

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**RAYANE DINIZ DOS SANTOS**

**ESTUDO DOS GASES E DO PLASMA ATRAVÉS DO ENSINO HÍBRIDO**

Cariacica

2022

## APRESENTAÇÃO

Nessa sequência didática iremos apresentar propostas de atividades e metodologias a serem utilizadas para o estudo das transformações gasosas e do plasma, no segundo ano do Ensino Médio. A sequência utiliza o modelo ensino híbrido, que faz a junção da metodologia Rotação por estação e metodologia Predizer, Observar e Explicar (POE).

As atividades foram propostas para serem desenvolvidas em 10 encontros, nos quais, os alunos devem trabalhar em grupo e realizando o preenchimento de questionários, uso de simulação, atividades de leitura e atividade experimental. Visando tornar o aprendizado mais dinâmico e interativos, as atividades propostas foram formuladas baseadas em situações problemas cotidianos e usando aplicações tecnológicas. Diferente dos livros didáticos que tratam da temática das transformações gasosas de forma sucinta e matemáticas, nessa sequência didática propomos o estudo das transformações gasosas baseadas em situações problemas e abordamos o quarto estado da matéria que na maioria dos livros de deixado de lado.

A metodologia proposta nessa sequência didática visa desenvolver no aluno o senso de autonomia, tornando o responsável pelo seu processo de ensino e aprendizado. Mesmo tendo esse objetivo, o professor não se torna dispensável no processo de aplicação desse produto educacional, é de extrema importância que o professor trabalhe junto com seus alunos como um mediador e fomentador de questionamento, sempre atento as necessidades dos alunos.

## **CAPÍTULO 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL**

A seguir apresentaremos um questionário que deve ser aplicado no início e no final da sequência didática. Esse questionário contém três situações problemas sobre as transformações gasosas, cada situação problema visa tratar da relação entre duas variáveis de estado:

- Situação problema 1: Temperatura e volume;
- Situação problema 2: Volume e pressão;
- Situação problema 3: Temperatura e pressão.

Nessa atividade cada aluno deve receber um questionário e responder de forma individual as perguntas referentes a cada situação problema. Esse questionário pode ser distribuído por meio de folhas impressas ou utilizando uma plataforma virtual. O questionário se encontra disponível a seguir.

## QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL

### Situação problema 01

Uma bexiga é presa à boca de uma garrafa vazia, em seguida a garrafa é submetida ao aquecimento em banho maria colocada dentro de um recipiente com água quente. Depois de um tempo é possível observar que a bexiga é inflada e aumenta de tamanho. (Conforme imagem abaixo)

Figura 01 - Esquema de montagem experimental



- 1- Por que o balão aumentou de tamanho quando a garrafa foi colocada dentro da vasilha com água quente?
- 2 - O que aconteceria se a garrafa com o balão inflado fosse colocada dentro de uma vasilha com gelo? Explique
- 3 - Proponha um modelo mostrando como você imagina o gás presentes na garrafa antes e depois de ser colocado dentro da vasilha com água quente. Faça um desenho ilustrando os dois modelos.

### Situação problema 02

Observe a tirinha abaixo e responda pergunta:

Figura 2 – História em quadrinho: Calvin

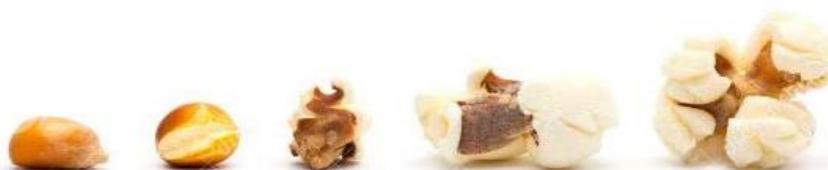


- 4 - O balão que foi solto por Calvin no último quadro voou para o alto, o que acontecerá com o volume do balão à medida que ele for subindo?
- 5- Na questão anterior foi analisado o que ocorre com o volume do balão à medida que ele sobe pela atmosfera, justifique o motivo que causa esse comportamento do volume do balão.

### Situação problema 03

A pipoca é um dos alimentos mais consumidos pelo mundo, o Brasil é o segundo país que mais consome pipoca. Nem todo milho se transforma em pipoca quando é aquecido dentro de uma panela, apenas uma espécie (*Zea mays* L.) chamada popularmente de milho de pipoca, esse grão é um fruto e o seu interior é composto por um amido.

Figura 3 – Evolução do estouro da pipoca



- 6- Por que o milho de pipoca estoura quando aquecido?

## CAPÍTULO 2 – ATIVIDADE DE LEITURA

Para iniciar o estudo das transformações gasosas, primeiro é necessário definir o que é um gás e o que o difere dos demais estados da matéria. Para isso, propomos uma atividade de leitura sobre o ar, onde contextualizamos o conceito de gás com o cotidiano do aluno.

O texto apresentado abaixo é uma proposta para iniciar uma conversa sobre o que é o ar que nós respiramos. Antes da leitura do texto é importante que o professor indague os alunos sobre: “O que é o gás?”, “Onde podemos encontrar o gás?”, “Do que é feito o ar?”. Depois de indagar os alunos, o professor deve dividi-los em grupos e pedir que eles leiam o texto e depois em grupo discutam sobre o assunto.

### **Você já respirou hoje?**

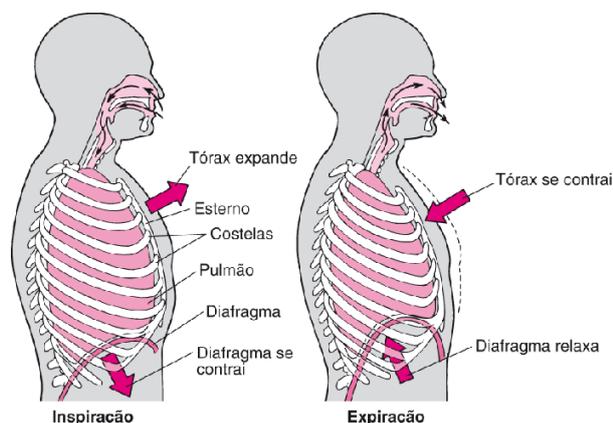
Quantas vezes por dia você respira? Sabia que até o final do dia você pode respirar cerca de 23 mil vezes e nem vai perceber? Isso ocorre, pois, essa ação é uma prática natural e involuntária. Respiramos desde que nascemos e ninguém precisou nos ensinar nem nos lembrar de como respirar.

Vamos realizar um rápido experimento. Sente de forma ereta na cadeira e puxe o máximo de ar pelo nariz e solte devagar pela boca, preste bem atenção na sua respiração, coloque a mão na frente da boca e você sentirá um vapor quente e úmido, o que acontece dentro de você quando respira? Você respira diariamente, mas já se perguntou o que é respirar e o que respiramos?

