

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

  
Fundação Universidade do  
Rio Grande

  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Indo além das três fases da matéria:  
uma sequência didática

(ROTEIRO DE ESTUDOS)

Claudio de Werk Schroeder

Rio Grande  
Janeiro de 2016

## Sumário

1. Introdução.....	3
2. As três fases conhecidas.....	4
2.1. QUESTIONAMENTO 01.....	4
2.2. EXPERIMENTO 01 .....	5
2.3. QUESTIONAMENTO 02.....	5
2.4. TEXTO 01: “Os estados físicos da matéria?” .....	6
3. O estado de plasma .....	8
3.1. QUESTIONAMENTO 03.....	8
3.2. QUESTIONAMENTO 04.....	10
3.3. TEXTO 02: “O estado de plasma”. .....	11
4. O condensado de bose-einstein .....	13
4.1. QUESTIONAMENTO 05.....	13
4.2. TEXTO 03, “O ‘quinto estado’”.....	14
5. Verificação das aprendizagens.....	15

# Indo além das três fases da matéria: uma sequência didática

Claudio de Werk Schroeder

## 1. Introdução

Este é o roteiro de uma sequência didática sobre os estados da matéria que normalmente não são disponibilizados aos estudantes do Ensino Médio.

A sequência ora sugerida deve ser trabalhada em grupos de estudantes para que haja a possibilidade deles se expressarem o mais naturalmente possível, e isto é mais facilmente conseguido quando eles conversam entre si.

A sequência didática está organizada em quatro unidades, que devem ser aplicadas em sequência e cujos temas são:

- As três fases conhecidas;
- O estado de plasma;
- O condensado de bose-einstein;
- Verificação das aprendizagens.

É necessário que o professor realize uma discussão com os estudantes em cada etapa do processo. Desta forma o estudante terá suas dúvidas sanadas e se preparar para a próxima etapa.

### Roteiro

- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 01, reconhecendo as fases da matéria;
- ✓ Realizar o EXPERIMENTO 01, mudança de estado da água;
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 02, representar os estados conhecidos;
- ✓ Apresentar o TEXTO 01, "Os estados físicos da matéria?";
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 03, usando um apresentador de slides;
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 04, responder um questionamento;
- ✓ Apresentar o TEXTO 02, "O estado de plasma";
- ✓ Realizar a QUESTIONAMENTO 05, responder um questionamento;

- ✓ Apresentar o TEXTO 03, “O ‘quinto estado’”;
- ✓ Realizar uma avaliação das aprendizagens.

## 2. As três fases conhecidas

### 2.1. QUESTIONAMENTO 01

A primeira etapa é constituída da aplicação de um pré-teste, onde o objetivo é

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 01 – FÍSICA – 2014**

Associa para cada situação a melhor opção dada a seguir:  
**SÓLIDO - LÍQUIDO - GASOSO**

	forma e volume constantes		água da torneira
	vapor de perfume		gasolina na temperatura ambiente
	pedaço de madeira		barra de ferro
	forma variável e volume constante		forma e volume variáveis
	oxigênio do ar		

**Figura 1 - Ficha do QUESTIONAMENTO 1.**

relembrar ao estudante as três fases básicas da matéria (sólido, líquido e gasoso), que são normalmente apresentadas durante os anos de escolarização.

Aplicar a cada grupo uma ficha contendo “palavras chaves” relacionadas ao conteúdo ora em discussão, de modo a fomentar uma discussão em torno do tema. Na ficha estão representadas

situações conceituais e encontradas no dia-a-dia, para que o estudante perceba que a forma de representar um estado físico não é única.

Esta atividade tem a intenção de levar o estudante a olhar para as fases da matéria de uma forma mais incisiva, ou seja, faz-lo olhar para as fases da matéria com um olhar de descrença do até então tido como certo.

Após a realização desta atividade, assim como as demais, o professor deverá realizar com os estudantes uma discussão das suas respostas e motivos destas escolhas.

## 2.2. EXPERIMENTO 01

A segunda etapa constituiu-se basicamente da realização de um experimento “EXPERIMENTO 01”, que é a mudança de estado da água, de gelo a vapor. Após a realização do experimento, devemos realizar um debate sobre o que foi observado durante a execução do experimento. Sendo que o objetivo é testar e comparar a necessidade de energia para que aconteça a passagem da água do estado físico sólido até o estado físico gasoso.

