

Dramatização sobre conceitos-chave da Termodinâmica:

Os textos a seguir abordam as Leis da Termodinâmica em três atos. No terceiro ato um dos personagens utiliza algumas figuras para expor seus argumentos. Para encenar este personagem, o aluno pode, por exemplo, desenhar as figuras no quadro.

No final de cada ato são propostas algumas questões que podem ser aplicadas pelo professor como tarefa para ser realizada em casa, ou como exercícios em sala de aula. Estes textos foram escritos por Hudson Aguiar e fazem parte de um trabalho de sua autoria, desenvolvido na disciplina de Atividade Acadêmica Curricular - Modalidade Extensão, com o título "Problematização de conteúdos de Física - Uma parceria entre o professor e os alunos".

PRIMEIRO ATO

TERMO FASHION - PARTE I

APRESENTAÇÃO

NARRADOR: Vamos apresentar um evento internacional marcado por um grande desfile de abertura na passarela dos sistemas físicos. Que raio de passarela é essa? Calma! Você vai entender quando souber dos modelos convidados para esse grande desfile. Na verdade, são muitos os convidados. As presenças já confirmadas são: Tony Força, John Deslocamento, Margareth Pressão, Carlitos Temperatura, Giselle Volume, Jeniffer Kelvin, entre outros. Mas as verdadeiras estrelas do desfile são: a Srta. Energia Interna, o badalado Jack Trabalho, mais conhecido como Jack Job e o super requisitado Antônio Calor. E, quando falamos de celebridade, falamos de *barracos*, discussões e até brigas. Acompanhe, a partir de agora, a apresentação de cada estrela.

Como é um evento de grande visibilidade mundial, tem de ser documentado. Então, a equipe da TV Termodinâmica se propôs a este trabalho para elaborar um DVD com os melhores momentos dessa grande festa. Para começar o trabalho, os jornalistas da TV Termodinâmica chamaram as principais estrelas para uma breve apresentação. A primeira nessa filmagem foi a Srta. Energia Interna.

SRTA. ENERGIA INTERNA: Bem ... É um prazer estar aqui com vocês para essa festa linda. Vocês já devem me conhecer. Eu sou a Srta. Energia Interna. Estou praticamente em todas as baladas dos sistemas físicos. Assim que a temperatura aumenta, eu também aumento e quando a temperatura diminui, eu também diminuo.

É que eu sou muito *colada* com a temperatura. Desculpem a minha inocência! Na verdade, sou mais bem definida quando me encontro na presença de Carlitos Temperatura e de Jeniffer Kelvin. Sei lá, sabe? Eles me definem melhor. (1)

NARRADOR: Em seguida, o Jack Job é chamado para sua apresentação. Jack é um pouco grosseiro de vez em quando!

JACK JOB: Meu nome é Jack Job! Na verdade é Jack Trabalho, mas eu prefiro Jack Job. É mais elegante e sucinto. O que eu faço? Ora, bolas! Faço trabalho! Só que eu fico com uma baita raiva, porque só sou percebido quando Tony Força e John Deslocamento estão comigo. Aí, o pessoal fica falando que eu não gosto de mulher, porque eu só apareço com homem. Estou aqui pra tirar essa história a limpo. Claro! Eu reconheço que eles são importantes, mas ninguém se lembra que eu também apareço quando Margareth Pressão e Giselle Volume aparecem. Essas línguas malditas que têm por aí. Na verdade, eu apareço mais com elas do que com o John e Tony. O quê? O que eu tenho feito com a Giselle? Como assim? Só porque, de vez em quando, ela está magra ou mais gordinha? Sei lá, é o jeito dela. As pessoas falam que eu sou negativo, mas eu sou positivo também. Depende da situação. Por que eu não fico só positivo? Sei lá, eu sou assim e acabou. Não vou mudar minha essência pra agradar os outros. Já acabou? Já estou cansado. (2)

NARRADOR: É, minha gente. O Jack é um pouco explosivo, mas é a maneira dele ser. Daqui a pouco vocês se acostumam mais com esse jeito oscilante dele. Só falta mais um grande astro para essa breve introdução: o magnânimo Antônio Calor.