A resposta para essa pergunta não é tão complicada, e talvez você tenha pensado na seguinte resposta “puxar o ar pelo nariz e soltar pela boca”, mesmo que isso seja verdade, a respiração vai além disso.

A respiração é chamada de troca gasosa e ocorre devido à entrada de ar em nossos pulmões. O ar entra através de movimentos musculares voluntários, onde a caixa tórax aumenta de tamanho e o diafragma é comprimido, nesse momento a pressão no pulmão é menor que a pressão atmosférica, fazendo com que o ar entre no pulmão

devido à diferença de pressão, esse processo nós chamamos de inspiração, já o processo de expiração ocorre quando o diafragma e os músculos ao redor das costelas relaxam e provocam a diminuição do volume dos pulmões fazendo que o ar saia e recomece o processo novamente.



No processo de respiração ocorre a troca gasosa nos alvéolos pulmonares, onde o ar entra em contato com os capilares que estão cheios de sangue rico em gás carbônico, nesse contato o ar faz com que o sangue libere o gás carbônico e absorva o oxigênio que é transportado para as células.

O ar está presente em nosso dia a dia e seria até estranho imaginar a vida sem ele. O ser humano e os animais com respiração pulmonar conseguem viver sem comer e beber água por um tempo, mas não conseguem viver sem respirar o ar que nos cerca. Você já se perguntou o que é o ar? Ou o que ele tem de tão especial que o torna indispensável a vida?

Cientistas passaram muito tempo estudando sobre o ar e do que ele é composto, será que ele é composto unicamente de oxigênio ou pode ser composto de várias substâncias?

Na natureza podemos destacar quatro estados físicos mais comuns em que encontramos a matéria: sólido, líquido, gasoso e plasma. O ar apresentasse no estado gasoso, mas não é um único gás e sim a mistura de gases, uma mistura como arroz e feijão, água e sal. Sua composição é de 78% de gás nitrogênio, 21% de gás oxigênio e 1% de outros gases como gás argônio e gás carbônico. Ficou surpreso em saber que o ar não é composto só de oxigênio?

Os gases assim como o ar, estão presentes no nosso dia a dia nas diferentes situações e locais, a sua presença é essencial para a nossa sobrevivência e manutenção da vida diária. Nós deparamos com os gases em casa quando precisamos cozinhar e ligamos o fogão que é alimentado por uma botija de gás, quando usamos o ar-condicionado seja de casa ou do carro, quando abastecemos o carro com GNV, entre outras situações.

Se tivéssemos que explicar para alguém, como definiríamos um gás? Qual a diferença do gás para um bloco de concreto? Será que gases são somente aqueles que aparecem na tabela periódica?

Ao falarmos de gases podemos defini-los como um dos estados da matéria caracterizado por ser um fluido, ou seja, uma substância que pode escoar, que não tem forma própria nem volume definido. Na categoria dos fluidos também se encontram os líquidos, esses se diferenciam dos gases por possuírem volume definido e apresentarem algumas diferenças microscópicas. Toda matéria é constituída de átomos e cada estado da matéria terá um grau de organização de seus átomos. Os gases podem ser compostos de moléculas ou átomos, ou seja, o gás pode ser formado pelo agrupamento de dois ou mais átomos e será chamado de molécula como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) ou formado apenas por átomos como o gás Hélio (He).

Quando analisamos a estrutura de um cubo de gelo, um copo de água e do vapor d'água, percebemos que mesmo os três sendo feitos da mesma substância ( $\text{H}_2\text{O}$ ) a forma de organização de suas estruturas, a interação e a ligação entre as moléculas são diferentes, definindo cada estado da matéria. No cubo de gelo vamos observar seus átomos organizados em um arranjo tridimensional em uma estrutura bem rígida, como se fossem pequenas bolinhas organizadas em filas e colunas dentro de um cubo, formando o que chamamos de estrutura cristalina. No copo d'água e no vapor percebemos que essa estrutura não é tão bem-organizada e nem tão rígida. Nos líquidos os átomos podem ser comparados com bolas em movimento em uma piscina de bolinhas, elas não estão organizadas e nem enfileiradas, apenas espalhadas de forma aleatória, mas não tão distantes umas das outras, representando uma interação mais fraca entre suas moléculas, possibilitando uma maior mobilidade. No estado

gasoso vamos observar que as moléculas se movem de forma contínua e aleatória e estão bem distantes umas das outras, devido ao fato da interação entre suas moléculas ser tão pequena que pode ser desprezível, possibilitando uma maior liberdade de movimento das moléculas. As sucessivas colisões entre as moléculas que compõem o gás e as superfícies de onde o gás se encontra – essas superfícies podem ser de um recipiente ou do ambiente, como a superfície dos objetos e o corpo das pessoas - resultam na pressão exercida pelo gás, e essa pressão pode influenciar na facilidade ou dificuldade que temos em respirar.

Um ato que parecia ser tão simples, puxar o ar pelo nariz e soltar pela boca, é resultado de um processo tão detalhado e cheio de características. O ar é uma mistura de gases necessário a vida, a quantidade exata de cada gás faz toda diferença no processo de respiração possibilitando a manutenção da vida dos seres vivos e do planeta. Então aproveite e respire!

Autor: Rayane Diniz

### CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA POE

Na aula utilizando a metodologia Predizer, Observar e Explicar (POE), trataremos das variáveis de estado a partir de uma problematização usando o vídeo “O MUNDO QUE NÃO VEMOS - Como se comporta o ar?”.

Nessa atividade o professor pode dividir os alunos em duplas ou trios, é interessante que o grupo seja pequeno para que os alunos não fiquem tão dispersos, pois é necessário que todos do grupo interajam durante cada etapa.

Para realizar essa aula, é necessário que o professor entregue para cada grupo um roteiro com cada passo da atividade e instrua a turma a realizar o preenchimento das respostas de acordo com comando do professor.

Como realizar a atividade?

- Passo 1- Apresentar situação problema: o professor deve apresentar a imagem do balão antes que o nitrogênio líquido seja derramado.
- Passo 2 – Etapa predizer: o professor deve orientar aos alunos que escrevam as suas hipóteses sobre a situação.
- Passo 3 – Etapa observar: o professor deve passar o vídeo mostrando o que acontece com o balão à medida que o nitrogênio líquido é derramado.
- Passo 4 – Conversar com os alunos sobre o que aconteceu.
- Passo 5 – Etapa explicar: pedir que os alunos escrevam no roteiro a explicação para o fenômeno observado.

O roteiro para essa atividade se encontra disponível a seguir.

## Método POE – Instrumento avaliativo

### Etapa 1: Predizer (Crie uma hipótese sobre a situação proposta)

Um balão é inflado com ar e fechado por um nó, impedindo que o ar de seu interior saia. Um frasco contendo nitrogênio líquido a temperatura de  $-197^{\circ}\text{C}$  é despejado sobre a superfície do balão. O que acontecerá com o balão à medida que o nitrogênio é despejado sobre sua superfície?

