gás em função da temperatura.

**RESPOSTA:**

$$a) pV / T = p_0 V_0 / T_0 \rightarrow 500 / T = 200 / 400 \rightarrow T = 1000 \text{ K}$$

$$b) n = pV / RT \rightarrow n = 2 \cdot 10^5 \cdot 200 \cdot 10^{-6} / (8,3 \cdot 400) \rightarrow n = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3) (Pietrocola, página 187) Um gás ideal ocupa o volume de 1l no interior de uma garrafa rígida. A temperatura do gás é de 27°C e sua pressão é de 1,66 atm. O gás é aquecido até sua pressão dobrar.

- a) Determine sua nova temperatura.  
 b) É possível determinar a quantidade de moléculas do gás no interior dessa garrafa?  
 c) Esboce o gráfico da pressão em função da temperatura.

**RESPOSTA:**

$$a) pV / T = p_0 V_0 / T_0 \rightarrow 2p / T = p / 300 \rightarrow T = 600 \text{ K} = 327^\circ \text{ C}$$

$$b) n = pV / RT \rightarrow n = 1,66 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} / (8,3 \cdot 300) = 1,67 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

$$N = nA = 1,67 \cdot 10^{-1} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,0 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

4) (Pietrocola, página 187) Um gás perfeito encontra-se encerrado no interior de um frasco de forma cilíndrica dotado de êmbolo. O gás ocupa 50 cm<sup>3</sup>, a 47°C, sob pressão de 2,1 atm. Ele é aquecido até 167°C quando, então, seu volume aumenta para 75 cm<sup>3</sup>. Use R = 8,4 J/mol . K. Determine:

- a) o número de mols e de moléculas no interior do recipiente.  
 b) sua pressão final.

RESPOSTA:

$$a) n = pV / RT \rightarrow n = 2,1 \cdot 10^5 \cdot 50 \cdot 10^{-6} / (8,4 \cdot 320) = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$N = nA = 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,34 \cdot 10^{21} \text{ moléculas}$$

$$b) pV/T = p_0V_0/T_0 \rightarrow p \cdot 75 / 440 = 2,1 \cdot 50 / 320 \rightarrow p = 1,92 \text{ atm}$$

5) (Pietrocola, página 187) (Vunesp – SP) Por meio de uma bomba de ar comprimido, um tratorista completa a pressão de um dos pneus de seu trator florestal, elevando-a de  $1,1 \cdot 10^5$  Pa (16lbf/pol<sup>2</sup>) para  $1,3 \cdot 10^5$  Pa (19lbf/pol<sup>2</sup>), valor recomendado pelo fabricante. Se durante esse processo a variação do volume do pneu é desprezível, o aumento da pressão no pneu se explica apenas por causa do aumento:

- a) da temperatura do ar, que se eleva em 18% ao entrar no pneu, pois o acréscimo do número de mols de ar pode ser considerado desprezível.
- b) da temperatura do ar, que se eleva em 36% ao entrar no pneu, pois o acréscimo do número de mols de ar pode ser considerado desprezível.
- c) do número de mols de ar introduzidos no pneu, que aumenta em 18%, pois o acréscimo de temperatura do ar pode ser considerado desprezível.
- d) do número de mols de ar introduzidos no pneu, que aumenta 28%, pois o acréscimo de temperatura do ar pode ser considerado desprezível.
- e) do número de mols de ar introduzidos no pneu, que aumenta em 36%, pois o acréscimo de temperatura do ar pode ser considerado desprezível.

RESPOSTA: como aumenta o número de mols no interior do pneu, a pressão também aumenta. Utilizando a equação de Clapeyron, temos que

$$p_1V_1 = n_1RT_1 \text{ e } p_2V_2 = n_2RT_2$$

Assim,

$$p_1/p_2 = n_1/n_2 \rightarrow 1,1 \cdot 10^5 / 1,3 \cdot 10^5 = n_1/n_2 \rightarrow n_2 = 1,18n_1$$

Portanto, o número de mols no interior do pneu aumentou 18%.