Ao realizar o experimento demonstrativo para os estudantes, utilizam-se cubos de gelo os quais são aquecidos em um béquer com o auxílio de um bico de Bunsen. Durante o experimento deve ser medida a temperatura da água na passagem dos estados físicos, para que os estudantes possam estabelecer uma conexão entre as fases da matéria e o comportamento da temperatura durante o processo.

É interessante solicitar aos estudantes a construção do gráfico ‘temperatura versus tempo’. Desta forma poderemos ter mais um material de análise.

Após o experimento e discussão do mesmo, deve ser entregue para cada grupo uma ficha na qual os alunos têm que representar, por meio de desenhos, as moléculas de água nos três estados físicos e responder a um questionamento sobre a energia de vibração das moléculas que compõe o corpo.

## 2.3. QUESTIONAMENTO 02

A atividade ora apresentada tem por objetivo permitir ao estudante expressar sua concepção em torno do conceito de temperatura e sua relação com o estado de agitação das moléculas (e/ou partículas) que constituem o corpo.

Para sua realização os estudantes irão preencher a ficha representada na fig. 2, mostrando através de um desenho a concepção do grupo sobre a constituição dos estados físicos da água. Além desta atividade também serão questionados sobre o estado de agitação dos componentes que constituem a matéria.

É desejável realizar a atividade em grupos para que na interação os estudantes

alterem seus conceitos e/ou conhecimentos no compartilhar por seus pares nesta interação, desta forma percebendo que o conhecimento não está centrado na figura do mestre que tudo sabe.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 02 – FÍSICA – 2014**

Usando o símbolo “○” para a molécula de água, represente a água pura nos estados sólido, líquido e gasoso:

SOLIDO

LÍQUIDO

GASOSO

Em relação à atividade anterior, há movimento das moléculas da água nos três estados físicos?

Há diferença entre eles em relação a isso?

**Figura 2 - Ficha do QUESTIONAMENTO2.**

#### 2.4. TEXTO 01: “Os estados físicos da matéria?”

Após realizarem a atividade anterior, e termos discutirmos o exercício realizado, entregamos o primeiro texto. O objetivo desta etapa é fomentar no estudante a possibilidade de constituir a base do estudo e iniciar o desenvolvimento da sequência didática, possibilitando não só a revisão de alguns conceitos vistos anteriormente como a introdução, mesmo que superficial, de novos conceitos.

A seguir, apresentamos o texto utilizado nesta sequência didática, não significando que este, ou qualquer um dos textos por nós utilizados, sejam definitivos. Acreditamos que estes textos devam ser produzidos por cada professor para atender suas necessidades, visto que cada turma/escola possui suas peculiaridades e elas devem ser satisfeitas.

## Os estados físicos da matéria?

Claudio de Werk Schroeder

Sabemos que todas as substâncias do universo conhecido são formadas por moléculas, e estas são aglomerados de átomos. Cada substância tem uma estrutura atômica distinta feita de combinações particulares de prótons, elétrons e nêutrons. Uma simples gota de água possui milhões e milhões de moléculas de água. Desta forma, uma pequena amostra de uma substância pode ser entendida como um amontoado de moléculas.

Na natureza, as substâncias podem ser encontradas em diferentes fases, as quais são denominadas de fase sólida, fase líquida e fase gasosa. Os fatores que determinam o estado físico em que as substâncias se encontram são a temperatura e a pressão. Ou seja, para cada estado físico os materiais possuem temperatura e pressão diferente. Por exemplo, o ferro em condições ambientes apresenta-se no estado físico sólido, mas se elevarmos a sua temperatura passará à fase líquida. O mesmo acontece com a água, em condições ambientes, se encontra no estado físico líquida, contudo, se abaixarmos sua temperatura, passará para o estado físico sólida.

### Sólido

A matéria no estado físico sólido é feita de átomos e moléculas que estão fortemente ligadas por forças moleculares. Os átomos dentro do sólido vibram com movimento pequeno e rápido, e geralmente difícil de detectar. Este estado físico é aquele em que as partículas que formam a matéria estão mais organizadas (tem forma e volume próprio) e possui menor energia

cinética. Por isso, quando queremos que a matéria passe do estado físico sólido para o estado físico líquido, vapor ou gasosa temos que aumentar sua temperatura (aumentar a agitação térmica, e consequentemente a energia cinética das partículas) e absorver energia (processo endotérmico).

A matéria sólida é cristalina, e os átomos no estado sólido (cristalino) tendem a estar empacotados firmemente e seguros por laços atômicos, exemplos são o quartzo e o sal de cozinha. Os materiais não cristalinos são chamados de amorfos (sem forma) podendo existir ou em dois estados: líquidos e gases.