ANTÔNIO CALOR: Obrigado, obrigado! Vocês são muito gentis! Meu nome é Antônio Calor. Prefiro ser chamado de Calor, ou Lolor, para os íntimos. Fiquem à vontade ao me chamarem. Eu sei, eu sei. Não dá para viver sem mim. Fico, às vezes, me perguntando como consigo disposição para estar em vários lugares ao mesmo tempo. Gente, vou falar só uma coisa que eu aprendi com a vida: a gente é criado com um objetivo. Eu fui criado para gerar a vida das plantas, dos animais, dos planetas. Vocês já repararam que certos lugares que eu não vou com muita frequência são mais inóspitos? São ruins para viver. As pessoas me confundem com o Carlitos Temperatura. Somos muito ligados, é verdade! Mas eu sou eu e ele é ele! São diferentes os nossos objetivos aqui no mundo. Porém, de uma coisa eu tenho certeza: sem mim, muitas das estrelas dessa festa nem existiriam. Por favor, não me interpretem mal. Porque é a verdade, a dura verdade! Dessa forma, fui chamado para esse evento tão especial e é claro, não pude me dar ao luxo de faltar. (3)

NARRADOR: Repararam que as três grandes estrelas do desfile são um pouco geniosas? E quando Jack Job e a Srta. Energia Interna souberam desse último comentário do Lolor em sua apresentação, ficaram possessos. Os jornalistas da TV

Termodinâmica, sabendo da reação, resolveram gravar no dia seguinte um debate entre os três, só para esquentar um pouco mais o evento. E você que está acompanhando essa história, fique calmo. Para ajudá-lo a entender melhor o que está por vir, seu professor de Física vai trabalhar com você as seguintes questões:

As falas dos personagens foram marcadas com os números (1), (2) e (3) na ordem de leitura do texto.

Em relação à fala (1), responda:

- a) Por que a Srta. Energia Interna afirma que, na presença de Carlitos Temperatura e Jennifer Kelvin, ela fica melhor definida?
- b) Qual a interpretação da Energia Interna num sistema físico? Como podemos avaliar a alteração da Energia interna de um sistema?

Em relação à fala (2), responda:

- c) Por que o Jack Job só aparece quando John Deslocamento e Tony Força aparecem?
- d) Por que o Jack Job **também** aparece quando Margareth Pressão e Giselle Volume aparecem?
- e) Qual a interpretação da grandeza Trabalho na Física?
- f) Tente explicar fisicamente a frase do texto: " (...) *O quê? O que eu tenho feito com a Giselle? Como assim? Só porque, de vez em quando, ela está magra ou mais gordinha? Sei lá, é o jeito dela. As pessoas falam que eu sou negativo, mas eu sou positivo também. Depende da situação.*"

Em relação à fala (3), responda:

- g) Por que Antônio Calor afirma que as pessoas confundem ele com o Carlitos Temperatura? Qual seria a diferença entre as grandezas Calor e Temperatura?
- h) Você já conheceu melhor a Energia Interna. Há diferença entre Calor e Energia Interna? Justifique.
- i) Por que Jack Job e a Srta. Energia Interna ficaram irritados ao saberem da frase dita por Antônio Calor: "*Porém, de uma coisa eu tenho certeza: sem mim, muitas das estrelas dessa festa nem existiriam. Por favor, não me interpretem mal. Porque é a verdade, a dura verdade!*"?

SEGUNDO ATO

TERMO FASHION - PARTE II

O DEBATE

NARRADOR: No dia seguinte à apresentação dos aclamados modelos Antônio Calor, Srta. Energia Interna e Jack Job, já estava tudo preparado pela equipe da TV Termodinâmica. Todos estavam ansiosos pelo debate. Será que vai ter discussão entre os modelos? Vai rolar *barraco*? Brigas? Nada se sabe até o momento. O que se sabia do dia anterior era que a Srta. Energia Interna e Jack Job ficaram bem irritados com Antônio Calor.

O primeiro a chegar no estúdio foi Antônio Calor, parecendo estar um pouco arrependido do que falou anteriormente.

ANTÔNIO CALOR: Eu não estou nada chateado. Eu só não queria ser mal interpretado, mas tudo bem! Por isso, é que vim aqui para esclarecer a minha declaração de ontem. Não tenho nada contra o Jack Job e a Srta. Energia Interna. As pessoas não gostam de ouvir a verdade.

Movimento de cena: De repente, entram juntos no estúdio a Srta. Energia Interna e o Jack Job. Sem ninguém perceber, tudo já estava sendo gravado e transmitido ao vivo para todos os sistemas físicos.

NARRADOR: E agora então, quem se habilita para prosseguir o debate?

JACK JOB: Que história é essa de andar falando que, sem você, Lolor, nenhum de nós existiria?

SRTA. ENERGIA INTERNA: Como ousa, Antônio Calor? Que papelão! Você não precisa disso!

ANTÔNIO CALOR: Ainda bem que vocês chegaram. Olha ... Não queria ofender ninguém.

JACK JOB: Ah, é? Então se explique, magnânimo Lolor.

ANTÔNIO CALOR: Bem ... Eu acho que o debate já começou.

JACK JOB: Desde ontem, com você mesmo falando baboseiras aqui na TV.