Figura 01: Balão e nitrogênio líquido



Fonte: compilação do autor<sup>1</sup>.

---

---

---

---

### Etapa 02: Observar

Observe a situação proposta acima por meio do vídeo “O MUNDO QUE NÃO VEMOS - Como se comporta o ar?” - Como se comporta o ar?”

Figura 02: Experimento do balão com nitrogênio



Fonte: Próprio Autor(2021)

Compare a situação que você descreveu no item “Predizer” com o que você observou no vídeo e responda:

- c) Houve diferença entre a sua hipótese e o experimento observado?  
( ) Sim ( ) Não

### Etapa 03:Explicar

- d) Descreva detalhadamente as diferenças apresentadas entre a sua hipótese e o que foi observado no experimento.

---

---

---

Baseado em seus conhecimentos prévios e nos conceitos físicos aprendidos até o momento, explique as situações abaixo:

Explique usando o modelo de gás ideal o que ocorreu com o balão quando o nitrogênio líquido foi derramado sobre a sua superfície?

---

---

---

Faça um desenho, em cada espaço abaixo, para representar o que acontece com as partículas que compõem o gás dentro do balão nas duas situações descritas.

Situação 1: Balão cheio de ar e fechado.	Situação 2: Nitrogênio líquido sendo derramado sobre a superfície do balão.

## CAPÍTULO 4 – ESTUDO DAS VARIÁVEIS DE ESTADO USANDO O SIMULADOR PHET COLORADO

Nessa atividade, a turma deve ser dividida em duplas ou trios e cada grupo deve ter acesso a um computador com internet. Essa aula é uma continuação da aula anterior, em que foi usada a metodologia POE. Na aula anterior os alunos viram o fenômeno, nessa aula os alunos vão trabalhar com as variáveis de estado para entender o que acontece microscopicamente com um gás quando variamos pressão, temperatura e volume.

Todo o material a ser utilizado nessa aula pode ser online, caso optem por essa opção, recomendo que usem o formulário *online* do Google. Nessa aula os alunos trabalharam com um formulário *online* e a simulação do Phet colorado Propriedades do gás - < [https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html)>

Como realizar a atividade?

1. Disponibilize o *link* de acesso tanto para o formulário *online* quanto para a simulação. Isso pode ser feito usando um Qr code ou enviando o *link* por uma plataforma *online* como o Google Classroom;
2. Demonstre o funcionamento da plataforma para os alunos;
3. Peça que os alunos sigam as orientações de cada situação problema do roteiro e as aplique na simulação.

O modelo de roteiro para essa atividade se encontra disponível a seguir.

## Simulação: Propriedade dos gases

**Objetivo:** Verificar, por meio da simulação computacional, o comportamento de um gás ideal quando é submetido de pressão, temperatura e volume.

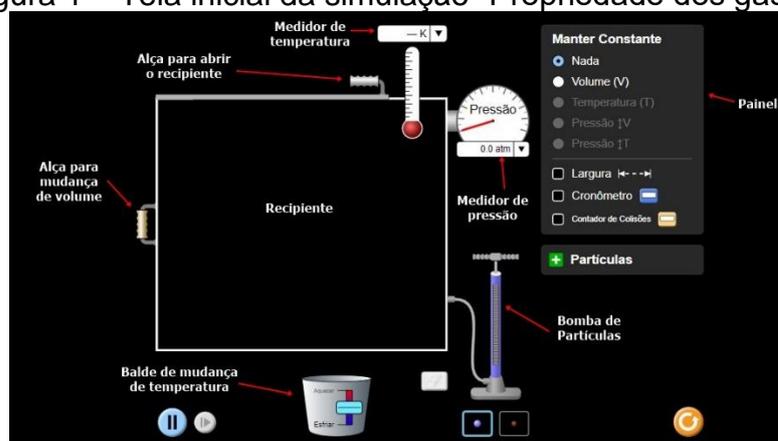
**Simulação:** Propriedades do gás - < [https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html)>

Ao explorar a simulação “Propriedade do gás”, você observará o comportamento das moléculas de um gás ideal quando alteramos o volume do recipiente, a pressão exercida sobre o gás e sua temperatura.

Para iniciar a atividade é necessário que você clique no *link* da simulação (destacado acima) e selecione a aba “Ideal”.

A imagem abaixo ilustra o cenário da simulação e a legenda dos controles.

Figura 1 – Tela inicial da simulação “Propriedade dos gases”.



Fonte: Phet Colorado (2022).

Altere a unidade do medidor de temperatura de Kelvin(K) para Celsius (°C) e usando a bomba de partículas lance partículas para dentro do recipiente.

Essas bolinhas que foram lançadas para dentro do recipiente estão ilustrando as moléculas que compõem um gás. Observe o movimento delas dentro do recipiente e como elas colidem com as paredes do recipiente e umas com as outras.

**Pergunta:** Enquanto as moléculas estão colidindo entre si e as paredes do recipiente, o que acontece com o termômetro e o medidor de pressão?

**Situação 1:** Clique no painel que fica no canto superior direito na opção “Largura” e na opção “Volume” e utilizando a simulação responda as perguntas abaixo.

Observação: Ao clicar na opção “Volume” você determinou que o volume do recipiente não sofrerá mudanças durante a simulação.

Pergunta: **Usando os controles da simulação descreva o que é necessário para que o valor da pressão diminua?** (Descreva o que você fez e o comportamento das moléculas)

Clique no botão “Resetar” para voltar a situação inicial.

**Situação 2:** Usando a bomba de partículas lance partículas para dentro do recipiente. Clique no painel que fica no canto superior direito na opção “Largura” e na opção “Temperatura” e utilizando a simulação responda as perguntas abaixo.

Observação: Ao clicar na opção “Temperatura” é desabilitado o “balde” e você determinou que a temperatura do recipiente não sofrerá mudanças durante a simulação.

Pergunta: **Usando os controles da simulação descreva o que é necessário para que o valor da pressão aumente para um valor acima de 7 atm?** (Descreva o que você fez e o comportamento das moléculas)

Clique no botão “Resetar”

**Situação 3:** Clique no painel que fica no canto superior direito na opção “Largura” e na opção “Volume” e utilizando a simulação responda as perguntas abaixo.

Pergunta: **O que ocorre com a pressão dentro do recipiente quando inserimos mais moléculas dentro do recipiente?**

Clique no painel que fica no canto superior direito na opção “Largura” e na opção “Pressão  $\uparrow V$ ” e utilizando a simulação responda as perguntas abaixo.

Observação: Ao clicar na opção “*Pressão*  $\downarrow V$ ” você determinou que a pressão do recipiente não sofrerá mudanças durante a simulação.