6) (Pietrocola, página 189) (Vunesp – SP) O gás de um dos pneus de um jato comercial em voo encontra-se à temperatura de  $-33^\circ\text{C}$ . Na pista, imediatamente após o pouso, a temperatura do gás encontra-se a  $+87^\circ\text{C}$ .

- a) Transforme esses dois valores de temperatura para a escala absoluta.
- b) Supondo que se trate de um gás ideal e que o volume do pneu não varia, calcule a razão entre as pressões inicial e final desse processo.

RESPOSTA:

$$a) K = C + 273 = 273 - 33 = 240K$$

$$K = C + 273 = 273 + 87 = 360K$$

b) As pressões são diretamente proporcionais as temperaturas

$$p/T = p_0/T_0 \rightarrow p_0/p = 240/360 = 2/3$$

7) (Pietrocola, página 190) (Vunesp – SP) Ar do ambiente, a  $27^\circ\text{C}$ , entra em um secador de cabelos

(aquecedor de ar), e dele sai a 57°C, voltando para o ambiente.

Qual a razão entre o volume de uma certa massa de ar quando sai do secador e o volume dessa massa quando entrou no secador?

RESPOSTA:  $V/T = V_0/T_0 \rightarrow V/300 = V_0/330 \rightarrow V/V_0 = 300/330 = 1,1$

8) (Pietrocola, página 190) (Vunesp – SP) A que temperatura se deveria elevar uma certa quantidade de um gás ideal, inicialmente a 300K, para que tanto a pressão quanto o volume se dupliquem?

RESPOSTA:  $pV/T = p_0V_0/T_0 \rightarrow 2p \cdot 2V / T = pV / 300 \rightarrow T = 4 \cdot 300 = 1200K$

9) (Pietrocola, página 297) Uma máquina a vapor tem em seu cilindro uma certa massa de gás ideal, inicialmente a pressão  $p_0$ , volume  $V_0$  e temperatura  $T_0$ , que é submetida à seguinte sequência de transformações:

- aquecimento à pressão constante até a temperatura  $2T_0$ .
- resfriamento a volume constante até a temperatura  $T_0$ .
- compressão à temperatura constante até a pressão  $p_0$ .

- a) Calcule os valores da pressão, temperatura e volume no final de cada transformação.
- b) Represente as transformações num diagrama pressão x volume.

RESPOSTA:

$$a) p_0V_0/T_0 = p_0V/2T_0 \rightarrow V = 2V_0$$

$$p_0V_0/2T_0 = 2 \cdot 2V_0/T_0 \rightarrow p = p_0/2$$

$$p_0/2 \cdot 2V_0/T = p_0V/T_0 \rightarrow V = V_0$$

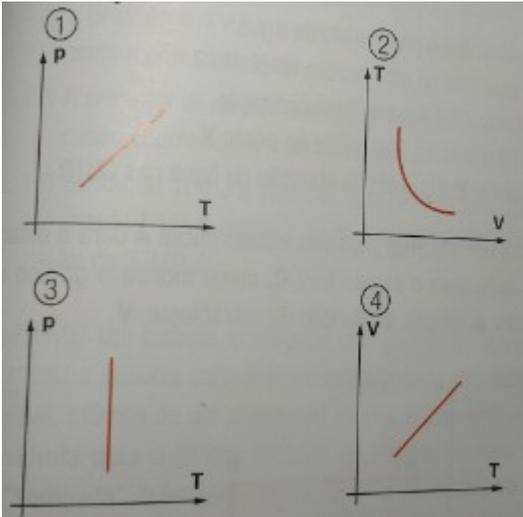
## 7.6 – Apêndice F – Lista de problemas entregue na aula 10

1) (Alvarenga, página 117) Um gás se expande rapidamente, empurrando o pistão do cilindro que o contém. Assinale as afirmativas erradas:

- a) O calor que o gás troca com a vizinhança é desprezível.
- b) A expansão é praticamente adiabática.
- c) A temperatura do gás permanece constante.
- d) A pressão do gás diminui enquanto seu volume aumenta.
- e) A pressão,  $p$ , e o volume,  $V$ , variam de tal modo que  $pV = constante$ .