ANTÔNIO CALOR: Fique calmo, Jack. Vou apresentar o argumento que me assegura a certeza da minha fala de ontem.

SRTA. ENERGIA INTERNA: Apresente mesmo, queridinho. Porque nós também viemos preparados para o debate.

ANTÔNIO CALOR: Vamos lá! Imaginem então um sistema físico em particular: um gás dentro de um cilindro com êmbolo móvel. Ora, se eu for colocado sob esse cilindro em forma de chama, o que vai acontecer?

Situação da cena: Um silêncio toma todo o estúdio.

ANTÔNIO CALOR: Não se preocupem, eu mesmo respondo. A minha energia vai começar a aquecer o gás dentro desse cilindro, aumentando o meu amigo Carlitos Temperatura. Como esse meu amigo mede a energia cinética média das moléculas do gás, que está, de certa forma, associada às colisões das partículas do gás, essas colisões irão aumentar, causando assim um aumento seu, Srta. Energia Interna. Estou mentindo?

SRTA. ENERGIA INTERNA: Não é mentira. Só que eu estou presente desde o começo da situação, ou seja, se as partículas estão a uma determinada temperatura, logo elas possuem, cada uma delas, uma energia cinética. Só que eu sou diferente do Carlitos Temperatura, porque eu meço a soma das energias das moléculas do gás. O que eu quero deixar bem claro, Antônio Calor, é que você não me fez aparecer.

ANTÔNIO CALOR: De fato. Só que o que é mais importante é a sua variação em certas situações físicas. Você, na maioria das *baladas*, só pode ser percebida quando o Carlitos Temperatura varia.

Situação de cena: Enquanto isso, Jack Job já esperava um ataque do Lolor, que veio em seguida.

ANTÔNIO CALOR: E aí, Jack? Pensa que eu esqueci de você? Lógico que não! Quando a sua amiga Srta. Energia Interna aumenta, as moléculas começam a fazer uma força no êmbolo do cilindro, movimentando-o, fazendo com que o gás sofra uma expansão, ou melhor, fazendo com que realize o Jack Job. Isso tudo, porque eu, o magnânimo Lolor, estou desde o começo na situação.

JACK JOB: Droga! Só tem uma coisa que...

ANTÔNIO CALOR: Agora não, Jack. Espera um pouco! (...) Eu vi vocês tão bonitinhos entrando juntos aqui. Mas você gosta, nessa situação que eu estou colocando, que a Srta. Energia Interna não aumente nem diminua. Sabe por quê? Porque assim você aproveita toda a energia que eu dou para o sistema para se tornar um Jack Job bem maior. Estou mentindo aqui, Jack? (1)

JACK JOB: Ainda vou pegar você! Espera que a sua hora vai chegar.

SRITA. ENERGIA INTERNA: Poxa, Jack! Lolor está desmerecendo a gente aqui ao vivo.

ANTÔNIO CALOR: Você também é bem peçonhenta, hein mocinha. Fiquei sabendo que você não gosta da Giselle Volume. Adora quando não acontece nada com ela.

SRITA. ENERGIA INTERNA: Eu não sou capaz de fazer mal a ninguém. E é por isso que eu adoro que nada aconteça a ninguém.

ANTÔNIO CALOR: Mas o negócio é que o seu amigo Jack Job só é percebido quando a Giselle Volume aumenta ou diminui. Se não acontecer nada com ela, tadinho do Jack. Ele vai ser um zero à esquerda. E se for numa situação na qual eu estou dando energia para o sistema, você, queridinha, pega tudo para você e varia à vontade. Que amizade linda a de vocês! (2)

SRITA. ENERGIA INTERNA: É, seu Lolor. Já percebi a *sua!* Você está com ciúmes da minha relação com o Jack Job.

JACK JOB: Ciúmes misturados com um pouco de raiva. É raiva, sim senhor! Chegou a hora da minha fala. Eu percebi que você, Lolor, gosta de estar em todas. Quando não está, fica assim, todo mexido. É mesmo!

ANTÔNIO CALOR: Não é nada disso, é que...

JACK JOB: Agora você cala essa boca, porque é a minha vez agora. Já falou bastante! Você odeia o Fred Isopor, não é? E eu sei o porquê. Porque ele é um isolante térmico e se o Fred for colocado nessa situação que você propôs para a gente, o gás simplesmente não troca calor com o ambiente. Ou seja, Lolor fica de fora. Lolor fica de fora! Se Lolor fica de fora, só *rola* o Jack Job com a linda e amável Srta. Energia Interna. E você fica mais *encucado* ainda é quando eu sou negativo, a minha linda aumenta; e quando eu sou positivo, ela que diminui. Parece contrariar um pouco as leis das coisas. Mas não, a gente é assim. Se Lolor vale zero, oba!, só tem o Jack e a Tetê. (3)

SRITA. ENERGIA INTERNA: Jack?!! Você revelou o meu apelido! Tetê!!

