



# CADERNOS DE APOIO À APRENDIZAGEM

## FÍSICA

Unidade 2 – Versão – 24 Abril 2021

2<sup>A</sup>  
SÉRIE



GOVERNO  
DO ESTADO

SECRETARIA  
DA EDUCAÇÃO

# Governo da Bahia

Rui Costa | Governador

João Leão | Vice-Governador

Jerônimo Rodrigues Souza | Secretário da Educação

Danilo de Melo Souza | Subsecretário

Manuelita Falcão Brito | Superintendente de Políticas para a Educação Básica

## Coordenação Geral

Manuelita Falcão Brito

Jurema Oliveira Brito

Leticia Machado dos Santos

## Diretorias da Superintendência de Políticas para a Educação Básica

**Diretoria de Currículo, Avaliação e Tecnologias Educacionais**

Jurema Oliveira Brito

**Diretoria de Educação e Suas Modalidades**

Iara Martins Icó Sousa

Thamires Vasconcelos de Souza

## Coordenações das Etapas e Modalidades da Educação Básica

**Coordenação de Educação Infantil e Ensino Fundamental**

Kátia Suely Paim Matheó

**Coordenação de Ensino Médio**

Renata Silva de Souza

**Coordenação do Ensino Médio com Intermediação Tecnológica**

Leticia Machado dos Santos

**Coordenação da Educação do Campo e Escolar Quilombola**

Poliana Nascimento dos Reis

**Coordenação de Educação Escolar Indígena**

José Carlos Batista Magalhães

**Coordenação de Educação Especial**

Marlene Santos Cardoso

**Coordenação da Educação de Jovens e Adultos**

Isadora Sampaio

## Coordenação da Área de Ciências da Natureza

Adaltro José Araújo Silva

Dilcleia Santana de Oliveira Soares da Silva

Edileuza Nunes Simões Neris

Moselene Costa Dos Reis

Juçara Batista Menezes da Silva

Tanara Almeida de Freitas

## Equipe de Elaboração

Adriana Anadir dos Santos • Alessandra Adelina Santos Cerqueira • Allana Souza de Carvalho • Andréa Carneiro de Oliveira Bezerra • Andréia Bárbara Serpa Dantas • Andréa Passos Araújo Castro • Ana Claudia Borges Calheiros • Ana Claudia dos Passos Fernandes • Adaltro José Araújo da Silva • Braian Barbosa De Oliveira • Carlos André Carmo dos Santos • Carlos Antônio Neves Junior • Carmem Renata Almeida de Santana • Cristiane Silva Conceição • Débora Correia dos Santos • Denise Ferreira da Silva Santana • Dilcleia Santana de Oliveira Soares da Silva • Debora Maria Valverde da Silva

• Edmeire Santos Costa • Elenita Silva da Conceição • Enaldo de Menezes Pontes • Fernanda Pereira de Brito • Francisco Silva de Souza • Frank Hebert Pires Franca • Giulianne Nayara Lima da Silva • Graça Regina Armond Matias Ferreira • Iara Rego Soares Fon • Jamille Pereira Almeida • Joelson Batista de Souza • Jorge Luiz Oliveira Costa • José Humberto Torres Júnior • Juliana Gabriela Alves de Oliveira • Juçara Batista Menezes da Silva • Jutilande Paixão da Encarnação • Karla Correia Sales Conceição • Leinah Silva Souza • Lázaro de Jesus Lima • Lilian Cruz Santos • Luciana de Menezes Moreira • Luciana Rocha Coelho Ribeiro • Luciano Dias de Andrade • Lucinete Rodrigues França • Luiz Odizo Junior • Marcelo Nunes dos Santos • Márcia de Souza Ramos • Márcio Assis de Sá • Moselene Costa dos Reis • Murilo César Carneiro Bastos • Neide Souza Graça Pinheiro • Natalia Rodrigues da Silva • Polyana Viana dos Santos • Rafaela dos Santos Lima • Rosineide Menezes Planzo • Roque Lima de Almeida • Sonia Maria Cavalcanti Figueiredo • Soraia Jesus de Oliveira • Tanara Almeida de Freitas • Tânia Teles dos Santos • Thalisson Andrade Mirabeau • Vânia dos Santos Souza • Vanuza Freitas Araújo • Viviane Miranda de Carvalho • Zulmira Ellis Oliveira Carvalho

## Equipe Educação Inclusiva

Marlene Cardoso

Ana Claudia Henrique Mattos

Daiane Sousa de Pina Silva

Edmeire Santos Costa

Gabriela Silva de Jesus

Nancy Araújo Bento

Cíntia Barbosa de Oliveira Bispo

## Colaboradores

Ana Maria das Virgens Trigo

Edvânia Maria Barros Lima

Gabriel Teixeira Guia

Gabriel Souza Pereira

Ives José Cardoso Quaglia

Jorge Luiz Lopes

José Raimundo dos Santos Neris

Shirley Conceição Silva da Costa

Silvana Maria de Carvalho Pereira

## Equipe de Revisão

Alécio de Andrade Souza • Ana Lúcia Cerqueira Ramos • Ana Paula Silva Santos • Carlos Antônio Neves Júnior • Carmelita Souza Oliveira • Claudio Marcelo Matos • Guimarães • Clísia Costa • Eliana Dias Guimarães • Elias Barbosa • Elisângela das Neves Aguiar • Helena Vieira Pabst • Helionete Santos da Boa Morte • Helisângela Acris Borges de Araujo • Ivonilde Espírito Santo de Andrade • Jose Expedito de Jesus Junior • João Marciano de Sousa Neto • Jussara Bispo dos Santos • Jussara Santos Silveira Ferraz • Kátia Souza de Lima Ramos • Leticia Machado dos Santos • Maria Augusta Silva • Marisa Carreiro Faustino • Mônica Moreira de Oliveira Torres • Rosângela de Gino Bento • Roseli Gonçalves dos Santos • Solange Alcântara Neves da Rocha • Sônia Maria Cavalcanti Figueiredo • Tânia Regina Gonçalves do Vale

## Projeto Gráfico e Diagramação

Bárbara Monteiro

## *À Comunidade Escolar,*

A pandemia do coronavírus explicitou problemas e introduziu desafios para a educação pública, mas apresentou também possibilidades de inovação. Reconnectou-nos com a potência do trabalho em rede, não apenas das redes sociais e das tecnologias digitais, mas, sobretudo, desse tanto de gente corajosa e criativa que existe ao lado da evolução da educação baiana.

Neste contexto, é com satisfação que a Secretaria de Educação da Bahia disponibiliza para a comunidade educacional **os Cadernos de Apoio à Aprendizagem**, um material pedagógico elaborado por dezenas de professoras e professores da rede estadual durante o período de suspensão das aulas. Os Cadernos são uma parte importante da estratégia de retomada das atividades letivas, que facilitam a conciliação dos tempos e espaços, articulados a outras ações pedagógicas destinadas a apoiar docentes e estudantes.

Assegurar uma educação pública de qualidade social nunca foi uma missão simples, mas, nesta quadra da história, ela passou a ser ainda mais ousada. Pois, além de superarmos essa crise, precisamos fazê-la sem comprometer essa geração, cujas vidas e rotinas foram subitamente alteradas, às vezes, de forma dolorosa. E só conseguiremos fazer isso se trabalharmos juntos, de forma colaborativa, em redes de pessoas que acolhem, cuidam, participam e constroem juntas o hoje e o amanhã.

Assim, desejamos que este material seja útil na condução do trabalho pedagógico e que sirva de inspiração para outras produções. Neste sentido, ao tempo em que agradecemos a todos/as que ajudaram a construir este volume, convidamos educadores e educadoras a desenvolverem novos materiais, em diferentes mídias, a partir dos Cadernos de Apoio, contemplando os contextos territoriais de cada canto deste “país” chamado Bahia.

Saudações educacionais!

Jerônimo Rodrigues



# UNIDADE

## 2

## Matéria e Energia

Objetos de Conhecimento:

1. Gases: Variáveis de estado, equação geral dos gases ideais. Termodinâmica: Leis da Termodinâmicas, Máquinas térmicas, Ciclo de Carnot e Entropia. Rendimento das máquinas, Trabalho útil e perdas de energia em forma de calor para o ambiente.

### Competência(s):

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. 2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. 3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

### Habilidades:

1. (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. 2. (EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos. 3. (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. 4. (EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade. 5. (EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano. 6. (EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

## TEMA: Gases – Variáveis de estado, equação geral dos gases ideais.

**Objetivos de Aprendizagem:** Identificar as variáveis que definem o estado de um gás.

	Aula	Atividade
Semana 1	1	No século XVIII, o físico francês Jacques Alexandre César Charles (1746-1823) descobriu a relação entre o volume e a temperatura de um gás. Seu interesse surgiu da prática do balonismo. Faça uma breve consulta da lei de Charles e Gay-Lussac e sua influência na história. Compartilhe da forma que desejar.
	2	Sempre que um gás é resfriado ou aquecido os valores de sua pressão e volume se alteram. Há uma regra para essas alterações? Se sim, descreva essa regra no seu bloco de anotações, pode ser digital.