Pergunta: **Usando os controles da simulação descreva o que é necessário para que a largura do recipiente diminua para 5,5 nm?** (Descreva o que você fez e o comportamento das moléculas)

## **CAPÍTULO 5 – ROTAÇÃO POR ESTAÇÃO: TRANSFORMAÇÕES GASOSAS**

Nesse momento da sequência didática iniciaremos a rotação por estação sobre as transformações. Para cada estação, é destinado o tempo de 15 a 20 minutos para a realização das atividades. As atividades propostas em cada estação devem ser realizadas em grupo, por isso, é necessário dividir os alunos em grupos heterogêneos de 3 a 4 alunos. É importante que em cada o grupo tenham alunos com perfis diferentes, misturar os alunos mais tímidos com os mais espontâneos, os alunos que possuem maior dificuldade com os alunos que tem maior facilidade com a matéria, essa divisão é necessária para criar maior interação e alcançar todos os alunos.

Serão utilizadas 3 estações, o professor deve analisar a quantidade de grupos em sua turma e multiplicar cada estação, de forma que os grupos estejam desenvolvendo a mesma estação de forma simultânea. As atividades a serem desenvolvidas em cada estação são descritos a seguir.

### **5.1 ESTAÇÃO 1: TEXTO SOBRE OS EFEITOS DO MERGULHO NO CORPO HUMANO**

Nessa estação os alunos terão acesso ao texto “Entenda o que acontece no corpo em mergulho de alta profundidade”. O texto apresenta o relato de um médico que descreve os efeitos da pressão sobre um corpo que está mergulhando.

A atividade proposta para essa estação é construção de um mapa mental sobre o mergulho em grandes profundidades e suas consequências ao organismo, para realizá-la, é necessário que o grupo leia o texto e construa o mapa usando os conceitos principais citados no texto. O texto que deve ser utilizado nessa estação se encontra disponível a seguir.

## Entenda o que acontece no corpo em mergulhos de alta profundidade

Médico explica como os efeitos da alta pressão afetam o organismo

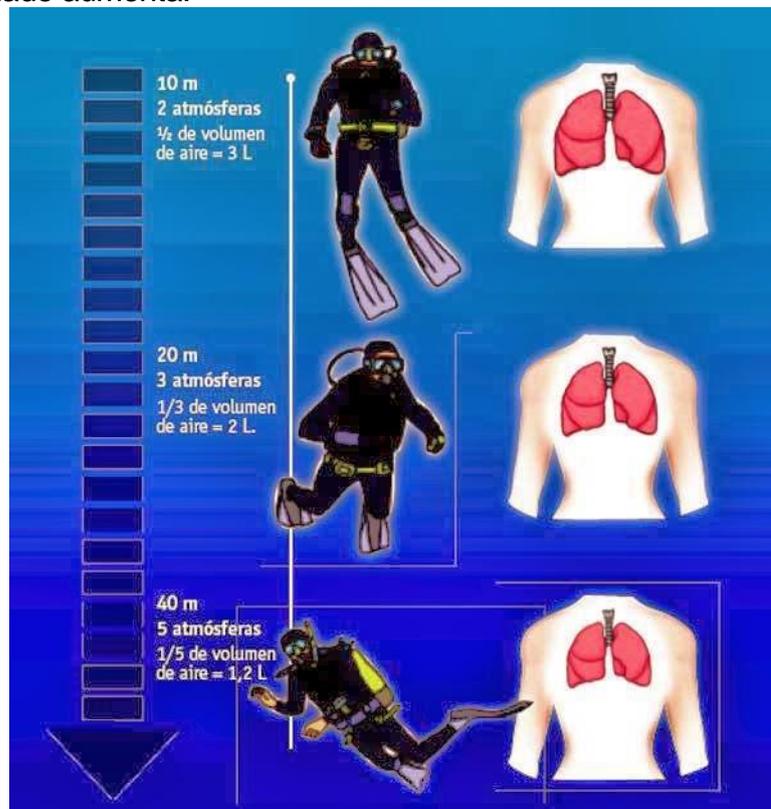
Ao contrário do que ocorre no alto das montanhas, onde as pressões são mais baixas, nas profundezas de rios, lagos e oceanos, devido ao peso de grandes volumes de água, as pressões tornam-se elevadas. No caso dos mergulhos de profundidade, a pressão acaba por exercer no corpo humano algumas alterações importantes. Entre elas, a mais facilmente percebida diz respeito à diminuição do volume interno dos pulmões. Além disso, em ambientes hiperbáricos<sup>5</sup>, o estado físico de alguns gases, como o nitrogênio, por exemplo, se altera de gasoso para líquido, fazendo com que o seu comportamento dentro do organismo também mude.

Ao nível do mar, o ser humano sofre a pressão de uma atmosfera. Para se ter uma ideia, à medida que entramos dentro d'água, essa pressão tende a aumentar gradativamente em uma atmosfera a cada dez metros submergidos. Ou seja, se o mergulhador está a 20 metros de profundidade, seu corpo sofre a influência da pressão de três atmosferas (1 atm por causa da pressão atmosféricas e 2 atm devido à pressão exercida pela água), se 30 metros, quatro atmosferas, e assim por diante.

---

<sup>5</sup> Ambiente com pressão superior a pressão atmosférica.

Figura 1 – Relação entre o volume do pulmão e a pressão sofrida sobre o corpo a medida que a profundidade aumenta.



Conforme explica João Salge, pneumologista do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo, a alta pressão externa a que os mergulhadores se submetem passa a comprimir, praticamente, todas as partes do seu corpo durante um mergulho em águas profundas. Segundo o médico, isso faz com que o coração demande um esforço maior. “Devido à alta pressão em volta do corpo, o coração tem que demandar mais força para que o sangue possa alcançar todos os tecidos, principalmente as extremidades”, ressalta João.

João lembra também que em alta profundidade pode haver o comprometimento de órgãos mais sensíveis, como o ouvido. Nesse caso, a área afetada em específico é uma região localizada atrás do tímpano, denominada ouvido médio. Por estar preenchida com ar, atuando como uma espécie de caixa acústica, permitindo a vibração da membrana do tímpano, ela acaba por sofrer diretamente a influência das altas pressões. “Caso o mergulhador não faça a troca interna de pressão corretamente, poderá haver o rompimento do tímpano. Se estiver em águas muito frias, o preenchimento das cavidades auriculares afetará o seu Labirinto<sup>6</sup>, causado vertigens(tonteira)”, alerta.

<sup>6</sup> Conjunto do ouvido interno constituído pelo vestíbulo, pelos canais semicirculares (órgão do equilíbrio) e pelo caracol (órgão da audição).

Para explicar como os pulmões sofrem nas altas profundidades, o professor Marco Cremona, do Departamento de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), faz uso da Lei de Boyle. Segundo ela, em condições de temperatura constante, o volume de um determinado gás é inversamente proporcional à pressão exercida sobre ele. Sendo assim, se a pressão duplica, o volume do gás cai pela metade.