JACK JOB: Desculpe, meu anjo. Não agüentei. Mas,... Fala aí, Lolor! Vai ficar quieto agora?

NARRADOR: Senhores espectadores! Está entrando do nada, no debate, a esplendorosa Mãe Natureza!!

MÃE NATUREZA: Todos irão ficar quietos agora.

OS TRÊS JUNTOS: Mãe Natureza?!

MÃE NATUREZA: Que vexame! Nunca vi tanta baixaria.

ANTÔNIO CALOR: Mas, Mãe!

MÃE NATUREZA: Não quero ouvir ninguém falando. Logo vocês três, que desempenham papéis importantes nos sistemas físicos, prestando-se a um papel desses! Logo vocês três, que formam um dos pilares mais bonitos da Física que é o princípio da conservação de energia. Você, Antônio, quando cede a sua energia, cede para eles dois aqui. Vocês três formam uma equipe. Quando um aparece, os outros dois aparecem. Claro que temos as exceções nas quais um ou outro fica de fora. Mas a lei geral é que você, Lolor, é igual à soma do Jack Job com a Srta. Energia Interna. E tem mais! Ainda há momentos em o Jack Job pode se transformar integralmente em você, Antônio. Mas você não pode se transformar integralmente no Jack.

ANTÔNIO CALOR: Como assim, Mãe?

MÃE NATUREZA: Isso é um assunto para outra situação. Mas eu não quero mais esse tipo de coisa aqui na TV. E não se esqueçam: os três juntos formam a base para a 1ª lei da Termodinâmica, que nada mais é do que o princípio da Conservação de Energia. Já que eu estou aqui na TV, vou falar só mais uma coisa: o Homem sabe que a Energia não se cria, não se perde, mas se transforma. Então todo mundo pensa que eu, a Mãe Natureza, tenho Energia pra dar à vontade. Não é bem assim. Nem toda essa Energia que eu disponho nos fenômenos é útil para o Homem. O que eu vejo de gente desperdiçando energia, só porque pode pagar por ela, é uma enormidade! E o problema não é o preço, mas o desperdício. Não degradem a Energia, usem-na com consciência. É só o que peço para todos.

Situação de cena: Quando a Mãe Natureza terminou de falar, todos da TV Termodinâmica choravam no estúdio de tanta emoção, pois não esperavam a presença inusitada da Mãe. Lolor desculpou-se com Jack e Tetê, e ficou tudo bem.

No entanto, Lolor ficou *encucado*, refletindo: "Eu não posso me transformar integralmente em Jack Job, mas o inverso pode acontecer. Mas que diabos significa isso?"

NARRADOR: Agora é a sua vez de entrar em cena e desvendar com seu professor de Física o significado de algumas falas do texto para melhor entender as leis da Termodinâmica. Aceite o desafio de resolver as seguintes questões, para organizar as idéias!!

Questões

1- Releia as frases a seguir:

(i) *"Vamos imaginar então um sistema físico em particular: um gás dentro de um cilindro com êmbolo móvel."*

(ii) *"A minha energia vai começar a aquecer o gás dentro desse cilindro, aumentando o meu amigo Carlitos Temperatura. Como esse meu amigo mede a energia cinética média das moléculas do gás, que está, de certa forma, associada às colisões das partículas do gás, essas colisões irão aumentar, causando assim um aumento seu, Srta. Energia Interna."*

(iii) *"Quando a sua amiga Srta. Energia Interna aumenta, as moléculas começam a fazer uma força no êmbolo do cilindro, movimentando-o, fazendo com que o gás sofra uma expansão, ou melhor, fazendo com que realize o Jack Job. Isso tudo, porque eu, o magnânimo Lolor, estou desde o começo na situação."*

(iv) *"Logo vocês três, que formam um dos pilares mais bonitos da Física que é o princípio da conservação de energia. Você, Antônio, quando cede a sua energia, cede pra eles dois aqui. Vocês três formam uma equipe."*

A partir da leitura, deduza a 1ª Lei da Termodinâmica.

2- Interprete fisicamente a fala (1) dita por Antônio Calor. Apresente situações nas quais isso se aplica.

3- Interprete fisicamente a fala (2) dita por Antônio Calor. Cite exemplos em que isto acontece.

4- Interprete fisicamente a fala (3) dita por Jack Job. Apresente situações nas quais isso se aplica.