## TEMA: Leis da Termodinâmicas.

**Objetivos de Aprendizagem:** Localizar na no motor a combustão a 1ª lei da termodinâmica; Reconhecer na 1ª Lei da termodinâmica e a conservação da energia.

	Aula	Atividade
Semana 2	3	Faça um planejamento digitado ou por escrito, para realizar uma entrevista seguindo as instruções: Escolher o entrevistado. Deve-se escolher uma pessoa que possa contribuir com uma informação interessante; • Recolher informação. Uma vez escolhida a pessoa a ser entrevistada, é necessário recolher informação sobre ela e sobre o tema ou os temas sobre os quais se deseja conversar; • Preparar um roteiro no qual se ordenem os principais assuntos de que se deseja tratar; • Redigir o questionário, ou seja, o conjunto de perguntas que serão feitas durante a entrevista.
	4	A física foi importante na Revolução Industrial pois contribuiu para o desenvolvimento humano, faça um * post ou vídeo, sobre como a máquina a vapor impulsionou historicamente a revolução industrial.
Semana 3	5	Faça um esquema e expresse a 1ª Lei da termodinâmica relacionando com a conservação de energia.
	6	A queima dos combustíveis fósseis, como o diesel e a gasolina, é a maior responsável pela emissão de gases do aquecimento global. Apresente exemplos de situações que podem ser feitas para construção de um planeta sustentável.

## TEMA: Máquinas térmicas, Ciclo de Carnot. Rendimento das máquinas, Trabalho útil e perdas de energia em forma de calor para o ambiente.

**Objetivos de Aprendizagem:** Reconhecer os enunciados da 2ª Lei da termodinâmica aplicada ao funcionamento de uma máquina térmica; Identificar máquinas térmicas presentes no mundo vivencial.; Reconhecer no ciclo de Carnot a condição de maior rendimento ou eficiência que uma máquina pode alcançar operando entre duas fontes térmicas; Quantificar o rendimento de um motor térmico e a eficiência de um refrigerador; Reconhecer a eficiência de um refrigerador como uma máquina térmica.

	Aula	Atividade
Semana 4	7	Qual foi seu entendimento da experiência: Uma seringa como máquina térmica? Qual a relação com a máquina térmica?
	8	Redija um texto mostrando como funciona uma máquina térmica?
Semana 5	9	Faça um post apresentando os enunciados da 2ª leis da termodinâmica, mostrando sua relação com o funcionamento das máquinas térmicas.
	10	Faça uma breve pesquisa sobre Nicolas Léonard Sadi Carnot com ênfase na A máquina e/ou o ciclo de Carnot e deixe esclarecido que essa máquina não existe, trata-se do modelo teórico de uma máquina térmica perfeita, idealizado por Carnot.
Semana 6	11	Faça um post ou vídeo, explicando por que uma máquina térmica não pode ter rendimento igual a 1. Justifique utilizando as leis da termodinâmica. Seja criativo(a)! É comum atletas, como jogadores de futebol, dizerem que ainda não estão "fisicamente cem por cento". O organismo humano pode chegar aos 100% de rendimento? Explique.
	12	A geladeira foi criada em 1856, quando uma fábrica australiana de cerveja contratou James Herrison para criar um sistema de refrigeração para seus produtos. Faça uma pesquisa, consulta e descubra quando foi feita a primeira geladeira doméstica. Compartilhe sua pesquisa.

## TEMA: Perdas de energia em forma de calor para o ambiente.

**Objetivos de Aprendizagem:** Relacionar a entropia com a 2ª lei da termodinâmica; Definir os conceitos termodinâmicos sobre transformações gasosas reversíveis e irreversíveis.

	Aula	Atividade
Semana 7	13	Enuncie a segunda lei da termodinâmica com conceito de entropia.
	14	Descreva as três leis da Termodinâmica citadas na trilhas 6, 7 e 8 da Unidade II
Semana 8	15	Redija um texto sobre seu entendimento sobre Entropia x Vida.
	16	Na natureza e nas técnicas ocorrem aquecimentos e transformações térmicas. O Sol fornece o calor necessário para que ocorram os ciclos naturais. Tudo tem a ver com calor. Qual a conclusão?

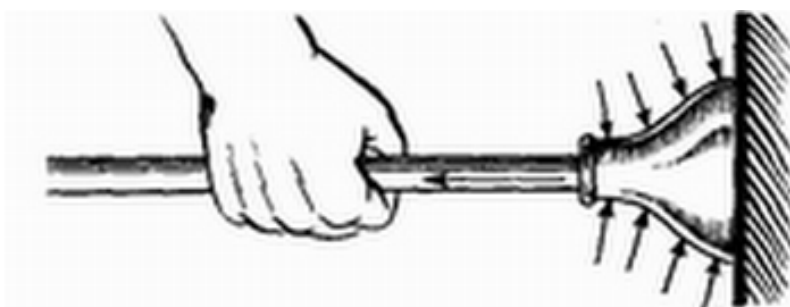
## 1. PONTO DE ENCONTRO

Durante essa jornada você terá oportunidade de entender sobre as transformações de estado de um **gás** e suas características, relacionando-as com o cotidiano. Vamos lá!

## 2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

Imagine um desentupidor de pia comprimindo contra uma parede lisa e preso a ela. O que o prende à parede?

Figura 1 – Desentupidor.



Disponível em: [http://2.bp.blogspot.com/\\_GdnU2n-46vHQ/RtR046JsNoI/AAAAAAALE/2KrVfcFZcJk/s200/Image149.gif](http://2.bp.blogspot.com/_GdnU2n-46vHQ/RtR046JsNoI/AAAAAAALE/2KrVfcFZcJk/s200/Image149.gif). Acesso em: 02 ago. 2020.

A panela de pressão resolve o problema com o tempo do cozimento do alimento e também com o gasto de gás de cozinha. Você imagina que ocorre com o vapor de água dentro de uma panela de pressão?

Figura 2 – Panela de pressão.



Disponível em: <https://www.preparaenem.com/upload/conteudo/images/2018/11/panela-de-pressao.jpg>. Acesso em: 02 set. 2020.

É necessário que a calibragem dos pneus seja feita a frio, pois a pressão do ar dentro deles pode aumentar ou diminuir de acordo com a temperatura. Se uma pessoa calibrar os pneus em um dia frio e depois começar a fazer calor, o que pode acontecer?

Figura 3 – Calibragem de pneu.



Disponível em: [https://static.preparaenem.com/conteudo\\_legenda/347c7579aaa2651a-559505f5c4fd5aaa.jpg](https://static.preparaenem.com/conteudo_legenda/347c7579aaa2651a-559505f5c4fd5aaa.jpg). Acesso em: 02 set. 2020.

- 1 Escreva um texto respondendo os três questionamentos acima e explique a relação com as três características de um gás: pressão, volume e temperatura.

### 3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

O ar é uma amostra gasosa composta de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases. De acordo com a teoria cinética dos gases, o ar não tem forma nem volume próprio, ele ocupa todo espaço delimitado pelas paredes do recipiente que o contém. E se as paredes desse recipiente fossem elásticas, como as de um balão (bexiga) de festa?



## Experimento: O balão de festa que infla sozinho

Figura 4

### Material:

- 1 balão (bexiga) de festa
- 1 garrafa PET pequena
- 1 tigela ou bacia plástica
- 1 garrafa térmica com água quente (cerca de 70°C)



### Procedimento:

- 1) Encha um pouco o balão e prenda-o na boca da garrafa PET como indica a figura ao lado.
- 2) Coloque a garrafa dentro da bacia plástica e, segurando a garrafa, despeje na bacia a água quente da garrafa térmica com cuidado.
- 3) Observe o comportamento do balão de festa durante os próximos dois minutos.

Disponível em: <http://www.educacional.com.br/upload/canaldireto/post13fisica02.jpg>. Acesso em: 25 ago. 2020.

BONJORNO, Clinton, Eduardo Prado, Casemiro. **Física: termologia, óptica, ondulatória**, 2º ano. São Paulo: FTD, 2016.

## 4. EXPLORANDO A TRILHA

### Texto 1 – Transformações gasosas

O estado termodinâmico de um gás é estabelecido por essas três grandezas: temperatura (T), pressão (P) e volume (V). Um gás sofre transformação de estado quando se modificam pelo menos duas dessas variáveis. Essa transformação ocorre dentro da própria massa gasosa, não se confundindo com mudança de fase.