“Ao nível do mar, nossos pulmões têm a capacidade de comportar de quatro a seis litros de ar. Sendo assim, se uma pessoa mergulha a 10 metros, como a pressão sobre ela praticamente dobra, a sua capacidade pulmonar cai pela metade, ou seja, os pulmões passarão a comportar, em média, de dois a três litros de ar. Daí explica-se o porquê de os mergulhadores sentirem uma pressão no tórax em grandes profundidades”, ressalta Cremona.

Outro problema apresentado nos mergulhos em alta profundidade diz respeito à descompressão rápida. Dependendo do tempo de mergulho e da profundidade, parte do nitrogênio presente no sangue do mergulhador passa a ficar em estado líquido. Caso o mergulhador suba rápido demais à superfície, esse nitrogênio muda de forma súbita novamente para o gasoso, formando bolhas, o que pode causar embolias.

“Para evitar os efeitos da descompressão rápida, o mergulhador deve subir lentamente, fazendo paradas periódicas enquanto sobe. Tudo para que o gás dentro do seu corpo possa ser liberado de forma lenta. Caso contrário, a embolia gasosa pode ocasionar lesões, sendo as mais graves ocorridas no sistema nervoso. Existem tabelas que demonstram o tempo de subida, dependendo da profundidade na qual o mergulhador ficou e do tempo submerso”, aponta João Salge.

Caso o mergulhador tenha feito uma subida rápida demais até a superfície, uma das soluções é encaminhá-lo a uma câmara pressurizada, também chamada câmara hiperbárica. Lá, o mergulhador é submetido à pressão do ar correspondente à profundidade na qual estava. Na câmara hiperbárica, a pressão vai sendo liberada vagarosamente, permitindo que a descompressão seja feita de forma gradativa.

ENTENDA o que acontece no corpo em mergulhos de alta profundidade. **Globo Ciência**, 22 de setembro de 2012. Disponível em: < <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2012/09/entenda-o-que-acontece-no-corpo-em-mergulhos-de-alta-profundidade.html>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2021. (Adaptado)

## 5.2. ESTAÇÃO 2 – COMO O MILHO VIRA PIPOCA?

Nessa estação usaremos como recurso o vídeo “Ciência do cotidiano: Por que o milho vira pipoca?”. Ele relata os conceitos físicos por trás do estouro da pipoca.

Para realizar essa atividade os grupos receberão um questionário para ser preenchido depois que assistirem o vídeo. O questionário a ser utilizado nessa estação se encontra disponível a seguir.

### ESTAÇÃO: MILHO DE PIPOCA

**Questão 01:** Monte um esquema ilustrando o processo sofrido pelo milho até se transformar em pipoca;

No quadro abaixo estão ilustrados o início e o final do processo de estouro da pipoca, desenhe entre as duas imagens os passos que ocorrem antes do milho virar pipoca. Descreva os conceitos físicos envolvidos em cada etapa de forma detalhada.

Etapas	Desenho	Conceito físico envolvido
1		
2		
3		
4		

**Questão 02:** Alguns grãos de milhos mesmo depois de serem aquecidos não se transformam em pipoca, esses grãos são chamados de Piruá. Os fatores que influenciam para que o grão de milho vire pipoca ou piruá é a quantidade de água e as fissuras na casca.

a) O que ocorre com a água dentro da casca de milho para que ela seja tão importante no momento da transformação do milho em pipoca?

---

---

b) Como a quantidade de água pode influenciar no processo de formação da pipoca?

---

---

c) Qual a influência das fissuras na casca do milho na hora do estouro da pipoca?

---

---

**Questão 03:** O vídeo mostra que se a pipoca fosse feita dentro da panela de pressão seria mais difícil ocorrer o estouro da pipoca. O que acontece dentro da panela que dificulta essa transformação? (Descreva de forma detalhada)

### 5.3. ESTAÇÃO 3 – MANÔMETRO DE BARRAS

Na terceira estação a interação será realizada entre o professor e os alunos, o material a ser utilizado nessa estação é um experimento chamado de manômetro de barras. Para realizar o experimento é necessário o uso de uma bacia com água quente e outra com cubos de gelo, pois o objetivo é trabalhar a relação entre temperatura e pressão.

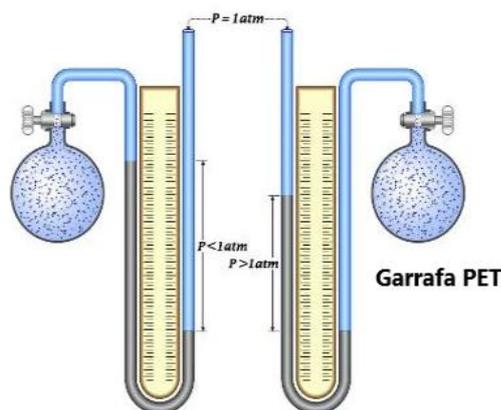
Para a montagem experimental os materiais necessários são:

- Mangueira de nível (120 cm)
- Uma placa de acrílico ou madeira (10 cm x 40 cm)
- Garrafa pet transparente

- Cola Super bonde.
- Água;
- Corante;

Após a montagem o manômetro de barras ficará com uma parecida com a imagem abaixo.

Figura 2 – Manômetro de barras



O experimento pode ser feito pelos alunos orientados pelo professor, mas é importante ficar atento a manipulação da água quente para que não ocorra nenhum tipo de intercorrência durante a atividade. O líquido colorido deve ser colocado dentro da mangueira de nível de forma que o nível da água nas duas colunas seja o mesmo, evite encher as colunas de forma completa. Peça para o aluno colocar a garrafa pet dentro da bacia com água quente e depois dentro da bacia com gelo. O papel do professor nessa atividade é de mediador e fomentador de questionamento sobre o fenômeno observado.

## **CAPÍTULO 6 – ROTAÇÃO POR ESTAÇÃO: PLASMA**

Nessa etapa será realizada segunda rotação por estação, a temática a ser tratada é o plasma e essa estação possui três estações. Para desenvolver as atividades da estação, os alunos podem ser divididos nos mesmos grupos da estação anterior e o tempo utilizado em cada estação é de 15 a 20 minutos, por esse motivo são necessárias duas aulas de 50 minutos para realizar essa atividade.

### **6.1. ESTAÇÃO 1 – O QUARTO ESTADO DA MATÉRIA**

Na primeira estação, os grupos usaram como material de apoio o vídeo “PLASMA – ‘O chefão’ de todos os estados da matéria”. Esse vídeo está em inglês, então é necessário ativar a legenda para que os alunos possam assistir e compreender o que está sendo tratado. O vídeo trata do plasma e das suas diferenças entre os outros estados, mostrando o que é necessário para que a matéria atinja o estado de plasma.

A atividade a ser desenvolvida nessa estação é a construção de um mapa mental sobre o plasma.