5- O que a Mãe Natureza quis dizer quando falou: *"Quando um aparece, os outros dois aparecem. Claro que temos as exceções nas quais um ou outro fica de fora."*?

6- O que você entende por outra frase da Mãe Natureza: *"E tem mais! Ainda há momentos em que o Jack Job pode se transformar integralmente em você, Antônio. Mas você não pode se transformar integralmente no Jack."*? Você acha possível tal situação? Como?

7- Como você interpreta fisicamente a frase: *"Não é bem assim. Nem toda essa Energia que eu disponho nos fenômenos é útil para o Homem."*?

TERCEIRO ATO

TERMO FASHION - PARTE III

O DILEMA

NARRADOR: Depois do grande evento na TV Termodinâmica, Antônio Calor passou a ser um pouco mais humilde, reconhecendo que as outras grandezas físicas também são importantes na descrição dos fenômenos da Mãe Natureza.

Só que um questionamento não deixava a cabeça de Lolor em paz: aquele no qual a Mãe Natureza mencionou a existência de momentos em que o Jack Job pode se transformar integralmente nele. Entretanto, Lolor não pode se transformar integralmente no Jack. O que ela queria dizer com aquilo?

ANTÔNIO CALOR: Estou ficando doido de tanto pensar nisso. É melhor desistir!

Situação de cena: Um alarme soa. Alguém chama Lolor para uma situação física.

ANTÔNIO CALOR: Oba! Já estou indo!

NARRADOR MOSTRANDO A CENA: Ao chegar lá, Lolor vê Jack Job na situação, na qual uma criança, com uma bomba de encher pneu de bicicleta, não pára de expandir e contrair o gás dentro da bomba de maneira inútil, ou seja, não enchendo nada.

JACK JOB: Fala Lolor! Olha a resposta do seu dilema! Você não está percebendo que eu estou virando você agora?

ANTÔNIO CALOR: É mesmo! A bomba está quente. Olha eu aí, minha gente!

JACK JOB: Não acredito que você ainda está se sentindo "o cara" do mundo físico!

ANTÔNIO CALOR: Calma, Jack! Não é isso! Lembra que a Mãe Natureza mencionou esse aspecto naquele dia do debate?

JACK JOB: Do que você está falando, cara?

ANTÔNIO CALOR: Da possibilidade de você se transformar integralmente em mim. Está acontecendo agora. A criança está brincando com a bomba, e nós estamos variando.

JACK JOB: Estou até um pouco enjoado! Tem hora que eu sou negativo, noutra sou positivo. Ai, ai! Muda muito rápido. Olha só! Ai! Tomara que essa criança se canse logo, e deixe de lado a bomba.

ANTÔNIO CALOR: É!! Todo o trabalho sofrido pelo gás está se transformando em calor, ou seja, em mim. Mas eu não posso me transformar integralmente em você, Jack. Como vou entender essa última coisa?

NARRADOR INDICANDO A CENA: Enquanto isso, num outro lugar, dois carros disputam o carinho do futuro dono. O vendedor está suando para convencer o cliente da compra.

VENDEDOR: Bem, senhor Romualdo! Restaram esses dois últimos carros, lançamentos da rede Chifrolet: o alfa Travessum e o beta Gataka.

ROMUALDO: Gostei do design dos carros. Parecem bem confortáveis. Mas e o motor? Eu quero saber dos motores dessas gracinhas.

VENDEDOR: Da melhor qualidade. A rede Chifrolet é campeã em tecnologia de motores.

ROMUALDO: Rapaz, eu estou sentindo que você está me enrolando com esse papinho mixuruca. Desembucha logo. Os dois carros têm 16 válvulas nos motores? São total-flex? Funcionam a GNV também? Quanto rende por litro cada um deles?

ALFA TRAVESSUM: Caramba! Esse cara quer saber de tudo. Ô, Beta! Já desisti de ser desse cara aí. Pode ficar com ele, é a tua cara.

BETA GATAKA: Mas ele está certo, Alfa! Em geral, as pessoas têm que perguntar os detalhes das coisas que compram. Principalmente de carro, que é um item mais caro. Já que você desistiu, adorei saber disso. Eu quero ficar com esse cliente sim, tem jeito de cuidadoso.

VENDEDOR: Vai depender do combustível usado, já que os motores são tetraflex: álcool, gasolina, diesel e gás natural. No caso da gasolina, os dois carros apresentam o mesmo rendimento, ou seja, consomem 1 litro a cada 7 quilômetros rodados.

ROMUALDO: Uau! Agora você me impressionou! Tetraflex! Que coisa, hein! Eu já ouvi falar que com o gás natural, você roda à beça, mas o carro perde muita potência. Você saberia dizer o rendimento dos outros?