### Líquido

O estado físico líquido é aquele que a matéria possui forma variável e volume próprio (1L de água é sempre um litro de água nas mesmas condições de pressão e temperatura, mas a forma que esse volume de água irá adquirir depende da forma do recipiente em que for colocado). No estado físico líquido a forma e posição relativa das partículas não se mantêm. Nesse estado físico as partículas da matéria possuem um grau de organização menor que o observado no estado físico sólido e maior que o verificado no estado físico vapor ou gasosa. Já a energia cinética das partículas no estado físico líquida é maior que a observada no estado físico sólido e menor que a observada no estado físico vapor ou gasosa. No estado físico líquida, as partículas que constituem a substância não estão unidas fortemente, deslizando-se

umas sobre as outras, o que possibilita ao líquido tomar a forma do recipiente que as contém. Porém, essas mesmas forças (de atração), são suficientemente fortes para que não ocorra variação no volume.

### Gás

No estado físico gasoso o corpo mantém apenas a quantidade de matéria, podendo variar amplamente a forma e o volume. As substâncias apresentam densidade menor que a dos sólidos e líquidos, e são comprimidas com bastante facilidade. Se confinadas em um recipiente, essa será a sua forma. Caso contrário, o gás se espalhará indefinidamente até que encontre algum tipo de resistência. Quando queremos que a matéria passe do estado físico gasosa para o estado físico líquida ou sólida, temos que diminuir sua temperatura (diminuir a agitação térmica e consequentemente a energia cinética das partículas) e liberar energia (processo exotérmico). Água líquida aquecida acima de 100°C se transforma em gás. Outros exemplos de gases são nitrogênio, oxigênio e hélio (usado para encher balões).

### Mudando de fase

Quando deixamos um pedaço de gelo derreter, transformamos água sólida em água líquida. Como não houve nenhuma modificação na substância (que continua sendo água), a transformação é física.

Se um corpo receber energia (calor), pode haver mudança de fase. Ao aquecemos uma substância estamos aumentando a energia cinética de suas moléculas, fazendo com que elas

fiquem mais agitadas. Pense no seguinte exemplo: um grupo de vinte pessoas é colocado em pé em um canto de uma sala. Se as pessoas estiverem paradas ou se movimentando muito discretamente, é perfeitamente possível deixá-las próximas, ocupando pouco espaço. Imagine agora que comece a tocar uma música e as pessoas comecem a dançar. Inevitavelmente elas começarão a se chocar e, naturalmente, começarão a ocupar mais espaço e aumentar a distância entre elas.

Com as moléculas, o efeito será o mesmo. Com o aumento da agitação, causado pelo aumento da energia cinética (aquecimento), elas começam a se chocar e a se distanciar mais umas das outras. Quando essa distância atingir um ponto crítico, a substância, antes sólida, torna-se líquida, pelo simples

fato de sua distância intermolecular ter aumentado. Perceba que se continuar a aumentar a energia cinética, as moléculas ficarão mais e mais agitadas ocupando cada vez mais espaço e distanciando-se cada vez mais uma das outras, o que explica porque um líquido torna-se um gás.

#### Referencia

ABBOTT, Mark. Quais são os estados da matéria? Trad. Gabriela Vilas Boas Ornelas. Disponível em <[http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info\\_264333/](http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info_264333/)>. Acesso em 02/09/2014.

LITTON JR. Propriedades físicas e químicas da matéria. 2011. Disponível em <[http://quipibid.blogspot.com.br/2011/04/propriedades-fisicas-e-quimicas-](http://quipibid.blogspot.com.br/2011/04/propriedades-fisicas-e-quimicas-da.html)

[da.html](http://quipibid.blogspot.com.br/2011/04/propriedades-fisicas-e-quimicas-da.html)>. Acesso em 20/08/2014.

<http://apoioe.blogspot.com.br/2012/03/fases-de-agregacao-da-materia.html>. Acesso em 23/08/2014

<http://deciodossi2014.blogspot.com.br/p/propriedades-da-materia.html>. Acesso em 24/08/2014

<http://recrutadasfisica.blogspot.com.br/2007/10/fases-da-materia.html>. Acesso em 27/08/2014

RENDELUCCI, Fábio. Estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso. 29/04/2014. Disponível em <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/estados-fisicos-da-materia-solido-liquido-e-gasoso.htm>>. Acesso em 15/08/2014.