Normalmente classificamos as transformações como:

**Isotérmica** – quando a temperatura se mantém constante, variando apenas o volume e a pressão. Conhecida como lei de Robert Boyle (1627-1691), um físico e químico inglês que mostrou, no século XVII, que o produto P·V é uma constante se a temperatura T for constante. Daí vem a conhecida fórmula:  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{constante}$ .

**Isobárica** – quando a pressão se mantém constante, variando apenas o volume e a temperatura. Chamada de lei de Gay-Lussac e J. Charles, dois cientistas franceses que mostraram, no século XVIII, que a razão entre o volume e a temperatura é constante se a pressão for constante. Logo:  $V_1/T_1 = V_2/T_2 = \text{constante}$ .

**Isométrica, isovolumétrica ou isocórica** – quando o volume se mantém constante, variando apenas a temperatura e pressão. Foi o mesmo J. Charles quem mostrou que a razão entre a pressão e a temperatura é constante se o volume for constante.  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{constante}$ .

Se as três variáveis de estado variam em uma transformação, usamos a lei geral dos gases.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Segundo esta, a razão entre o produto da pressão pelo volume e a temperatura é uma constante desde que a massa do gás permanece constante:

De uma forma mais geral, é melhor utilizar a equação de Clayperon:  $PV = nRT$  em que  $R$  é a constante universal dos gases e  $n$  é o número de mols da substância.

Disponível em: <http://especialistas.aprendebrasil.com.br/transformacoes-gasosas-2/>. Acesso em: 23 ago. 2020.

## Texto 2 – Aerossol

Aerossol é uma embalagem que contém dois líquidos guardados em compartimentos separados. Um é o produto em si, que pode ser desodorizador, inseticida, lubrificante, entre outros, e o outro líquido é o propelente.

Ao apertar a válvula, a pressão interna diminui e uma parte do propelente vira gás. Esse gás escapa para fora do recipiente pela válvula expelindo com o gás o produto.

Esse processo é uma transformação adiabática no qual ocorre a variação de volume, pressão, temperatura e energia interna do gás. Como nessa transformação não há troca de calor com o meio externo, o gás realiza trabalho à custa de sua energia interna, diminuindo a temperatura do gás e deixando

a embalagem gelada. Os aerossóis têm na sua formulação produtos inflamáveis; por isso, as embalagens apresentam no rótulo algumas instruções como: não expor ao sol; não usar próximo a chamas; não furar nem amassar. Atualmente, uma das preocupações é com o descarte dessas embalagens, pois somente 1% delas segue para reciclagem. Algumas empresas que reciclam já operam com máquinas que furam as embalagens para retirar as substâncias tóxicas do seu interior, evitando assim a contaminação dos funcionários.

BONJORNIO, Clinton, Eduardo Prado, Casemiro. **Física: termologia, óptica, ondulatória**, 2º ano. São Paulo: FTD, 2016.

Quer saber mais? Veja:

**Roteiros de Estudos para Estudantes, matemática e ciências da natureza, 2ª série, semana 20.**

Disponível em: <http://estudantes.educacao.ba.gov.br/roteirosdeestudo>.

Acesso em: 19 set. 2020.

## 5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA

**1** Em relação ao experimento do tópico 3 (lendo as passagens da trilha), responda:

- a) Enquanto a garrafa ficou imersa em água quente, você observou o aumento gradativo do volume do balão. Como é possível explicar esse fato?
- b) As moléculas de ar contidas na garrafa tiveram seu volume aumentado durante o aquecimento?
- c) Que transformação gasosa sofreu o ar no interior da garrafa plástica durante seu aquecimento?

BONJORNIO, Clinton, Eduardo Prado, Casemiro. **Física: termologia, óptica, ondulatória**, 2º ano. São Paulo: FTD, 2016.



2 (Uneb-BA). Em condições tais que um gás se comporta como ideal, as variáveis de estado assumem os valores 300K, 2,0 m<sup>3</sup> e 4,0 x 10<sup>4</sup> Pa, num estado A. Sofrendo certa transformação, o sistema chega ao estado B, em que os valores são 450 K, 3,0 m<sup>3</sup> e p. O valor de p, em Pa, é:

a) 1,3 x 10<sup>4</sup>

d) 6,0 x 10<sup>4</sup>

b) 2,7 x 10<sup>4</sup>

e) 1,2 x 10<sup>5</sup>

c) 4,0 x 10<sup>4</sup>

Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-transformacoes-gasosas.htm>. Acesso em: 02 set. 2020.

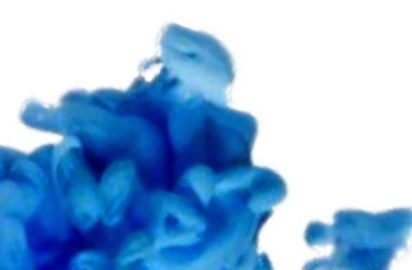
3 A transformação gasosa do propelente é uma expansão ou uma compressão adiabática? Justifique.

4 Certa marca de desodorante oferece o produto em dois tipos de embalagem: tradicional e aerossol. Cite algumas vantagens e desvantagens da embalagem em relação a uma embalagem comum.

BONJORNO, Clinton, Eduardo Prado, Casemiro. **Física: termologia, óptica, ondulatória**, 2º ano. São Paulo: FTD, 2016.

## 6. A TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Chegou o momento de você usar seus talentos artísticos, e organizar seu conhecimento sobre o tema da trilha. Através de desenho, uma paródia, um mapa conceitual, um game (jogo), ou outra forma de escrita, a sua escolha, você deve organizar a sua trajetória até aqui, demonstrando o que você aprendeu sobre transformações gasosas e como elas influenciam nas nossas vidas.



## 7. A TRILHA NA MINHA VIDA

A linguagem escrita é muito importante para a construção do seu próprio conhecimento e para o exercício da cidadania. Pense em algum fato vivido por você, em algum momento de sua vida, que possa relacionar com os temas estudados nesta trilha e escreva sua experiência. Como sugestão, pense na questão 4 do tópico 5 (RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA).

## 8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

Agora que está por dentro das questões envolvendo as transformações do estado de um gás, você pode construir um, cartaz, um folder, um blog ou qualquer outra forma de expressão para ajudar outras pessoas utilizar a panela de pressão de forma adequada, evitando possíveis acidentes por explosão, com o manuseio inadequado deste objeto. Não esqueça de divulgar esse conhecimento!

Quer saber mais, acesse o link:

### Como funciona a panela de pressão?

Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/como-funciona-panela-pressao.htm#:~:text=A%20pressão%20atmosférica%20ao%20nível,-fica%20na%20tampa%20da%20panela>. Acesso em: 02 set. 2020.

## 9. AUTOAVALIAÇÃO

Você poderia me esclarecer alguns pontos sobre a caminhada?

- a) Na sua opinião, qual a importância de divulgarmos o conhecimento adquirido com os membros do nosso grupo social?
- b) Do que você aprendeu nessa trilha, o que mais se aplica no seu cotidiano?



## 1. PONTO DE ENCONTRO

Aqui, em nosso ponto de encontro, estaremos a todo vapor! Durante essa jornada você terá oportunidade de entender sobre a **1ª lei da termodinâmica**. Vamos lá!

## 2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

Você já sabe que os automóveis, ônibus ou caminhões são movidos por motores a combustão interna; mas, já viu um deles internamente?

## 3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

Entrevistando um mecânico... Você pode dar uma de jornalista e fazer algumas perguntas ao mecânico, técnico, mais próximo seu, tais como:

- 1 Quais as partes essenciais de um motor?
- 2 Como funciona um motor de quatro tempos? E de dois tempos?
- 3 Quais as diferenças entre um motor a álcool e a gasolina? E a diesel?
- 4 O que é cilindrada do motor?

Quer saber mais, acesse:

### Como Fazer uma Entrevista?

Disponível em: <https://www.coladaweb.com/como-fazer/como-fazer-uma-entrevista>. Acesso em: 24 set. 2020.

**ATENÇÃO:** A entrevista pode ser virtual, através do aparelho celular. Lembrando que essa entrevista, se presencial, deve ser realizada sob as orientações da OMS, referente a pandemia do novo coronavírus.

## 4. EXPLORANDO A TRILHA

### Texto 1 – Motor a combustão

Os motores são formados por um bloco de ferro ou alumínio fundidos que contém câmaras de combustão onde estão os cilindros, nos quais se movem pistões. Cada pistão está articulado ao virabrequim através de uma biela. A biela é a peça que transforma o movimento de vai e vem dos pistões em rotação do virabrequim. O virabrequim ao girar faz com que o movimento chegue até as rodas através do sistema de transmissão do carro. Os motores diferem pela quantidade de cilindros e quanto ao ciclo de funcionamento, 2 tempos ou 4 tempos onde cada pistão trabalha num ciclo se constituindo numa máquina térmica.

Como é produzido o movimento?