VENDEDOR: Rendimento dos outros?

ROMUALDO: Dos outros combustíveis.

VENDEDOR: Ah, sim! Vou consultar o manual do carro. Eu não sei tantos dados de cabeça. Só um minuto. Já volto!

NARRADOR: Voltando ao nosso amigo Lolor.

ANTÔNIO CALOR: Eu não posso me transformar integralmente em Jack Job! Por que não? Não agüento mais ficar me perguntando isso. Sabe de uma coisa? Vou a um psicólogo. Vou acabar ficando doido com isso.

NARRADOR: Lolor lembrou de um antigo médico dos sistemas físicos, o doutor Joule. É um cara bem requisitado nas situações da natureza.

DR. JOULE: Fique calmo, Lolor! Só agora você se deu conta dessa questão intrigante que envolve a transformação do calor em trabalho e vice-versa. É uma questão antiga, meu caro! Os homens, em pleno século XIX, já enfrentavam esse dilema.

ANTÔNIO CALOR: E agora? Como vou achar a resposta desse dilema?

DR. JOULE: Como nós somos associados aos sistemas físicos, temos o direito a voltar no tempo.

ANTÔNIO CALOR: Como é que é? Voltar no tempo? Como assim?!

DR. JOULE: É isso mesmo que você ouviu. Se qualquer grandeza quiser voltar no tempo, só para ver como as coisas evoluíram, isso pode acontecer. Só que você não interage com nada, não interfere em nada. Só assiste os acontecimentos.

ANTÔNIO CALOR: Quer dizer que você está falando que eu posso voltar no tempo para tentar responder o meu dilema?

DR. JOULE: Exatamente isso. Precisamente no século XIX, no qual Sadi Carnot estava presente.

ANTÔNIO CALOR: Carnot? Nunca ouvi falar...

DR. JOULE: Claro que não! Porque você, o seu conceito associado à energia ainda não tinha surgido. Você pode encontrar por lá, o Zé Calórico.

ANTÔNIO CALOR: Zé Calórico? Nossa, estou ainda mais confuso!!

DR. JOULE: Fique tranqüilo! Tudo vai se esclarecer. Você precisa escolher a data certa para voltar. Você só terá 15 minutos para ver o que aconteceu.

ANTÔNIO CALOR: Certo! Vou fazer uma pesquisa para ver se eu encontro alguma palestra desse Carnot.

DR. JOULE: Isso mesmo! Alguma coisa relacionada ao seu dilema.

NARRADOR, indicando a cena: Voltando à venda dos carros.

VENDEDOR: O senhor não vai se arrepender, seu Romualdo! Esse beta Gataka é muito legal. É um carrão.

ROMUALDO: É... Estou quase comprando esse mesmo. É muito lindo mesmo! Só falta uma coisa. Qual o rendimento dele?

VENDEDOR: Mas eu já passei para o senhor.

ROMUALDO: Eu sei. Só que eu queria em porcentagem. Sei lá, talvez um rendimento em torno de 80 % ou mais. Já que esse motor é tetraflex, deve apresentar então uns 90 % de rendimento!

VENDEDOR: Desculpe, senhor! Mas o senhor tem alguma idéia do que está falando? Onde já se viu um motor de 90 % de rendimento? O senhor está muito equivocado. O rendimento desse carro não deve passar de uns 35 % e olhe lá.

ROMUALDO: Só isso?! Meu Deus! Não acredito! E o senhor falando que era um carrão!

VENDEDOR: O máximo rendimento que o Homem já conseguiu gira em torno de 32 a 38 %, com os motores a diesel, usados em transportes de grande porte.

ROMUALDO: O que se leva em consideração no cálculo do rendimento de um carro?

VENDEDOR: Meu senhor, um motor trabalha em tempos. Tem motor de dois tempos e motor de quatro tempos. Esses tempos estão ligados ao que ocorre com o combustível até gerar o movimento do carro. O senhor pensa que as peças do carro não precisam de calor para ficar aquecidas e funcionar melhor? A energia do combustível é utilizada para diversos fins e não somente na movimentação do carro.

ROMUALDO: Como isso é possível? É um absurdo!

VENDEDOR: Olha! Eu não tenho culpa disso. Se o senhor quiser saber mais, pergunte a um professor de Física ou a um engenheiro mecânico. São os limites da Física. Eu sou só um vendedor.

ROMUALDO: Poxa! Que rendimento baixo!

VENDEDOR: Nem todo calor gerado na explosão do combustível dentro do motor se transforma em movimento do carro. Há um limite pra isso!

NARRADOR, indicando a cena: Voltando ao dilema do Lolor.

DR. JOULE: Lolor, conseguiu achar alguma data adequada?