### 3. O estado de plasma

#### 3.1. QUESTIONAMENTO 03

Na etapa seguinte, é proposta a QUESTIONAMENTO 03, conforme representada na figura 3, composta pela apresentação aos estudantes de imagens para eles classificarem em qual estado de agregação a imagem se refere.

As imagens apresentadas remetem a situações onde a matéria se encontra nos estados sólido, líquido, gasoso e plasmático. O estudante nesta atividade irá entrar em contato com um conhecimento ainda indisponível para a grande maioria, que o fará entrar em conflito com suas certezas, estabelecidas ao longo dos anos de escolarização.

Utilizando um apresentador de slides (data show), apresentar aos estudantes imagens que caracterizem os estados físicos sólido, líquido, gasoso e plasma. Os estudantes deverão decidir qual estado está representado no slide.

A ficha da atividade, figura 3, neste momento não será entregue ao grupo, mas para cada estudante individualmente. Esta ficha deve ter as imagens disponíveis para o estudante, na hora do preenchimento ter uma referência do que foi apresentado pelo apresentador de slides.










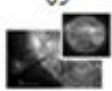

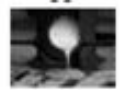




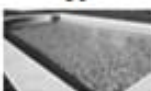


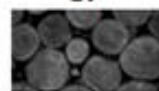
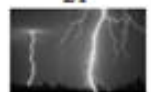




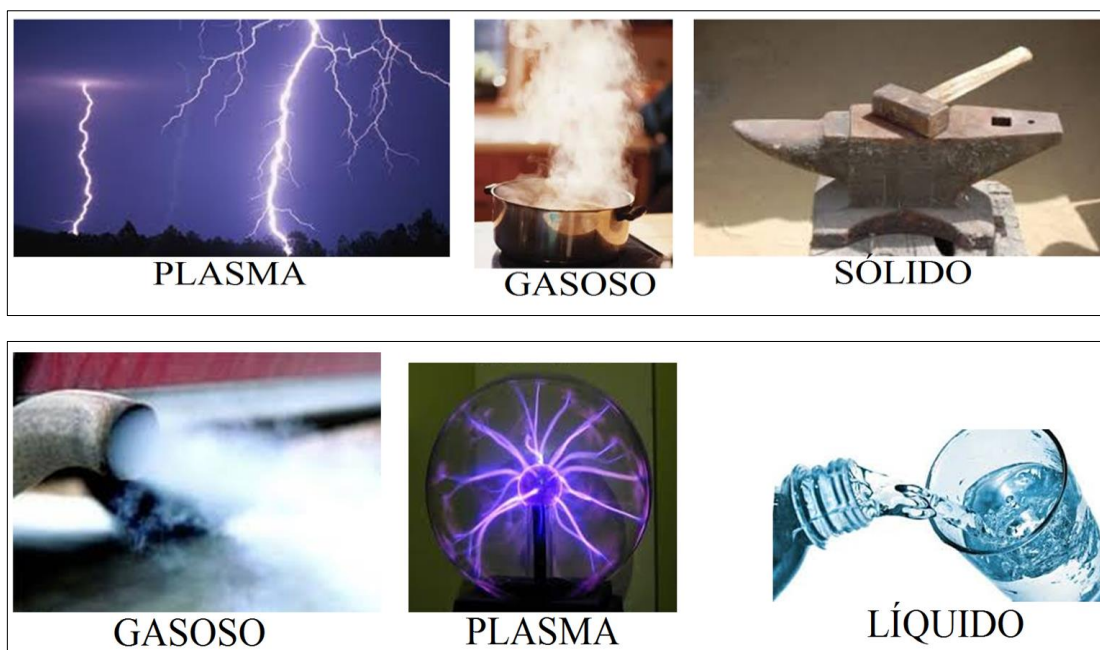
ESCOLA:				
NOME		N°		TURMA
QUESTIONAMENTO 03 – FÍSICA – 2014				
Caracteriza cada imagem como esta do fisico que ela representa:				
01 	02 	03 	04 	05 
06 	07 	08 	09 	10 
11 	12 	13 	14 	15 
16 	17 	18 	19 	20 
21 	22 	23 	24 	25 

Figura 3 - Ficha do QUESTIONAMENTO 3.

Na sequência, na figura 5, estão reproduzidas algumas das imagens utilizadas durante a realização da atividade, e conforme dito elas estão na ficha do estudante, mostrada anteriormente.