### **6.2. ESTAÇÃO 2 – GLOBO DE PLASMA**

Na segunda estação os grupos devem interagir com o professor e com o experimento proposto. O material necessário nessa estação é um globo de plasma e lâmpadas de fluorescente, essas lâmpadas podem ser novas ou queimadas.

A realização dessa atividade pode ser feita pelos próprios alunos, orientados pelo professor. O objetivo do experimento é que os alunos aproximem a lâmpada de fluorescente do globo de plasma e observem que elas acendem sem a necessidade que estejam conectadas a um bocal e a energia elétrica de uma casa.

O papel do professor nessa estação é de mediador e fomentador do conhecimento, essa estação não deve ser um monólogo feito pelo professor, mas um espaço para os alunos interagirem com o experimento, falarem suas hipóteses e discutirem sobre o fenômeno observado.

Figura 3 – Globo de plasma e lâmpada fluorescente.



Fonte: Autor

### 6.3. ESTAÇÃO 3 – APLICAÇÕES DO PLASMA

Na terceira estação, os alunos receberão como material de apoio os textos: “E o átomo disse: faça-se a luz!”, “Lâmpada Fluorescente” e “Transformando o lixo em Gás” e o vídeo “Telecurso 2000 – Processo de Fabricação – 64 Corte Plasma”, o vídeo não foi usado na íntegra, apenas um fragmento que começa no instante 2:29 e termina no instante 5:42.

A atividade proposta nessa estação é chamada de cruzadinha, os conceitos tratados estão presentes no material de apoio fornecido. Os alunos devem dividir entre si para realizar a leitura e responder a cruzadinha. A cruzadinha a ser utilizada se encontra disponível a seguir.

#### **Lâmpadas fluorescentes: uma aplicação brilhante!**

[...] Como já foi dito, uma das aplicações cotidianas mais populares do plasma é a lâmpada fluorescente. Vamos entendê-la melhor agora. Neste tipo de lâmpada existe um cilindro que contém gás dentro dele. Este gás normalmente é neônio misturado com argônio e com uma pequena quantidade de mercúrio. Em uma das extremidades desse cilindro está o catodo (terminal negativo) e na outra extremidade o anodo (terminal positivo). A lâmpada tem suas paredes recobertas com uma camada de

fósforo, cuja função é transformar a luz ultravioleta em luz visível. A Fig. 6 mostra de maneira esquemática uma lâmpada fluorescente.

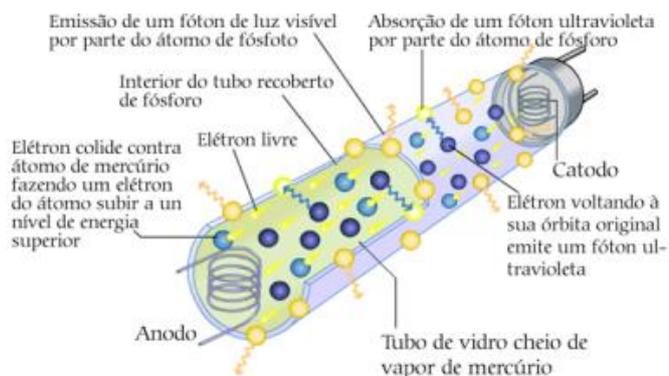


Figura 6. Esquema da lâmpada fluorescente.

Quando a lâmpada está brilhando, dentro dela existe um plasma em ação: ao se ligar a lâmpada, cria-se uma diferença de potencial entre o catodo e o anodo. Esta diferença de potencial fará os elétrons fluírem de um em direção ao outro por meio do gás dentro da lâmpada. Estes elétrons irão ionizar o gás dentro da lâmpada, formando um plasma, que é condutor e mantém a corrente elétrica fluindo. Esta corrente, fluindo através do plasma, ativará alguns átomos de mercúrio presentes no gás dentro da lâmpada, e, do modo como comentado na seção anterior, estes emitirão luz na faixa do ultravioleta, que não é visível ao homem. O plasma tem a função de excitar os átomos de mercúrio, não de emitir luz. Como já havíamos dito, ele é um coadjuvante para os outros brilharem. O processo no gás dentro dos brilhantes luminosos comerciais é o mesmo, e tais luminosos são genericamente conhecidos como néon

DAMÁSIO, F. CALLONI, G. **Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver.** Física na Escola. V.9, n.1,2008

## O Átomo disse: Faça-se a luz!

E o átomo disse: Faça-se a luz! O Plasma é conhecido como o quarto estado da matéria, mas se olharmos pela perspectiva do estado mais abundante do universo era para ser conhecido como o primeiro, pois cerca de 99% da matéria visível existente no universo está no estado plasmático e 1% é composto dos outros três estados.



Figura 1: Nebulosa cabeça de cavalo, na constelação de Órion. As nebulosas são aglomerados de poeira cósmica, hidrogênio e plasma. Essa nebulosa está a 1.500 anos-luz de distância da Terra e é visível apenas porque sua poeira obscurecida está em silhueta contra outra nebulosa mais brilhante. Fonte: Nasa

Os plasmas normalmente são criados aquecendo-se um gás a temperatura muito elevada, resultando na ionização do gás, quando então alguns elétrons recebem energia suficiente para se desligar dos átomos a que estavam presos, resultando átomos com carga positiva (cátions) e elétrons livres (aqueles que se desligaram).

---

### Mas... existe plasma em nosso mundo cotidiano?

---

Sim! Onde ele está? A lâmpada fluorescente talvez seja a aplicação mais imediata, e vamos detalhar mais sobre ela adiante neste texto. Os letreiros de néon são outro exemplo: eles usam gás neônio, emitindo luz vermelha. Os outros tipos de cores decorrem do uso de gases de diferentes tipos de átomos; o argônio brilha na cor azul, o sódio na amarela, o hélio na rosa.



Figura 02 – Painel de Neon

A luz emitida não é gerada pelo plasma, mas sim pelas moléculas neutras do gás, da forma como veremos daqui a pouco. O papel do plasma nos letreiros, nas lâmpadas fluorescentes e nas telas dos televisores de plasma é o de coadjuvante; quem faz o papel principal de emitir luz são os átomos de gás eletricamente neutros. As lâmpadas de vapor usadas em vias públicas também utilizam plasma para emitirem luz. Pode-se usar neste tipo de lâmpada alguns tipos de elementos para formar o gás: mercúrio e sódio são os mais comuns. Um lindo fenômeno, chamado de aurora boreal no hemisfério norte e aurora austral no hemisfério sul, é constituído de plasmas brilhando na alta atmosfera. Existe uma região atmosférica, a cerca de 80 km de altitude, chamada de ionosfera<sup>7</sup>. Como o próprio nome diz, ela é um plasma. Esta camada reflete ondas de rádio de baixa frequência, como as de AM, ao passo que deixa passar ondas de rádio de alta frequência, como as de FM e de televisão. É por este motivo que é possível captar rádios AM de localidades distantes - até de outros continentes - e não se consegue captar as rádios FM e os canais de TV destes lugares. Como vemos, o plasma está mais presente em nosso cotidiano do que poderíamos supor inicialmente. Além do mais, uma maneira promissora de gerar energia utiliza plasma. Trata-se da fusão nuclear. Tal processo é o responsável pela geração de energia nas estrelas, onde hidrogênio é transformado em hélio, resultando na liberação de energia de acordo com a famosa equação de Einstein,  $E = m.c^2$ . Muito esforço tem sido feito para que tais reações sejam reproduzidas de forma controlada aqui na Terra, visando se tornar uma alternativa viável para geração de energia.