Nos motores a álcool ou gasolina a produção de movimento começa pela queima de combustível nas câmaras de combustão. Essas câmaras contém um cilindro, duas válvulas (uma de admissão e outra de escape) e uma vela de ignição. O pistão que se move no interior do cilindro é acoplado a biela que se articula com o virabrequim como mostra a figura 1.

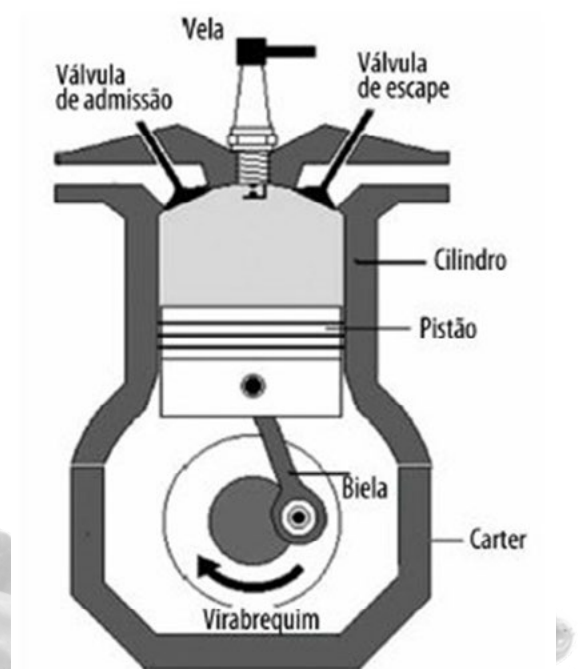


Figura 1 – Motor de combustão

Disponível em: <http://blog.hangar33.com.br/wp-content/uploads/2015/02/motor3.jpg>. Acesso em: 02 out. 2020.

Válvula de admissão, válvula de escape, pistão, cilindro, biela. Num motor a 4 tempos quando o pistão desce no cilindro devido ao giro do virabrequim, a válvula de admissão se abre, e uma mistura de ar e combustível é injetada no cilindro. Com o movimento de subida do pistão o combustível é comprimido. Quando a compressão é máxima a vela de ignição solta uma faísca que explode o combustível jogando o pistão para baixo. A válvula de escape é então aberta permitindo que os gases queimados escapem para o meio ambiente.

No motor de 2 tempos a aspiração e compressão do combustível ocorrem enquanto o pistão sobe e a explosão e a exaustão acontecem durante a descida do pistão. Num ciclo completo do pistão é realizado trabalho só quando ocorre a explosão do combustível. Esse trabalho é medido em Joule que é a unidade de energia no sistema internacional de medida. As variações de pressão e volume sofridas pela mistura combustível em cada etapa são representadas a seguir:

Etapas do funcionamento de um motor a quatro tempos.

- 1º – Admissão da mistura ar e combustível;
- 2º – Compressão da mistura;
- 3º – Explosão da mistura produzindo gases à alta temperatura e pressão, seguida de uma expansão;
- 4º – Expulsão dos gases resultantes para reiniciar o ciclo.

As transformações gasosas no motor quatro tempos.

1ª Etapa: isobárica; (A→B)

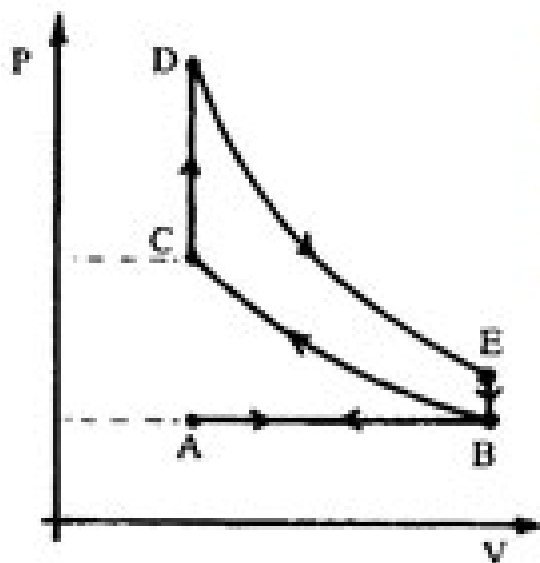
2ª Etapa: adiabática; (B→C)

3ª Etapa: 1ª parte: isocórica. Não há variação de volume durante a explosão (C→D). 2ª parte: adiabática; expansão (D→E)

4ª Etapa: 1ª parte: isocórica. Na abertura da válvula (E→B). 2ª parte: isobárica; na expulsão dos gases devido ao movimento do pistão (B→A). Veja a figura 02.



## A primeira lei da termodinâmica



Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo4.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

Num ciclo completo do motor, a energia química do combustível só é transformada em trabalho no 3º tempo. Nas outras etapas (1º, 2º e 4º tempos) o pistão é empurrado devido ao giro do virabrequim. Parte do calor é eliminado como energia interna ( $\Delta U$ ) dos gases resultantes da combustão que saem pelo escapamento a temperaturas muito altas. Outra parte aquece as peças do motor que são refrigeradas, continuamente, trocando calor com o meio ambiente. Podemos afirmar que a energia ou quantidade de calor  $Q$  fornecida ao sistema pelo combustível aumenta sua energia interna realizando trabalho. Este princípio de conservação da energia pode ser expresso por:  $Q = \Delta U + T$ , onde:  $Q$  = energia do combustível.  $\Delta U$  = variação da energia interna do sistema.  $T$  = trabalho realizado pelo combustível. Esta expressão é conhecida na Física Térmica como 1ª lei da Termodinâmica.

Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo4.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

Quer saber mais! Veja a aula do Emitec:

### **A primeira lei da termodinâmica.**

Disponível em: <http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/disciplinas/exibir/id/8340>. Acesso em: 25 set. 2020.

Quer saber mais, veja o vídeo:

### **Entenda de vez COMO FUNCIONA O MOTOR DO CARRO!.**

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ul1XuiJE0Dw>. Acesso em: 24 set. 2020.

## Texto 2 – Pensando as ciências: Física e Tecnologia

### Os números comerciais do motor dos automóveis

**1.0, 1.4, 1.6, 2.0:** Esses números identificam a potência do motor expressa em cilindrada. Cilindrada é o volume total de mistura de combustível e ar que cabe nos quatro cilindros do motor. Quanto mais cilindradas tiver o motor, maior sua potência. Um carro 1.0, por exemplo, tem 1000 cilindradas ( $1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ Litro}$ ); o 1.4, 1400; 1.6, 1600, e assim sucessivamente.

**8V ou 16V:** Esses números identificam se o motor possui 8 válvulas ou 16 válvulas. São quatro os cilindros do motor. Se cada cilindro possui apenas uma válvula de admissão e um escape, o carro tem 8 válvulas. Se tiver duas de cada uma, 16 válvulas. Às 16 válvulas permitem que o carro receba o combustível e expulse os gases com mais eficiência.

BONJORNO, C; PRADO, E. **Física: termologia, óptica, ondulatória**, 2º ano. São Paulo: FTD, 2016.

Quer saber mais, veja o vídeo:

#### **Por que a gente diz que um carro é 1.0? De onde vem isso?**

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BJ4bsZmAFsM>.  
Acesso 25 set. 2020.

## 5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA

- 1** Em um carro 1.6, quantos litros da mistura de combustível e ar cabem em um cilindro?
- 2** Do ponto de vista econômico e ecológico, se você fosse escolher um carro com o objetivo de trafegar apenas em grandes centros urbanos, qual você escolheria? Por quê?
- 3** O que significa dizer que a 1ª Lei da termodinâmica está de acordo com o princípio da conservação de energia?

- 4 Qual o processo, no motor a quatro tempos, em que a energia do combustível é transformada para que o motor entre em funcionamento, isto é, produza movimento.

BONJORNO, C; PRADO, E. Física: termologia, óptica, ondulatória, 2º ano. p. 104-107. São Paulo: FTD, 2016.

## 6. A TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Você deve organizar a sua trajetória até aqui, demonstrando o que você aprendeu sobre o princípio da conservação da energia descrita na 1ª Lei da termodinâmica e como esses processos influenciam nas nossas vidas. A todo vapor!

## 7. A TRILHA NA MINHA VIDA

Você já parou pra pensar que escrever pode ser um ato de liberdade? Escreva sobre a experiência de hoje a partir da sua própria vida. Pense em algum fato vivenciado por você, em algum momento de sua vida, que possa relacionar a conservação de energia.

## 8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

Agora que você pode pesquisar e influenciar pessoas através do seu conhecimento, por exemplo, qual intervenção social, você abordaria referente à questão 02 do item 5 (resolvendo desafios da trilha). Você pode construir um cartaz, um *folder*, um *blog* ou qualquer outra forma de expressão para ajudar outras pessoas a entender melhor como a escolha de um carro, pode afetar nossas vidas.