**Figura 5 - Algumas imagens utilizadas no QUESTIONAMENTO 3.**

### 3.2. QUESTIONAMENTO 04

Após a apresentação e discussão da atividade com as imagens, é proposto aos estudantes responderem ao questionamento disponível no QUESTIONAMENTO 04, mostrado a seguir, na figura 6.

Esta atividade tem o objetivo de fazer o estudante, novamente entrar em conflito com seus saberes anteriores, que eram considerados absolutos. O trabalho em grupo, mais uma vez, proporciona ao estudante confrontar suas concepções com as do colega. Novamente, por estar em um grupo de igual nível de conhecimento, o estudante se expõe mais do que não faria normalmente na presença do professor, pois acredita que este saiba mais do que ele.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 04 – FÍSICA – 2014**

1) Sólido, líquido e gasoso são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?

2) Por quê?

3) Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em três estados distintos?

**Figura 6 - Ficha do QUESTIONAMENTO 04.**

Para os estudantes avançarem em seus estudos, é disponibilizado um texto sobre o estado de plasma, a seguir.

### 3.3. TEXTO 02: “O estado de plasma”.

#### O estado de plasma

Claudio de Werk Schroeder

##### O QUE É O PLASMA?

A palavra Plasma pode ter vários significados: é um estado da matéria; é a parte líquida do sangue; é uma va-

riedade criptocristalina de quartzo; é o álbum de estreia da banda Blasted Mechanism; é a tecnologia de painéis (TV) de plasma.

Na física, chamamos de plasma o quarto e mais abundante estado da matéria. Costuma-se pensar, normalmente, em três estados da matéria, sendo eles: o sólido, líquido e gasoso. Considerando a substância mais conhecida, a água

existe em três estados físicos: sólido (gelo), líquido (água) e gasoso (vapor d'água). A diferença básica entre estes três estados é o nível de energia em que eles se encontram. Se adicionarmos energia sob forma de calor ao gelo, este se transformará em água, que sendo submetida a mais calor, vaporizará. Porém, se adicionarmos mais energia ao vapor, algumas de suas propriedades são modificadas substancialmente, tais como a temperatura e características elétricas. Este processo é chamado de ionização, ou seja, a criação de elétrons livres e íons entre os átomos do gás. Quando isto acontece, o gás transforma-se em plasma.

O plasma é encontrado em temperaturas extremamente altas, como a do sol ou a criada

durante a reentrada de uma nave espacial na atmosfera terrestre. O estado de plasma de uma substância é mais abundante a temperaturas bem elevadas, no entanto também pode surgir a temperaturas relativamente baixas em dependência da composição, estrutura a grau de rarefação do gás.

Estima-se que 99% de toda matéria conhecida esteja no estado de plasma, o que faz deste o estado da matéria mais abundante do Universo.

No plasma, os prótons, nêutrons e elétrons flutuam livremente, em contraste com sólidos e líquidos.

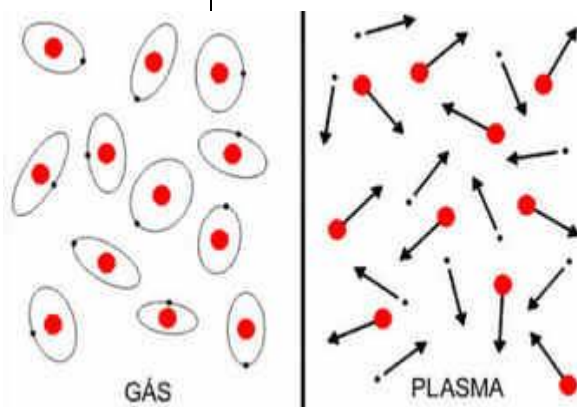
A chama de uma vela, a luminescência da lâmpada de luz fria, o arco elétrico, a descarga elétrica, o jato de fogo que sai da tubagem do motor de reação ou do foguete, o rastro que deixa o relâmpago, são alguns dos fenômenos deste

quarto estado da matéria.

#### DESCOBERTA E APLICAÇÕES

O primeiro cientista a iniciar as pesquisas efetivas sobre plasma foi Michael Faraday, em 1830, que começou a realizar estudos sobre descargas elétricas na atmosfera e seus efeitos nas reações químicas induzidas. Durante suas pesquisas observou estruturas gasosas luminosas, que indicavam um novo estado da matéria.

Com a descoberta do elétron e o aperfeiçoamento dos tubos de descarga a vácuo, estudos com gases à baixa pressão,



realizados por Langmuir e Crookes, permitiram a elaboração dos primeiros modelos teóricos para ionização, recombinação, difusão, colisões elétron-íon e a formação de íons negativos.