ANTÔNIO CALOR: Acabei de achar. O ano é 1824. Sadi Carnot publicou um trabalho nesse ano. Ele fez uma apresentação no dia 11 de maio aos seus colegas Clausius e lorde Kelvin. Como eu faço para chegar lá?

DR. JOULE: Concentre-se na data! Mentalize-a. Vou aplicar uma injeção sonífera em você. Quando recobrar a consciência, estará em 1824. Está pronto?

ANTÔNIO CALOR: Nunca fiz isso. Mas vamos lá!

DR. JOULE: Feche os olhos! Resolva o seu dilema! Boa viagem!

ANTÔNIO CALOR: Já estou meio tonto. Fui!!!

NARRADOR, indicando a cena: Enquanto isso, em 1824.

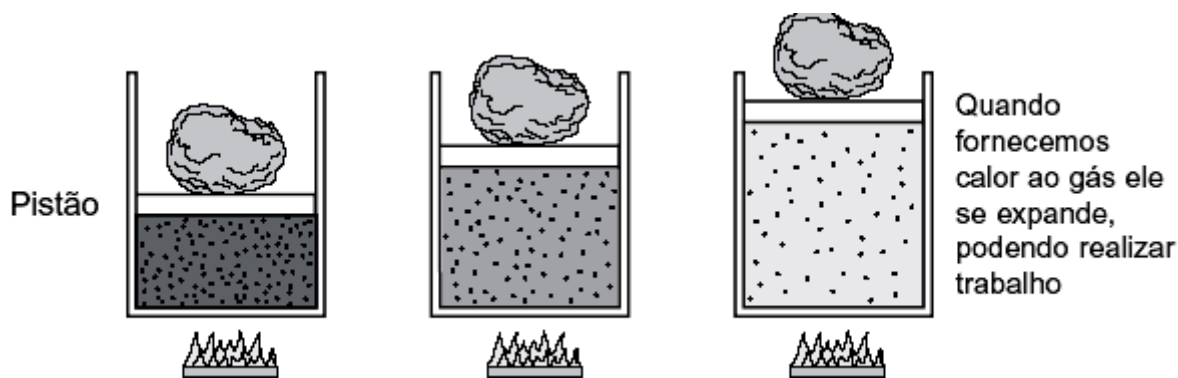
SADI CARNOT: Bom dia, meus amigos. Obrigado por comparecem a esta conversa tão importante para nós, creio eu.

LORDE KELVIN: Com certeza, Carnot! Estamos também empenhados nesta área de pesquisa.

CLAUSIUS: É uma honra estarmos aqui.

ANTÔNIO CALOR: Já cheguei! Foi rápido? Opa! Os cientistas já vão começar.

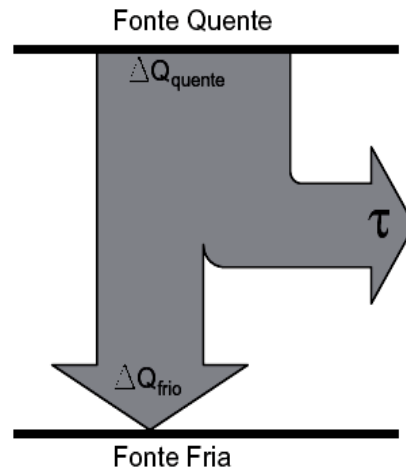
SADI CARNOT: Então vamos começar, senhores! Vejam a situação esquematizada no quadro:



SADI CARNOT: Imaginem que eu tenha uma pedra colocada em um pistão. Ao fornecer calor para o gás no pistão, o gás se expande, movimentando a pedra para cima. Se eu quiser que isso seja uma máquina de elevar pedras, tenho que tirar essa fonte quente e colocar uma fonte fria para que o pistão volte à posição inicial.

CLAUSIUS: O que você está dizendo é que devemos ter uma fonte quente e uma fonte fria para que a máquina funcione?

SADI CARNOT: Exatamente isso. Só que ao fazer isso, teremos a seguinte situação:



LORDE KELVIN: Então, nenhuma máquina térmica operando em ciclos pode retirar calor de uma fonte e transformá-lo integralmente em trabalho!

CARNOT: Só uma parte do calórico é aproveitada como trabalho e o restante é jogado na fonte fria, para que se inicie o ciclo novamente.

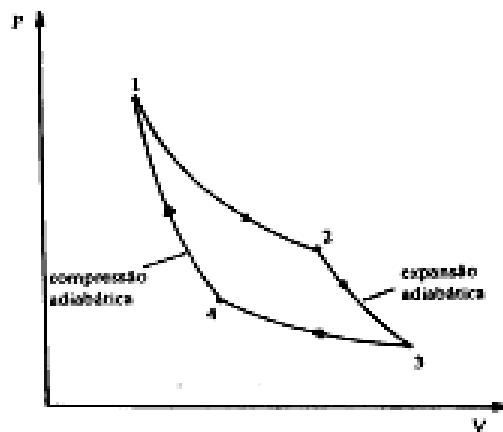
ANTÔNIO CALOR: Agora entendi.