Resposta: c e e.

2) (Gaspar, página 319) (Udesc) Um operador de *slides* inadvertidamente deixa cair os *slides* que deveria mostrar na aula de física recém-iniciada. O professor tinha colocado os *slides*, diferindo de sua numeração, na seguinte sequência de projeção: transformação adiabática, transformação isotérmica, transformação isovolumétrica e transformação isobárica. A figura que segue mostra os quatro *slides*, com a respectiva numeração.



Analisando os *slides*, a sequência de projeção preparada pelo professor é:

- a) 4-1-3-2.
- b) 2-4-3-1.
- c) 4-3-1-2.
- d) 2-3-1-4.
- e) 3-1-2-4.

Resposta: *d*.

3) (Gaspar, página 319) (PUC-PR) Quando usamos um desodorante na forma de *spray* temos a sensação de frio. Isto se deve ao fato de que o *spray*:

- a) está dentro da lata em estado líquido e na temperatura ambiente. Ao sair da lata, passa para o estado de vapor roubando calor do ambiente.
- b) já estava frio quando fechado na lata, pois todo vapor para se condensar deve ter sua pressão aumentada, provocando redução de sua temperatura.
- c) já estava frio quando acondicionado na lata, pois todo vapor só se condensa quando a temperatura diminui.
- d) já estava frio quando fechado na lata, pois todo vapor para se condensar deve ter sua pressão diminuída, provocando, como consequência, redução de sua temperatura.
- e) já estava frio quando colocado na lata, pois esta é feita de metal, o qual tem a propriedade de roubar calor do interior da lata rapidamente.

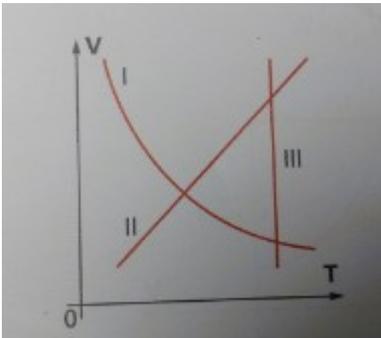
Resposta: *a*.

4) (Gaspar, página 319) (Vunesp) Um gás ideal, confinado no interior de um pistão com êmbolo móvel, é submetido a uma transformação na qual seu volume é reduzido à quarta parte do seu volume inicial, em um intervalo de tempo muito curto. Tratando-se de uma transformação muito rápida, não há tempo para a troca de calor entre o gás e o meio exterior. Pode-se afirmar que a transformação é:

- a) isobárica, e a temperatura final do gás é maior que a inicial.
- b) isotérmica, e a pressão final do gás é maior que a inicial.
- c) adiabática, e a temperatura final do gás é maior que a inicial.
- d) isobárica, e a energia interna final do gás é menor que a inicial.
- e) adiabática, e a energia interna final do gás é menor que a inicial.

Resposta: c.

5) (Gaspar, página 319) (UFG-GO) Transformações termodinâmicas, realizadas sobre um gás de número de mols constante que obedece à lei geral dos gases ideais, são mostradas na figura abaixo.