O termo plasma foi utilizado algum tempo depois (1920), por Irving Langmuir e H. Mott-Smith, para designar gases ionizados. Como plasma se refere à matéria moldável, os cientistas provavelmente se referiram à propriedade que o plasma tem de reagir a campos eletromagnéticos, podendo ter sua trajetória modificada, como se fosse um "fio de luz".

#### Histórico das aplicações do plasma:

Em 1929, estudos com sondas eletrostáticas, no diagnóstico de plasmas em descargas a baixa pressão, foram precursores dos tubos de descarga com mercúrio gasoso para iluminação - as futuras lâmpadas

fluorescentes.

A partir da década de 1930, o plasma foi examinado pela ciência e seus fundamentos teóricos foram edificados.

Após a II Guerra Mundial, o interesse na obtenção de novas fontes de energia relevou a importância do plasma no processo de fusão nuclear.

Em 1961, surgiu o primeiro conceito bem-sucedido de confinamento magnético de plasmas. Pouco tempo depois, a União Soviética construiu a primeira máquina capaz de confinar o plasma e obter energia oriunda de fusão nuclear, batizado de Tokamak. O Tokamak é pesquisado até hoje e acredita-se ser, teoricamente, o melhor candidato à nova fonte de energia desse século.

Em 1970, foram instauradas as primeiras tecnologias de pesquisa em plasmas, como exemplos, as lâmpadas especiais, arcs de plasma para solda e corte, chaves de alta tensão, implantação de íons, propulsão espacial, laser a plasma e reações químicas com plasmas reativos. Deixava de ser apenas teórico e passava a ter utilidade prática.

Em 1994, vem ao público o uso do plasma em terminais de vídeo plano, em Osaka, no Japão. Era a ideia motriz das TVs de plasma.

Em 1999, verificou-se que a utilização de filtros a plasma eliminava 90% de gases poluentes de veículos automotores.

Em 2000, ocorreu com sucesso a utilização de propulsores iônicos para propulsão primária com xenônio na aeronave Deep Space I.

#### REFERENCIA

ABBOTT, Mark. Quais são os estados da matéria? Trad. Gabriela Vilas Boas Ornelas. Disponível em <[http://www.eshow.com.br/quais-fases-materia-info\\_264333/](http://www.eshow.com.br/quais-fases-materia-info_264333/)>. Acesso em 2/9/2014.

PORTO, Graça. Estados físicos da matéria. A graça da química. Disponível em: <<http://www.agracadaquimica.com.br/index.php?&ds=1&acao=quimica/ms2>

&i=23&id=309>. Acesso em 30/8/2014.  
MARTINS, Luciano Camargo. O que é plasma?. Mundo Físico on line, V. 5 - Maio/2004. Disponível em

<<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=102&idSubSecao=&idTexto=78>>. Acesso em 2/9/2014.

#### 4. O condensado de bose-einstein

##### 4.1. QUESTIONAMENTO 05

Após a leitura e discussão do texto do plasma, os estudantes responderão ao QUESTIONAMENTO 05, disponíveis na Figura 8.

ESCOLA:		TURMA:
NOME	Nº	

**QUESTIONAMENTO 05 – FÍSICA – 2014**

1) Sólido, líquido gasoso e plasma, na opinião do grupo, são os únicos estados da matéria no Universo?	4) Qual o estado da matéria é considerado mais energético?
2) Na concepção do grupo, o que caracteriza, fisicamente, de forma fundamental esta separação em quatro estados distintos?	5) Existem estados mais energéticos?
3) Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado o grupo classificaria que eles se encontram e se possível por quê?	6) Qual o estado da matéria menos energético?

Figura 8 - Ficha do QUESTIONAMENTO 5.

Neste ponto, observamos que os estudantes já transpuseram a barreira das três fases conhecidas passando para outro patamar de conhecimento. Este novo patamar não tem a intenção de esgotar a busca pelo conhecimento sobre o estado de plasma, mas possibilitar aos estudantes saber de sua existência, e de suas características mais gerais.

#### 4.2. TEXTO 03, “O ‘quinto estado’”.

Chegamos enfim ao quinto estado, o que caracteriza o final do estudo proposto.

O texto apresentado a seguir tem a intenção de levar o estudante a outro nível de percepção do mundo das ciências e conseqüentemente do seu mundo de vivência.