## 9. AUTOAVALIAÇÃO

Quero saber mais sobre você nessa jornada, por favor responda:

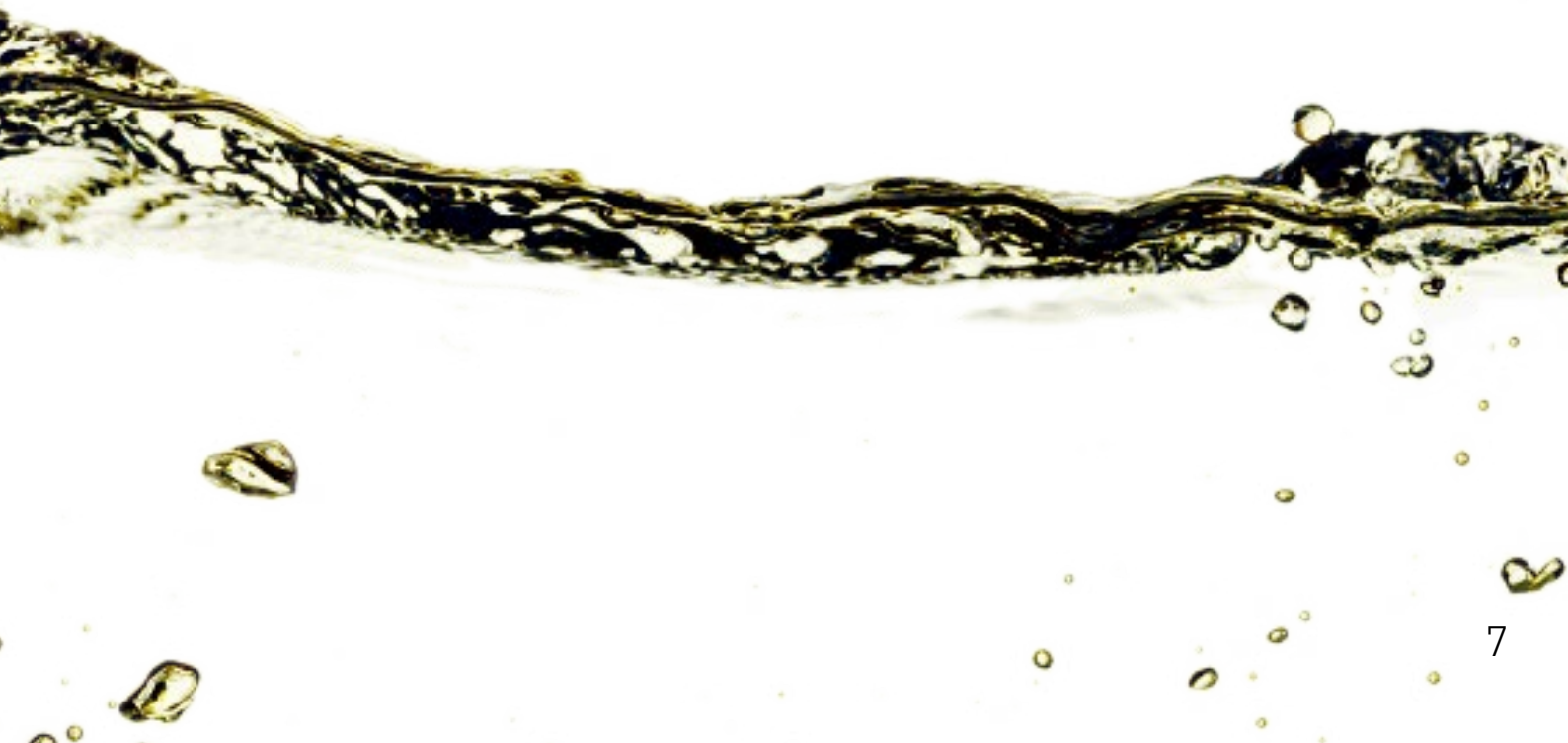


a) Caminhar pela trilha lhe fez entender melhor os conteúdos trabalhados aqui?



b) Na sua opinião, qual a importância de divulgarmos o conhecimento adquirido com os membros do nosso grupo social?

Salve tudo produzido por você nesta trilha!





## 1. PONTO DE ENCONTRO

Olá, estudante! Tudo bem com você? Espero que sim. Que bom que iniciaremos mais uma trilha. Fique tranquilo(a) que sempre estarei por perto. Agora você vai conhecer mais sobre a **2ª lei da termodinâmica**. Vamos lá!

## 2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

- 1 Você sabe o que é uma máquina térmica?
- 2 Você sabe a relação entre um motor de carro e uma geladeira?
- 3 Você já sentiu um motor funcionar sem que ele se aqueça?

## 3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

Agora você vai observar e demonstrar o princípio de funcionamento das máquinas térmicas.

Experimento – Uma seringa como máquina térmica

**MATERIAL:** seringa descartável de 20 ml com agulha; borracha de apagar; recipiente; água; cubos de gelo; dois copos; detergente.

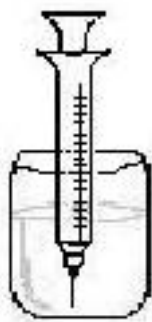
**PROCEDIMENTO:**

Coloque a ponta da seringa dentro de um copo com água com algumas gotas de detergente; Encha e esvazie a seringa algumas vezes, pois isto serve

para lubrificar o êmbolo; Espete a agulha da seringa diversas vezes na borracha; Coloque a agulha na seringa e teste para ver se ela ficou bem vedada, puxando e empurrando o êmbolo; Verifique se o êmbolo retorna para a mesma posição, quando isso ocorrer a agulha estará selada.

CONTINUE: Coloque a tampa protetora da agulha para evitar acidentes; Com a agulha na seringa, já preparada, puxe o êmbolo até que ele marque 10ml; Coloque água quente no copo até uma altura que possa cobrir a seringa até a marca dos 15ml, pelo menos; Coloque os cubos de gelo no outro copo até enchê-lo; Coloque a seringa dentro da água quente e observe por alguns minutos; **O que acontece com o êmbolo?** Coloque a seringa dentro do copo com o gelo e observe por mais alguns minutos. **O que acontece com o êmbolo?**

Figura 1 – Seringa no copo.



Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/maquil.jpg>. Acesso em: 25 set. 2020.

CONCLUSÃO: Quando seringa está dentro da água quente o êmbolo sobe um pouco porque o gás (ar) dentro da seringa é aquecido pela água e empurra o êmbolo, realizando trabalho devido à força que aplica sobre o êmbolo. Ao resfriar a seringa o êmbolo retorna praticamente à posição inicial.

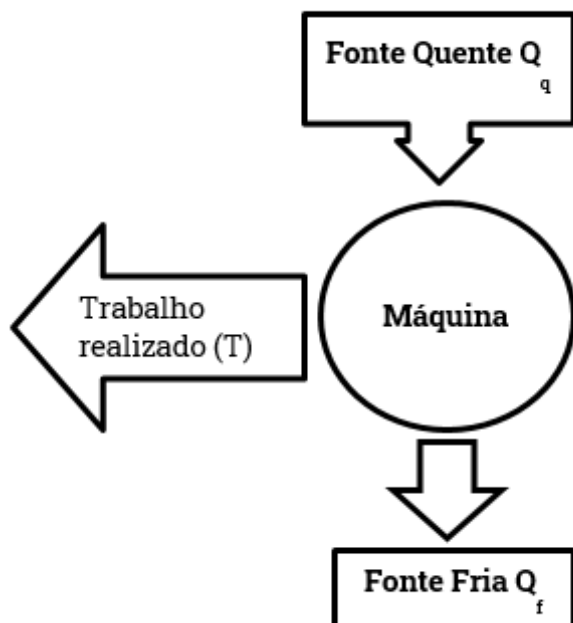
Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/maqui.htm>. Acesso em: 25 set. 2020.

## 4. EXPLORANDO A TRILHA

Texto 1 – Como funciona uma máquina térmica

A máquina térmica é um dispositivo capaz de converter calor em trabalho. Basicamente, uma máquina térmica é constituída por dois reservatórios, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Máquina térmica



Disponível em: [https://lh4.googleusercontent.com/LO-v3H3arSapL4byf6mOYfoYUBpg-NujzINVLYgiEti4zLcVVs6L2rYWkv-tpkl1mMCOLOr3ihu3hh1lcXBpDkf6M-gFJn7dXWE0TbVliqlqhvBjkQJTtKrw-Qpn3MWTOZv\\_xGkpkmzA](https://lh4.googleusercontent.com/LO-v3H3arSapL4byf6mOYfoYUBpg-NujzINVLYgiEti4zLcVVs6L2rYWkv-tpkl1mMCOLOr3ihu3hh1lcXBpDkf6M-gFJn7dXWE0TbVliqlqhvBjkQJTtKrw-Qpn3MWTOZv_xGkpkmzA). Acesso em: 01 out. 2020.