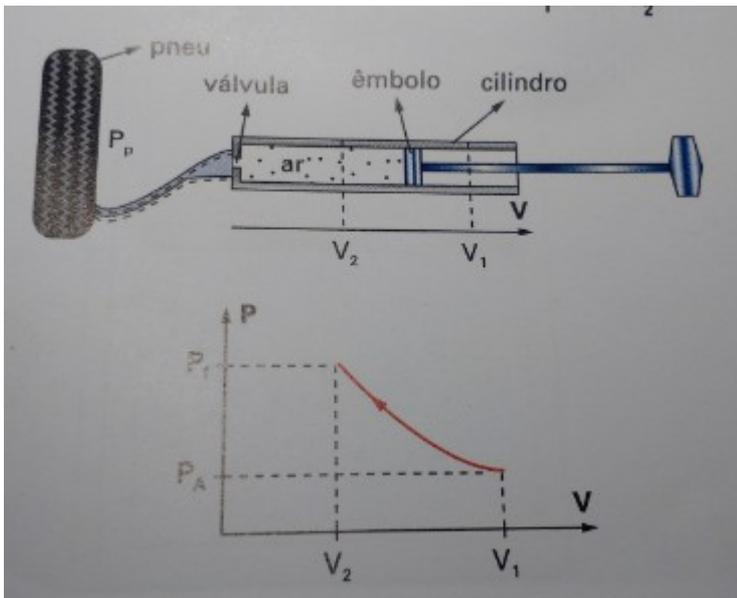


As transformações I, II e III são, respectivamente:

- a) adiabática, isobárica e isotérmica.
- b) isobárica, adiabática e isotérmica.
- c) isotérmica, isobárica e adiabática.
- d) adiabática, isotérmica e isobárica.
- e) isotérmica, adiabática e isobárica.

Resposta: a.

6) (Gaspar, página 321) (UFMS) Um ciclista, verificando que o pneu da bicicleta está murcho, resolve calibrá-lo enchendo-o com uma bomba manual, provida de um cilindro de volume  $V_1$ , um êmbolo e uma válvula para o ar não retornar do interior do pneu. A cada "bombada", o êmbolo é empurrado rapidamente pelo ciclista, elevando a pressão do ar que está no interior do cilindro, desde a pressão ambiente  $P_A$  até a pressão  $P_i$ ; enquanto o volume do cilindro é reduzido de  $V_1$  até  $V_2$  (veja as figuras a seguir). Quando a pressão aumenta, a válvula se abre permitindo a penetração do ar no interior do pneu que estava à pressão  $P_P > P_A$ . Depois de várias "bombadas", o ciclista percebe, com uma das mãos, que a superfície externa da bomba aumentou sua temperatura. O diagrama pressão x volume mostra o esboço de uma das transformações termodinâmicas a que o ar ficou submetido, desde o volume  $V_1$  até o  $V_2$ .



Se desprezarmos o atrito entre o êmbolo e o cilindro, e também considerando que o ar do interior do cilindro se comporta como um gás ideal, é correto afirmar:

- 01) Para que o ar, que está no interior do cilindro, penetre totalmente no interior do pneu, sua pressão deve ser elevada até um valor  $P_i$  igual à pressão  $P_p$  do interior do pneu.
- 02) Se as "bombadas" forem rápidas e não houver troca de calor com as vizinhanças, poderemos considerar que essa transformação termodinâmica é adiabática.
- 04) Se, durante as "bombadas", o processo for adiabático, então a temperatura do ar, no interior do cilindro, aumentará.
- 08) A sensação percebida pelo ciclista de que a bomba está quente deve-se ao fato de que o calor ser conduzido da superfície da bomba para a mão dele.
- 16) Quanto maior for a seção transversal do êmbolo, menor será a força aplicada sobre o êmbolo para o ar penetrar o pneu.

Resposta: 2, 4 e 8.

## 7.7 – Apêndice G – Prova (aulas 13 e 14)

Colégio Estadual Cândido Godói - Turma 208M  
Professor Sirlon Mata

Prova de Física

Aluno: \_\_\_\_\_

1) (Assinale a alternativa correta) No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias,

- A) a temperatura dos objetos de metal é inferior à dos objetos de madeira.
- B) a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma.
- C) nenhum objeto apresenta temperatura.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

RESPOSTA: b

2) (Assinale a alternativa correta) A água (a  $0^{\circ}\text{C}$ ) que resulta da fusão de um cubo de gelo (a  $0^{\circ}\text{C}$ ), contém, em relação ao gelo,

- A) mais energia.
- B) menos energia.
- C) a mesma energia.
- D) não podemos chegar a uma conclusão baseados nos dados apresentados.