---

### Qual o processo ocorre no momento da emissão da cor?

---

<sup>7</sup> I.o.nos.fe.ra: **s.f.** Região da atmosfera, de 70 a 250 milhas acima da superfície da Terra, que contém camadas de ar altamente ionizadas, capazes de dobrar ou refletir ondas de rádio de volta para a Terra. A reflexão na ionosfera torna possível a recepção de ondas de rádio em longas.

Agora vamos analisar uma explicação microscópica de como se gera luz. Primeiro temos que dizer que os átomos têm níveis de energia, que podem conter ou não elétrons. Cada nível de energia pode ser ocupado por um determinado número de elétrons. Para entender, observe a Fig. 3.

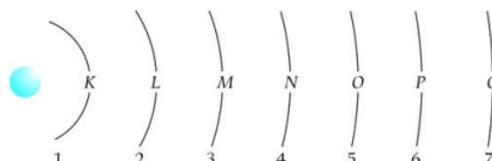


Figura 03 – Os níveis de energia na moderna concepção do átomo.

A eletrosfera é dividida em sete camadas que podem ser chamadas por números ou letras. Quanto maior o número da camada, maior a energia de um elétron que está alojado nela. Assim, um elétron na camada M tem energia maior que outro na camada K. Um na camada Q tem mais energia que outro na camada M. Os elétrons podem “pular” de camada. Para passar de uma camada de menor energia para uma de maior, o elétron deve receber energia de fora do átomo (Fig. 4). Logo, para um elétron da camada K pular para a camada L, M ou N, por exemplo, ele deve receber energia de fora do átomo e também o estado/camada para onde ele vai não deve estar totalmente ocupado, como esquematizado na figura a seguir. Chama-se este átomo que recebeu energia e no qual um ou mais elétrons mudaram de camada de energia, de estado excitado do átomo.

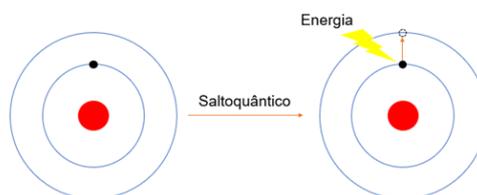


Figura 04 - Um elétron passa da camada de menor energia para a de maior energia ao receber energia de fora do átomo. Essa ação é chamada de salto quântico.

Quando os elétrons dos estados excitados voltam para as suas camadas de origem, eles irão liberar energia. Esta energia liberada normalmente é na forma de luz

(chamada de fóton<sup>8</sup>), muitas vezes na faixa do ultravioleta, que não é visível a nós humanos. A Fig. 5 exemplifica a situação descrita. Nas lâmpadas fluorescentes, como veremos, há geração de luz ultravioleta e para transformá-la em luz visível, os fabricantes usam uma camada de fósforo em suas paredes.

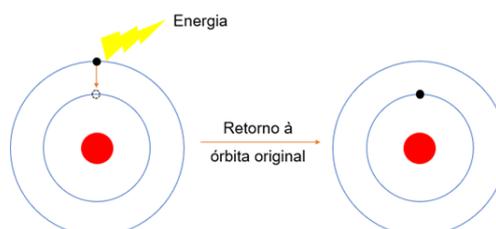


Figura 05 - Um elétron passa da camada de maior energia para a de menor energia ao liberar uma certa quantidade de energia normalmente na forma de luz.

DAMÁSIO, F. CALLONI, G. **Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver.** Física na Escola. V.9, n.1,2008

### **Transformando Lixo em Gás: O Futuro da Gaseificação por Plasma**

Situado ao longo da rodovia em Arlington, Oregon, o que parece ser uma colina de longe revela sua verdadeira identidade apenas quando olhamos mais de perto. Este é o aterro de Columbia Ridge com 700 acres (2,8 milhões m<sup>2</sup>), um dos maiores dos Estados Unidos. A cada semana, 35 mil toneladas de lixo doméstico chegam de Seattle, Portland e outras comunidades.

Embora a reciclagem tenha se tornado mais arraigada na cultura pública, dois terços do lixo doméstico ainda vão para aterros sanitários. Portanto, as estratégias convencionais de reciclagem não são a resposta completa. Mas o que está escondido no canto sudoeste do aterro Columbia Ridge pode ser uma solução.

O aterro de Columbia Ridge é o lar da primeira planta comercial de grande escala nos Estados Unidos que usa uma tecnologia chamada gaseificação de plasma. Desenvolvida em parte por Jeff Surma e *S4 Energy Solutions*, a planta converte lixo doméstico municipal em gás de síntese, uma mistura de hidrogênio e monóxido de

---

<sup>8</sup> **Fóton:** um quanto de energia luminosa.

carbono. Ao contrário dos métodos convencionais de processamento de resíduos, como a incineração, o processo não produz subprodutos prejudiciais como as dioxinas; em vez disso, o gás de síntese produzido pode ser usado como combustível ou vendido para a indústria, um feito inovador de reciclagem que trouxe a gaseificação de plasma cada vez mais atenção em todo o país. A figura 01 mostra uma visão geral passo a passo do processo.

Teoricamente, o processo parece infalível porque todos os subprodutos das reações são tratados e recursos úteis são gerados. No entanto, alguns ambientalistas acreditam que essa eficiência desestimula a reciclagem e o desenvolvimento de produtos renováveis, ao mesmo tempo que estimula mais apatia em relação ao lixo. Além disso, até este ponto, a gaseificação por plasma tem consumido muita energia e capital para lidar com grandes quantidades de lixo municipal em aterros sanitários.