O calor flui do reservatório à temperatura elevada (fonte quente) para o reservatório à temperatura mais baixa (fonte fria), obedecendo a Segunda Lei da termodinâmica e transformando parte do calor que sai da fonte quente em trabalho. Então, numa máquina térmica, o calor retirado de uma fonte quente ( $Q_q$ ) será transformado, parte dele em trabalho ( $W$ ) e o restante rejeitado numa fonte fria ( $Q_f$ ).

$Q_q = T + Q_f$ . As máquinas térmicas obedecem a Primeira Lei da Termodinâmica.  $Q = T + \Delta U$ . Se só uma parte do calor foi convertida em trabalho, para onde foi o resto?

A Segunda Lei da Termodinâmica que diz que é impossível transformar todo calor em trabalho, reflete o fato de que nenhuma máquina térmica tem 100% de eficiência, portanto, o rendimento de tais máquinas é sempre inferior a 100%.

#### ENUNCIADOS DA 2ª LEI DA TERMODINÂMICA

Enunciado de *Kelvin-Planck* (em alusão a lorde Kelvin e Max Planck (1858-1947)) É impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, retirar calor de uma fonte e transformá-lo integralmente em trabalho.

*O calor é uma forma de energia que nunca pode ser integralmente aproveitada; parte dela sempre se perde.* Enunciado, proposto pelo físico alemão Rudolf Clausius (1822-1888). É impossível realizar um processo cujo único

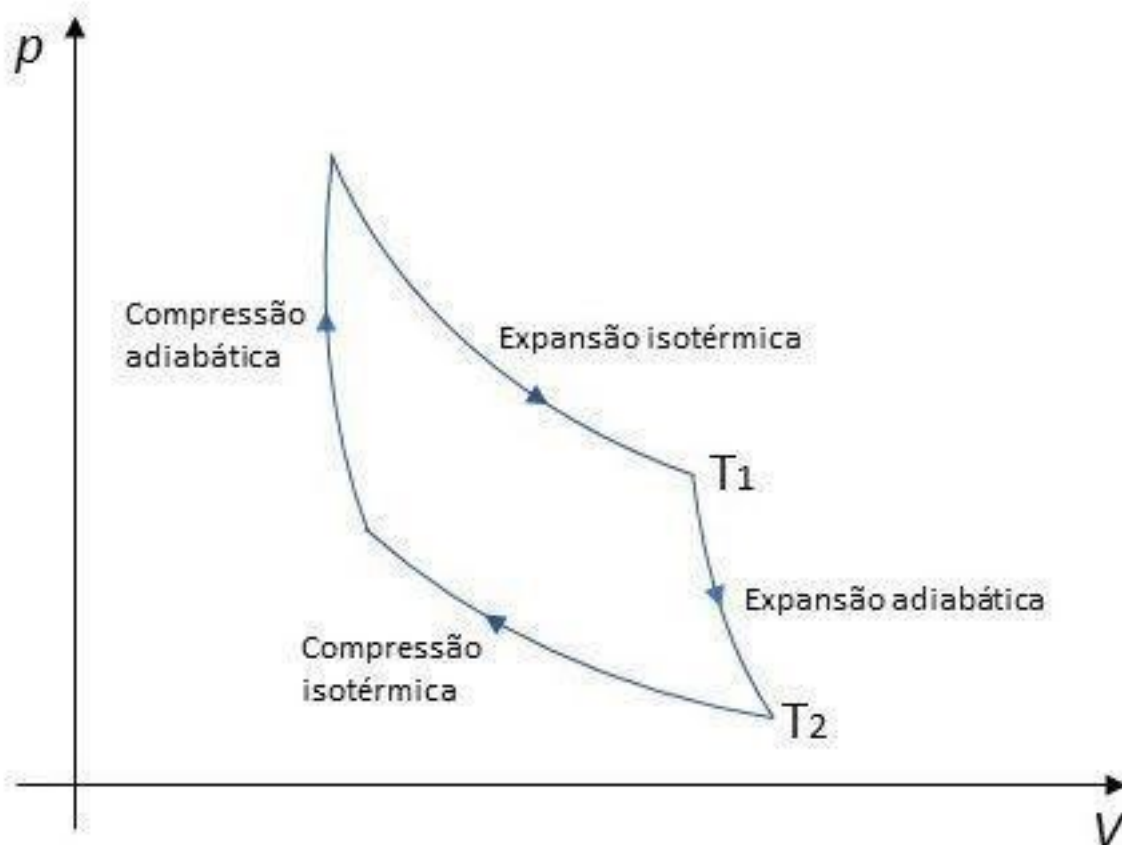
efeito seja retirar calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente. O calor sempre passa dos corpos mais quentes para os mais frios; o contrário é espontaneamente impossível ou “proibido”:

### CICLO DE CARNOT

O físico e engenheiro militar francês Sadi Carnot, no ano de 1824, desenvolveu um ciclo que, ao menos teoricamente, apresenta a maior eficiência possível para uma máquina térmica que opere nas mesmas temperaturas.

Princípio de Carnot: “Nenhuma máquina térmica real, operando entre 2 reservatórios térmicos T1 e T2, pode ser mais eficiente que a “máquina de Carnot” operando entre os mesmos reservatórios.” Veja a figura 3.

Figura 3 – Gráfico de Carnot



Disponível em: <https://static.todamateria.com.br/upload/gr/af/graficociclocarnot.jpg>. Acesso em: 25 set. 2020.

### RENDIMENTO DAS MÁQUINAS TÉRMICAS

$$\eta = \frac{T}{|Q_1|} \text{ ou } \eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$



Onde  $\eta$  = rendimento;  $Q_1$  = quantidade de calor fornecida pela fonte de aquecimento;  $Q_2$  = quantidade de calor cedido para fonte fria.

### RENDIMENTO NA MÁQUINA DE CARNOT

As quantidades de calor trocadas com as fontes são proporcionais às respectivas temperaturas absolutas:

$$\frac{|Q_2|}{|Q_1|} = \frac{T_2}{T_1} \text{ dai } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \text{ ou } \eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

Onde  $T_1$  - Temperatura da fonte quente (K);  $T_2$  - Temperatura da fonte fria (K);  $Q_1$  - Energia térmica recebida da fonte quente (J);  $Q_2$  - Energia térmica recebida da fonte fria (J).

Portanto o rendimento nunca pode chegar a 100%, sendo no máximo, igual ao da máquina de Carnot.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física**. 2. ed. V.2. São Paulo: Ática, 2013.

### Veja a “MÁQUINA TÉRMICA”.

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/maquina.htm>. Acesso em: 25 set. 2020.

### Quer saber mais! Veja a aula do Emitec:

#### **A segunda lei da termodinâmica.**

Disponível em: <http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/conteudo/exibir/8420>. Acesso em: 25 set. 2020.

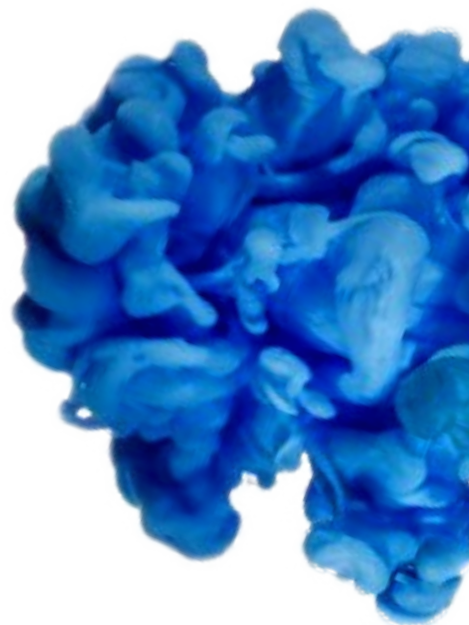
### Quer saber mais! Veja o vídeo:

#### **Máquinas Térmicas e o Ciclo de Carnot – Brasil Escola.**

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fLfd0P4EXHY>. Acesso em: 25 set. 2020.

## Texto 2 – Refrigerador

A geladeira é uma máquina térmica que utiliza a vaporização de uma substância para retirar calor do seu interior. O princípio envolvido é o da expansão do gás contido na tubulação da geladeira.





A geladeira funciona em ciclos utilizando um fluido (gás refrigerante) em um circuito fechado. Tem como partes essenciais o compressor, o condensador, uma válvula descompressora e o evaporador (congelador). Na geladeira a troca de calor se dá do mais frio (interior da geladeira) para o mais quente (meio ambiente). Para que isso ocorra se realiza um trabalho externo sobre o gás refrigerante para que ele perca calor no condensador e se evapore no congelador. Em cada ciclo, a quantidade de calor cedida para o meio ambiente através do condensador é igual à quantidade de calor retirada do interior da geladeira, mais o trabalho realizado pelo compressor.