CARNOT: Assim, o *rendimento* de qualquer máquina é sempre inferior a 100 %.

CLAUSIUS: É evidente! Mas o que você trouxe de novo nessa pesquisa, Carnot?

CARNOT: Se o rendimento da máquina térmica é sempre limitado, menor do que 100 %, deve haver um rendimento máximo a ser atingido. Eu idealizei uma máquina que operaria num ciclo completamente reversível, o que é impossível de se conseguir na prática, mas pelo menos teremos um limite teórico para a construção de futuras máquinas. Esse ciclo seria o seguinte:

o Ciclo de Carnot.



Se uma máquina térmica operasse num ciclo como esse (de Carnot) teria um rendimento máximo.

LORDE KELVIN: O que você quer dizer com um ciclo completamente reversível? Não entendi.

ANTÔNIO CALOR: Também não!

CARNOT: É um ciclo onde o sistema retorna exatamente às condições iniciais. Vou explicar melhor para vocês.

ANTÔNIO CALOR: O que está acontecendo comigo? Estou com a visão turva!

DR. JOULE: E aí? Como foi?

ANTÔNIO CALOR: Já acabou? Os quinze minutos já passaram?

DR. JOULE: Já, sim! Às vezes nem dá para sentir. Conseguiu resolver o seu dilema?

ANTÔNIO CALOR: Agora está tudo mais claro. Mas eu não posso voltar não?

DR. JOULE: Infelizmente não. Essas viagens mexem com toda a nossa estrutura. Só daqui a 6 meses.

ANTÔNIO CALOR: Poxa! Mas não tem problema! Agora entendi. A Mãe Natureza é muito sábia.

DR. JOULE: Concordo. Ela é linda! Perfeita!

NARRADOR: A viagem no tempo é algo impossível. Águas passadas não movem moinho. Os acontecimentos no tempo são fenômenos irreversíveis. Sadi Carnot já tinha idéia do que era reversível e irreversível. Esse físico e engenheiro francês foi um dos pioneiros no estudo teórico das máquinas térmicas. Interessava-se pelo estudo das máquinas a vapor porque, em sua opinião, era essa a razão do poderio da Inglaterra na época. Carnot morreu ainda jovem, em 1832, com 36 anos de idade,

vítima de uma epidemia de cólera em Paris. Diferente da história retratada aqui, suas idéias só foram bem compreendidas anos depois de sua morte, a partir de 1849, quando os físicos, lorde Kelvin e Rudolf Clausius, as conheceram e perceberam sua importância. Foi a partir do trabalho de Carnot que Kelvin e Clausius formularam a Segunda Lei da Termodinâmica.

Nossa viagem fantástica pela Termodinâmica termina aqui. Avançar a partir daí, vai ser uma aventura sua, leitor/espectador. O conhecimento é assim. É uma aventura sem fim! Conhecendo contextos históricos e a evolução dos conceitos físicos, percebemos que nada vem pronto. Todo conhecimento depende de um esforço contínuo e de um objetivo. Essa é a grande lição que muitos estudiosos deixaram para nós na construção de uma Física capaz de descrever com clareza os fenômenos da fabulosa Mãe Natureza.

Finalizando, alimentamos uma discussão sobre o dilema de Lolor com as questões a seguir, cujas respostas podem ser sistematizadas com a participação de aluno(a)s e professore(a)s de Física.

Questões:

1- Já existe o motor tetraflex? Caso exista, ele funciona como está descrito no texto?

2- Como funciona um motor a dois tempos? E a quatro tempos?

3- Estabeleça a diferença entre os conceitos de calórico e calor.

4- Apresente uma forma matemática para calcular o rendimento de uma máquina envolvendo o trabalho e a quantidade de calor tirada da fonte quente. Interprete-a fisicamente.

5- Dê exemplos de fenômenos reversíveis e irreversíveis.

6- Com a ajuda do seu professor, apresente uma forma matemática para calcular o rendimento de uma máquina que funcione de acordo com o ciclo de Carnot.

7- Apresente duas maneiras de enunciar a segunda lei da Termodinâmica. Interprete-as.

8- Pesquise sobre rendimentos de dois tipos de motores utilizados atualmente.

9- Se fosse possível voltar no tempo, apresente um momento da história da Ciência que você gostaria de presenciar. Justifique.