### O "Quinto estado"

Claudio de Werk Schroeder

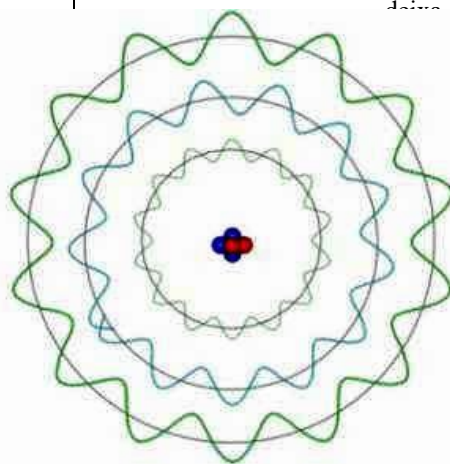
Até então, conheciam-se apenas quatro estados: sólido, líquido, gasoso e plasma. Todos se ligam ao movimento de átomos e de moléculas. Essa movimentação define também a temperatura. Quanto mais eles se mexem, mais alta ela é; quanto menos se movimentam, mais baixa ela fica.

Em 1924, Satyer Nath Bose e Albert Einstein previram o quinto estado da matéria. Em 1995, físicos da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, concentraram e congelaram um conjunto de 2 mil átomos de rubídio a uma temperatura de apenas 0,000170 K (170 milionésimos acima do zero absoluto ou -272,99983 °C). Com isso, pela primeira vez, construíram o Condensado de Bose-Einstein, uma minúscula porção de matéria cujas partículas se comportam de maneira extremamente organizada, vibrando com a mesma energia e a mesma direção, como se constituíssem um único superátomo.

Essa condensação se refere ao colapso dos átomos em um único estado que é essencialmente oposto a como eles se

comportam no plasma. A condensação de Bose-Einstein ocorre apenas em temperaturas extremamente baixas, próximas ao zero absoluto.

Quando um gás é resfriado a temperaturas muito baixas, é possível atingir um regime onde seu comportamento



de ser clássico e a visão tradicional que temos de um gás como sendo constituído de partículas animadas de um movimento desordenado não mais se sustenta.

No seu íntimo micro-mundo, a matéria tem um comportamento distinto daquele que nosso cotidiano nos permite inferir. Quando descemos a dimensões tão pequenas quanto o

tamanho do átomo, a matéria tem o chamado comportamento quântico, onde ondas são as entidades que melhor descrevem a matéria ao invés de corpúsculos de massa.



No ano de 1926, o físico alemão Werner Heisenberg explicou, utilizando os conceitos da Mecânica Quântica, que não se pode determinar simultaneamente, com absoluta exatidão, a velocidade e a posição de um elétron num átomo. Tal teoria ficou conhecida como Princípio da Incerteza.

A partir dessa teoria, entendeu-se que seria mais apropriado que existam regiões ao redor do núcleo do átomo, nas quais a probabilidade de se encontrar um elétron é máxima, regiões estas que recebem o nome de orbital.

Assim, o movimento do elétron ao redor do núcleo atômico foi descrito pela primeira vez, em 1927, pelo físico teórico austríaco Erwin Schrödinger, por intermédio de equações matemáticas que relacionam a natureza da partícula, a carga, a energia, e a massa do elétron, propondo o Modelo Atômico de Schrödinger.

De acordo com esse

novo modelo atômico, o elétron é uma partícula-onda que se movimenta no espaço, mas estará com maior probabilidade no interior de uma esfera concêntrica ao núcleo (orbital). Devido à sua velocidade, o elétron permanece dentro do orbital, assemelhando-se a uma nuvem eletrônica.

<p><b>ESTADO DE PLASMA</b></p> 
<p>As temperaturas altíssimas, da ordem de 10.000 °C, os átomos possuem carga elétrica. Movem-se caoticamente, espalhando-se para todas as direções, com 15.000 km/h. É o estado da matéria das estrelas.</p>
<p><b>ESTADO GASOSO</b></p> 
<p>Abaixo de 1.000 °C, as partículas começam a frear e a neutralizar suas cargas elétricas.</p>

tricas. Num gás à temperatura ambiente, os átomos viajam com velocidade média de 1,500 km/h, também em qualquer direção.

**ESTADO LIQUIDOS**



A temperatura ambiente, os átomos da maior parte das substâncias viajam ainda desordenadamente. Percorre todo o volume que lhe é dado. A velocidade média das moléculas é bem menor que 90 km/h.