COHEN,Alex. Turning Trash into Gas: The Future of Plasma Gasification. Yale Scientific, 03 de Abril de 2013. Disponível em < <https://www.yalescientific.org/2013/04/turning-trash-into-gas-the-future-of-plasma-gasification/>> Acesso em Dezembro de 2021

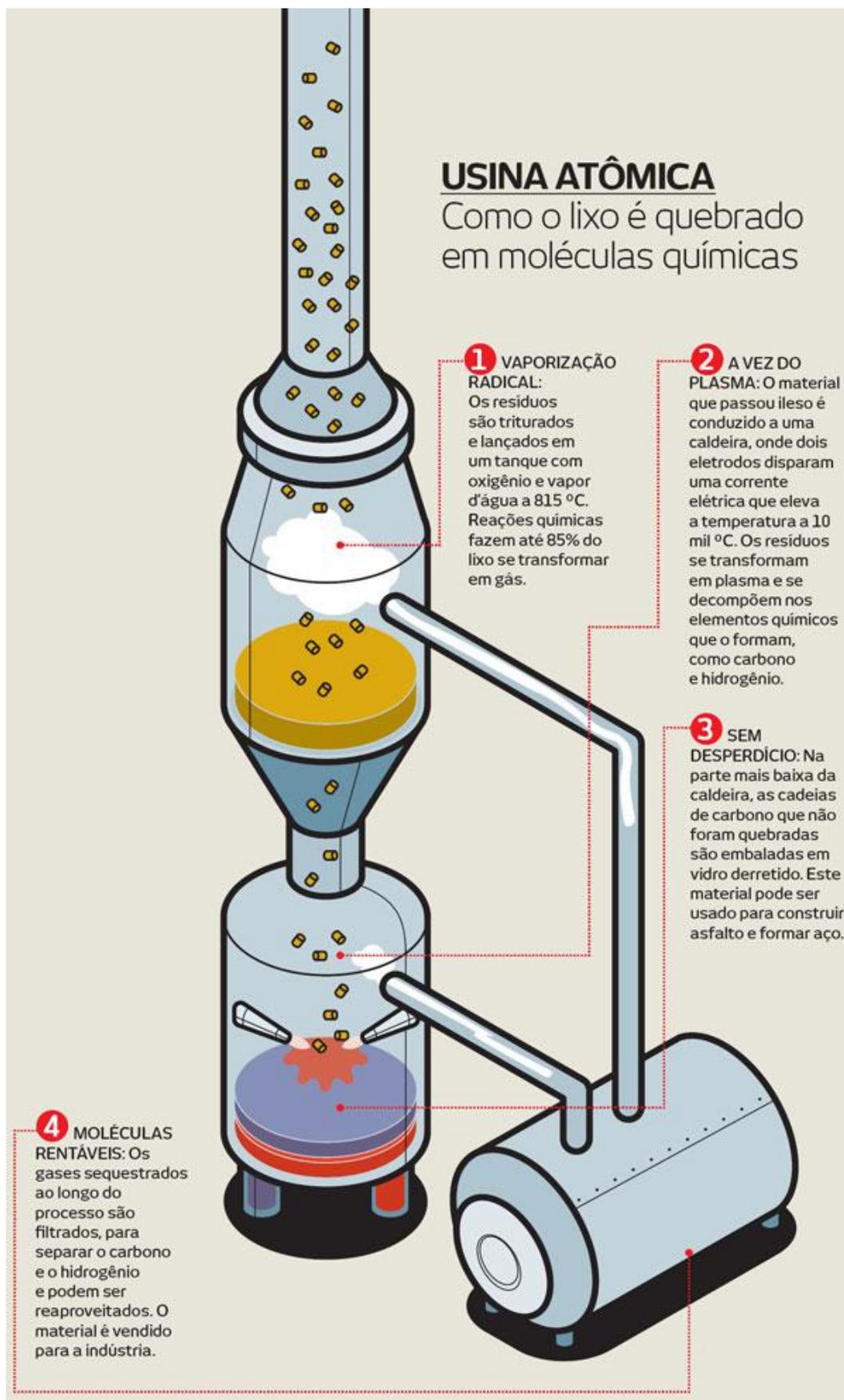


Figura 01 – Esquema do processo de gaseificação por plasma.

Fonte: Revista Galileu

## APLICAÇÕES DO PLASMA

Hoje nós vamos descobrir sobre algumas aplicações do plasma, para aprendermos um pouco mais vamos ler alguns textos e assistir um pequeno vídeo. Ao final da leitura vamos preencher uma cruzadinha.

Para preencher a cruzadinha é necessário que o grupo se divida para ler os textos e assistir os vídeos. Abaixo temos as perguntas da cruzadinha referente ao material de apoio.

### **Texto: Lâmpadas fluorescentes: uma aplicação brilhante!**

- 1 – Qual o quarto estado da matéria?
- 2 – Qual o nome do terminal positivo da lâmpada fluorescente?
- 6- Qual o elemento químico usado nas lâmpadas fluorescentes para transformar a luz ultravioleta em luz visível?

### **Texto: E o átomo disse: Faça-se a luz!**

- 3 - Qual o nome do movimento que o elétron realiza ao receber uma quantidade de energia de uma fonte externa?
- 4 – Qual o nome do tipo de energia luminosa emitida quando o elétron volta para o seu estado de origem (estado fundamental)?
- 5- Qual o processo que acontece com o gás quando ele é aquecido a elevadas temperaturas e é transformado em plasma?
- 7- Qual o processo responsável pela geração de energia nas estrelas.

### **Vídeo: Tocha de plasma**

- 8- Qual a ferramenta que utiliza plasma para cortar chapas de metal?
- 9- Qual a polaridade do eletrodo que fica dentro da tocha?
- 10 - Qual o nome dado ao “mini raio” que surge entre o eletrodo e os lados do canal da tocha. Arco elétrico

**Texto: Transformando o lixo em gás**

**11** – Qual a material é produzido, na terceira etapa, da usina atômica com a junção do vidro e das cadeias carbônicas que não foram quebradas?

**12** – Qual elemento químico é separado, na quarta etapa, após a filtragem dos gases sequestrados durante o processo na usina atômica?

**13** – Qual a finalidade dada ao gás de síntese após o processo de gaseificação por plasma?

**14** – Qual o método convencional utilizado no processamento do lixo que não é utilizado no processo de gaseificação por plasma?

**Gabarito**

1. Plasma
2. Anodo
3. Salto Quântico
4. Fóton
5. Ionização
6. Fósforo
7. Fusão Nuclear
8. Tocha
9. Negativo
10. Arco Elétrico
11. Asfalto
12. Hidrogênio
13. Combustível
14. Incineração

APLICAÇÕES DO PLASMA

GRUPO:

--

A crossword puzzle grid with 14 numbered starting points for words. The grid is composed of white squares for letters and empty spaces. The numbers are placed at the beginning of the words:

- 1: 3 squares, horizontal
- 2: 4 squares, vertical
- 3: 3 squares, horizontal
- 4: 5 squares, horizontal
- 5: 6 squares, horizontal
- 6: 4 squares, horizontal
- 7: 10 squares, horizontal
- 8: 3 squares, horizontal
- 9: 5 squares, vertical
- 10: 10 squares, horizontal
- 11: 6 squares, vertical
- 12: 5 squares, horizontal
- 13: 10 squares, horizontal
- 14: 10 squares, horizontal