A diferença de temperatura entre o meio interno e o externo é diretamente proporcional à eficiência. Por isso que não se deve obstruir a passagem de ar na grade metálica, seja por manter a geladeira em um local pouco ventilado, seja por colocar objetos na grade do radiador. Se isso ocorrer, a eficiência do processo é diminuída, demandando mais tempo e ciclos do compressor para alcançar a temperatura desejada, aumentando significativamente o consumo de energia.

Disponível em: <https://www.omundodaquimica.com.br/curiosidade/geladeira>. Acesso em: 25 set. 2020. (Texto modificado).

## 5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA

- 1 (EMITec/SEC/BA – 2020) De um modo geral, como ocorre a conversão de energia em uma máquina térmica?
- 2 (EMITec/SEC/BA – 2020) Uma máquina térmica pode converter todo calor recebido em trabalho mecânico? Suponha que numa máquina térmica a fonte quente libera 1000J de calor e realize um trabalho de 600J. O que aconteceu com os 400J de energia que não foram utilizados para a realização de trabalho? Justifique.
- 3 (EMITec/SEC/BA – 2020) O refrigerador doméstico é uma máquina térmica. O que realiza o trabalho no refrigerador?

- 4 (EMITec/SEC/BA – 2020) Uma máquina térmica recebe 5000J de calor da fonte quente e cede 4000J para a fonte fria a cada ciclo. Determine o rendimento dessa máquina.
- 5 (EMITec/SEC/BA – 2020) Segundo as companhias de eletricidade não se deve colocar roupas para secar na serpentina atrás da geladeira porque o consumo de energia aumenta. Como você justificaria essa recomendação?

## 6. A TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Ôba, agora organize seu conhecimento sobre máquinas térmicas. Através de desenho, uma paródia, um mapa conceitual, um game (jogo), ou outra forma de escrita de sua escolha, você deve organizar a sua trajetória até aqui, demonstrando o que você aprendeu.

## 7. A TRILHA NA MINHA VIDA

Te convido a **escrever sobre a experiência de hoje a partir da sua própria vida**. Pense em algum fato vivenciado por você, em algum momento de sua vida (Veja a questão 5, do Item 5 – Resolvendo os desafios da trilha) que possa relacionar com o estudo das máquinas térmicas.

## 8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

**Faça uma proposta de intervenção social relacionada a máquinas térmicas e suas influências no meio ambiente**. Por exemplo, o gás refrigerante usado nos refrigeradores, como atuam no meio ambiente e nos seres humanos? Use seu conhecimento e sua imaginação.

## 9. AUTOAVALIAÇÃO

Por favor, preciso da sua opinião:



a) Caminhar pela trilha lhe fez entender melhor os conteúdos trabalhados aqui?



b) Na sua opinião, qual a importância de divulgarmos o conhecimento adquirido com os membros do nosso grupo social.

Salve todas as suas produções desta trilha, registrando em seu **diário de bordo!** Bom trabalho!



## 1. PONTO DE ENCONTRO

Nesta trilha vamos fazer a rota completa das **Leis da termodinâmica**. Durante essa jornada você terá oportunidade de entender a importância do calor como presença universal. Vamos lá!

## 2. BOTANDO O PÉ NA ESTRADA

Pense e responda! É possível o ordenamento espontâneo da pilha de tijolos? Ou esse ordenamento só ocorre mediante a realização de trabalho e o dispêndio de energia?

Figura 1 – Trabalho e energia



GASPAR, Alberto. *Compreendendo a física – Ondas, Óptica, Termodinâmica*. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013. p. 295.

Agora pense e reflita:

Em qualquer filme, casas abandonadas há muito tempo sempre aparecem desarrumadas, com muito pó, com coisas quebradas etc. É assim mesmo na realidade? A Física tem alguma coisa a ver com isso?

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física** – Ondas, Óptica, Termodinâmica. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013. p. 295.

### 3. LENDO AS PAISAGENS DA TRILHA

A atividade proposta é bastante simples e bem interessante, principalmente porque mostra um aspecto moderno da física, oriundo da termodinâmica.

Experimento: Entropia e a segunda lei da termodinâmica

**MATERIAL:** duas caixas de fósforos vazias; cola branca ou fita adesiva; 20 grãos de feijão de cores diferentes (preto, e marrom).

**PROCEDIMENTOS:** pegue duas caixas de fósforos vazias, una as duas gavetas com cola ou fita adesiva e faça uma abertura no meio, que permita a passagem dos feijões de uma gaveta para a outra (ver Figura 2). Separe 20 unidades de cada cor de feijão e de cores diferentes.

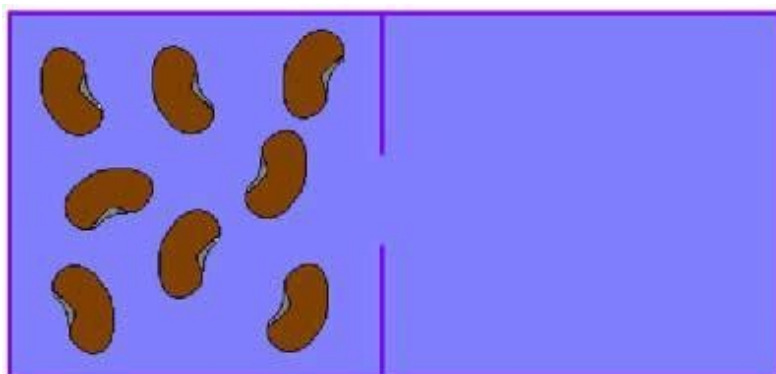
Figura 2 – Duas gavetas de caixas de fósforos



Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/entropia-segunda-lei-termodinamica.htm>. Acesso em: 29 set. 2020.

**REALIZANDO A ATIVIDADE.** Inicialmente, coloque os vinte feijões marrons numa gaveta, deixando a outra vazia, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Sistema de entropia

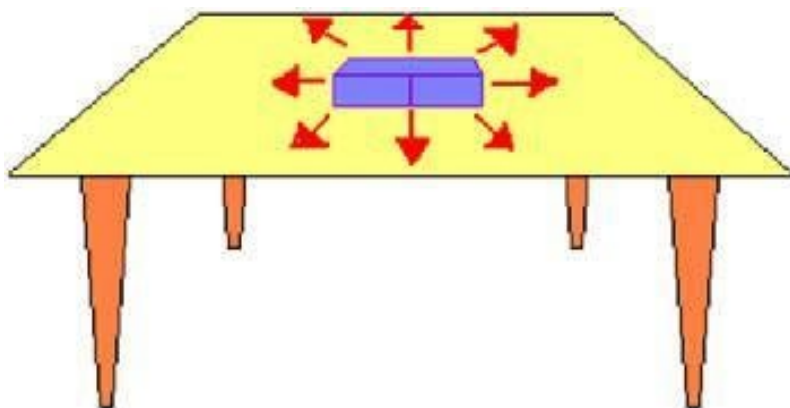


Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/entropia-segunda-lei-termodinamica.htm>. Acesso em: 29 set. 2020.

Podemos ver na Figura 3 que os feijões estão em ordem, ou seja, todos os feijões estão dispostos em uma só gaveta. Dessa forma, podemos dizer que a entropia do sistema é pequena.

Agora tampe as gavetas das caixas de fósforos com um pedaço de papel ou cartolina (improvise com materiais descartáveis) e agite o conjunto. Mantenha a abertura entre as gavetas livre de obstrução. Ao realizar a atividade é importante que as gavetas das caixas de fósforos estejam sobre uma mesa (Figura 4), de forma que a caixa não se incline para que a simetria do sistema não seja alterada.

Figura 4 – Caixa de fósforos sobre a mesa



Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/entropia-segunda-lei-termodinamica.htm>. Acesso em: 29 set. 2020.

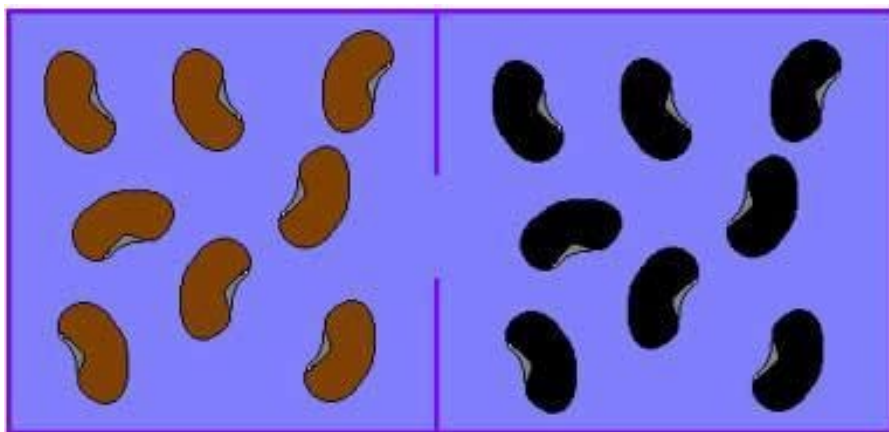
A Figura 4, mostra a simulação da forma como deve ser feita a agitação térmica das gavetas das caixas de fósforos sobre a mesa. As setas vermelhas indicam as direções nas quais o movimento deve ser realizado.