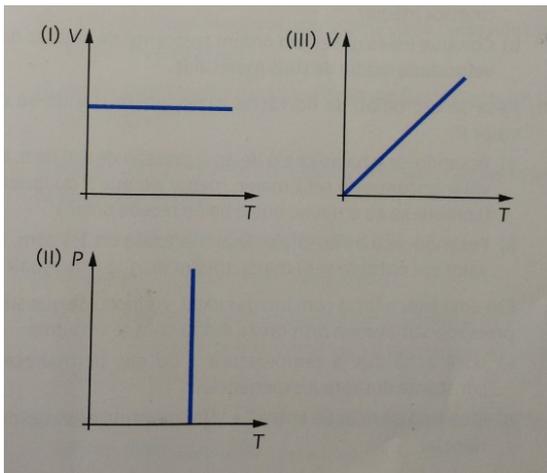
RESPOSTA: a

3) (PUC-MG) A pressão que um gás exerce, quando mantido em um recipiente fechado, se deve:

- a) ao choque entre as moléculas do gás.
- b) à força de atração entre as moléculas.
- c) ao choque das moléculas contra as paredes do recipiente.
- d) à força com que as paredes atraem as moléculas.

RESPOSTA: c

4) Os gráficos deste problema se referem a transformações de um gás. Entre as alternativas seguintes, assinale a que classifica corretamente as três transformações:



- a) I é isotérmica, II é isobárica e III é isovolumétrica.
- b) I é isovolumétrica, II é isotérmica e III é isobárica.
- c) I é isobárica, II é isovolumétrica e III é isotérmica.
- d) I é isotérmica, II é isovolumétrica e III é isobárica.
- e) I é isobárica, II é isotérmica e III é isovolumétrica.

RESPOSTA: b

5) (Pietrocola, página 187) Um gás ideal sofreu uma transformação isobárica, sob pressão de  $2,0\text{atm}$ . Seu volume foi aumentado de  $200\text{cm}^3$  para  $500\text{cm}^3$ . Use  $R = 8,3\text{J/mol} \cdot \text{K}$ . Se a temperatura inicial do gás era de  $127^{\circ}\text{C}$ :

- a) determine sua temperatura final;

- b) indique o número de mols contido no interior do recipiente;  
c) esboce o gráfico da pressão do gás em função da temperatura.

RESPOSTA:

a)  $pV/T = p_0V_0/T_0 \rightarrow 500/T = 200/400 \rightarrow T = 1000K$

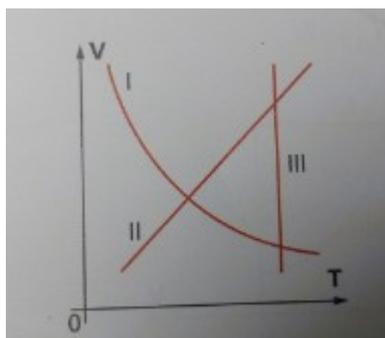
b)  $n = pV / RT \rightarrow n = 2 \cdot 10^5 \cdot 200 \cdot 10^{-6} / (8,3 \cdot 400) \rightarrow n = 1,2 \cdot 10^{-2} mol$

6) (Alvarenga, página 117) Um gás se expande rapidamente, empurrando o pistão do cilindro que o contém. Assinale as afirmativas erradas:

- a) O calor que o gás troca com a vizinhança é desprezível.  
b) A expansão é praticamente adiabática.  
c) A temperatura do gás permanece constante.  
d) A pressão do gás diminui enquanto seu volume aumenta.  
e) A pressão,  $p$ , e o volume,  $V$ , variam de tal modo que  $pV = constante$ .

RESPOSTA: c e e

7) (Gaspar, página 319) (UFG-GO) Transformações termodinâmicas, realizadas sobre um gás de número de mols constante que obedece à lei geral dos gases ideais, são mostradas na figura abaixo.



As transformações I, II e III são, respectivamente:

- a) adiabática, isobárica e isotérmica.  
b) isobárica, adiabática e isotérmica.  
c) isotérmica, isobárica e adiabática.  
d) adiabática, isotérmica e isobárica.  
e) isotérmica, adiabática e isobárica.

RESPOSTA: a