Em seguida, abra as caixas de fósforos e veja como ficou a distribuição dos feijões dentro das caixas. É a mesma? O que mudou?

Agite um pouco mais as gavetas das caixas de fósforos e observe, repetindo o procedimento várias vezes. Se você agitar mais vigorosamente, o que acontece? Se você aumentar ou diminuir a abertura entre as caixinhas, ou fizer a substituição dos feijões por grãos menores, como por exemplo, lentilhas ou milho de pipoca, o que ocorrerá?

Em um momento seguinte, distribua 20 feijões pretos de um lado e 20 feijões marrons do outro. Observe que há uma ordem novamente no sistema: cada cor em uma caixinha. Vejamos a Figura 5.

Figura 5 – Inserção de feijões em cores diferentes



Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/entropia-segunda-lei-termodinamica.htm>. Acesso em: 29 set. 2020.

Feijões de cores diferentes em lados diferentes (em ordem). Repita todo o procedimento feito anteriormente e tente responder os mesmos questionamentos. A entropia do sistema variou? Houve equilíbrio térmico?

Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/entropia-segunda-lei-termodinamica.htm>. Acesso em: 29 set. 2020.

## 4. EXPLORANDO A TRILHA

Texto 1 – Calor presença universal: a rota completa

Nessas grandes transformações: a fotossíntese, a respiração e a decomposição, se promove uma circulação da energia proveniente do sol. Também transformamos energia em nossas residências, nas indústrias e no lazer, sempre buscando o nosso conforto.

Em todas essas situações a energia assume diferentes formas. No total a energia se conserva. Não podemos nos esquecer que parte da energia utilizada para realizar um trabalho é transformada em calor. Não conseguimos, por exemplo, mover um carro sem que seu motor esquente. Essa parcela de energia transformada em calor não pode ser reutilizada para gerar mais trabalho. Temos que injetar mais combustível para que um novo ciclo se inicie.

Como diz um ditado popular: “águas passadas não movem moinhos”. Todas essas situações estão sintetizadas no segundo princípio da termodinâmica. Assim, embora não ocorra uma perda de energia, ocorre uma perda da oportunidade de utilizá-la. É por isso também que temos que nos preocupar



com o consumo de energia; as reservas são limitadas. Ao transformar energia de uma forma em outra, utilizando máquinas, sempre contribuímos para aumentar a energia desordenada (calor) do meio ambiente. Os físicos chamam de entropia a medida quantitativa dessa desordem. Do ponto de vista da Física Térmica podemos dizer que: “A vida é um sistema auto organizado que atrasa o crescimento da entropia”.

Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/blocos/termo4.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

## Texto 2 – Desordem e entropia

Em qualquer sistema físico, a tendência natural é o aumento da desordem; o restabelecimento da ordem só é possível mediante o dispêndio de energia. Considerando todo o Universo um único sistema termodinâmico, essa ideia leva a outro enunciado da segunda lei da Termodinâmica:

Em todo processo natural espontâneo a entropia do Universo sempre aumenta. A entropia é a grandeza utilizada para medir o grau de desordem em um sistema. Ela depende da quantidade de calor trocada por um corpo e da sua temperatura.

Expressão matemática da entropia:  $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$ , onde  $\Delta S$  é a variação de entropia quando a esse sistema ou corpo é cedida (ou absorvida) a quantidade de calor  $\Delta Q$  à temperatura absoluta  $T$ . A unidade de entropia é, portanto, *joule/kelvin (J/K)*.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física – Ondas, Óptica, Termodinâmica**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013. p. 292-295 (Adaptado).

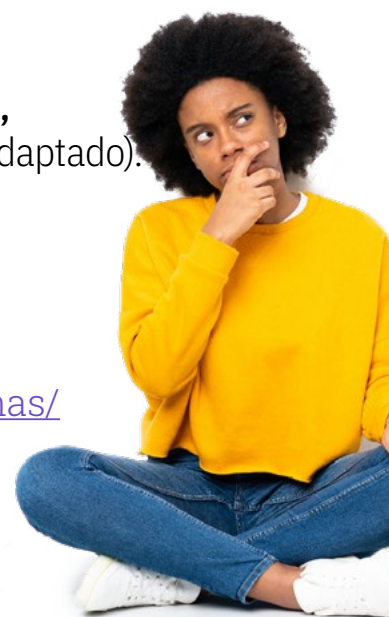
Quer saber mais? Assista a videoaula do Emitec:


**Máquinas térmicas frias, 3ª lei da termodinâmica e Entropia.**

Disponível em: <http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/disciplinas/exibir/id/5365>. Acesso em: 29 set. 2020.

## Texto 3 – As três leis da Termodinâmica

A terceira lei diz que, quando um sistema se aproxima da temperatura do zero absoluto, cessam todos os processos e a entropia assume um valor mínimo.





Essa lei surgiu dos estudos de *Max Planck e Walther Nernst*, que mesmo trabalhando de forma distinta, tentaram estabelecer princípios físicos que se tornassem a terceira lei da termodinâmica.

Isso ocorreu durante os anos de 1906 e 1912, depois de já haver amplo conhecimento das duas primeiras leis. As três leis em que a Termodinâmica se fundamenta compõem um curto e conciso código de limitações ou proibições que, segundo os físicos, estão estabelecidas pela natureza. De acordo com esse código:

- é “proibida” a existência de transformações de energia sem que parte dela se dissipe ou se transforme em energia não aproveitável;
- é proibida a transferência espontânea de calor dos corpos mais frios para os mais quentes. A transferência no sentido oposto é o sentido natural e se processa até que todos os corpos atinjam o mesmo estado térmico;
- é impossível, por qualquer processo natural ou artificial de resfriamento, atingir o mais baixo nível térmico do Universo.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física – Ondas, Óptica, Termodinâmica**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013. p.286. (Adaptado).

Quer saber mais sobre Termodinâmica? Visite o site que segue:

### **Termodinâmica.**

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/termodinamica.htm>.  
Acesso em: 29 set. 2020.

## **5. RESOLVENDO DESAFIOS DA TRILHA**

- 1** (EMITEC/SEC/BA–2020) Uma planta, enquanto viva, é um sistema biológico altamente ordenado no qual a entropia diminui. Morta, ela se torna um sistema desordenado, em que a entropia aumenta. Essa mudança não contraria a segunda lei da Termodinâmica? Qual o fator determinante dessa mudança? Explique.

- 2 Se você disser à sua mãe que a desarrumação do seu quarto é uma consequência inevitável da segunda lei da Termodinâmica, como ela poderia contra-argumentar, se tiver ciência e paciência para tanto?

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física – Ondas, Óptica, Termodinâmica**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2013. p.294.

- 3 Durante uma transformação reversível e isotérmica a 25 °C, a variação de entropia de um sistema termodinâmico foi de 20 cal/°C. Determine a quantidade de calor trocada entre o sistema e o meio externo.

a) 0,8 cal    b) 0,25 cal    c) 500 cal    d) 20 cal    e) 30 cal

Mundo educação: **exercícios sobre alotropia**. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-entropia.htm#questao-6600>. Acesso em: 01 Out. 2020.

## 6. A TRILHA É SUA: COLOQUE A MÃO NA MASSA

Chegou o momento de você usar seus talentos artísticos, e organizar seu conhecimento sobre a entropia; através de desenho, uma paródia, um mapa conceitual, um jogo ou outra forma de escrita. A sua escolha, você deve organizar a sua trajetória até aqui. bom trabalho!

## 7. A TRILHA NA MINHA VIDA

A linguagem escrita é muito importante para a construção do seu próprio conhecimento. Pense em algum fato vivenciado por você, em algum momento de sua vida, que possa relacionar com desordem e entropia. Escreva em seu **diário de bordo**.

## 8. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO SOCIAL

Agora você pode construir um cartaz, um *folder*, um *blog* ou qualquer outra forma de expressão para ajudar outras pessoas a entender porque temos que nos preocupar com o consumo de energia?

## 9. AUTOAVALIAÇÃO

Preciso mais um pouco da sua atenção:



a) Na sua opinião, qual a importância de divulgarmos o conhecimento adquirido com os membros do nosso grupo social?



b) Do conteúdo estudado nessa trilha, o que mais se aplica no seu cotidiano?

Agradeço suas respostas. Até a próxima trilha!