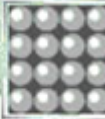
**ESTADO SÓLIDO**



Quando a temperatura cai mais, os átomos se unem firmemente. Mas ainda dançam. Na água, a 0 °C, os átomos andam com a mesma velocidade de 90 km/h, mas já não caminha por todo o volume. Apenas vibram em torno de um ponto.

**QUINTO ESTADO**

**NÃO EXISTE NA NATUREZA**



No condensado Bose-Einstein, os átomos estão a uma temperatura muito próxima do zero absoluto (-273 °C). As partículas vibram como um corpo único, numa velocidade tão baixa que é impossível medi-la em laboratório.

**REFERENCIA**

- ABBOTT, Mark. Quais são os estados da matéria? Trad. Gabriela Vilas Boas Ornelas. Disponível em <[http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info\\_264333/](http://www.ehow.com.br/quais-fases-materia-info_264333/)>. Acesso em 02/09/2014.
- BAGNATO, Vanderlei Salvador. A Condensação de Bose-Einstein. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 19, no. 1, março, 1997.
- CARDOSO, Mayara Lopes. Modelo atômico de Schrödinger. InfoEscola: Química. Disponível em: <<http://.infoescola.com/quimica/modelo-atomico-de-schrodinger/>>. Acesso em: 02 set 2014.

## 5. Verificação das aprendizagens.

Realizar uma avaliação das aprendizagens.

Os estados físicos da matéria caracterizam-se pelo grau de organização de suas moléculas. Com base neste conhecimento, complete as frases seguintes (riscando a palavras entre colchetes errada) de modo a lermos as afirmações verdadeiras.

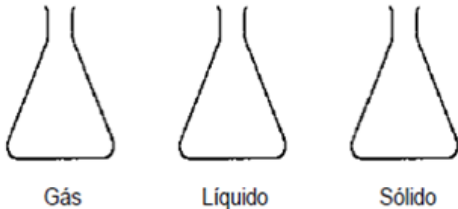
- 1) A agitação das moléculas é [maior] [menor] nos líquidos do que nos gases.
- 2) Num gás, as moléculas movem-se com [grande] [pequena] liberdade.
- 3) Nos líquidos a liberdade de movimento das moléculas é [maior] [menor] do que nos gases.
- 4) Nos sólidos a organização molecular é [grande] [pequena].
- 5) O estado de plasma possui um estado energético [maior] [menor] que o estado sólido.
- 6) No condensado de bose-einstein a agitação interna é [menor] [maior] que nos sólidos.

Indique o estado físico que é sugerido por cada um dos seguintes esquemas:



7) Est. físico:	8) Est. físico:	9) Est. físico:

- 10) Representa, por meio de modelos de partículas, os estados gasoso, líquido e sólido para o ferro dentro de um frasco.



- 11) Representa as interações entre moléculas de água no estado sólido (menor densidade) e no estado líquido (maior densidade). Considere um mesmo número de moléculas em cada representação. Não esquecer da dilatação anômala da água entre 0°C e 4°C.

<u>sólido</u>	<u>líquido</u>

Cada estado físico de agregação da matéria é caracterizado por determinado grau de organização das partículas que a constituem, relacionado principalmente à energia cinética que elas possuem. A esse respeito, julgue os itens a seguir, marcando a alternativa que consideras correta Verdadeiro ou Falso.

- 12) [V][F] No estado físico sólido as partículas da matéria possuem grau de organização alto e energia cinética baixa.
- 13) [V][F] A energia cinética das partículas da matéria aumenta conforme passamos do estado físico sólido para o estado físico líquido e, em seguida, para o estado físico gasoso.
- 14) [V][F] A temperatura é diretamente proporcional à energia cinética das partículas da matéria.
- 15) [V][F] No estado físico gasoso as partículas da matéria possuem grau de organização baixo e energia cinética baixa.

Responde

- 16) Sólido, líquido, gasoso, plasma e condensado de Bose-Einstein são definitivamente os únicos estados da matéria no universo?

- 17) Por quê?

- 18) Na tua concepção, o quê afirmarias que fisicamente caracteriza de forma fundamental a separação em 5 estados distintos?

- 19) Uma chama de uma vela queimando, a matéria que constitui o nosso Sol e também as estrelas no céu, em que estado você classificaria que eles se encontram e se possível por quê?

- 20) Qual é o estado de matéria mais freqüente no universo e qual o menos encontrado?

- 21) Qual o estado da matéria considerado mais energético?

- 22) Existem estados mais energéticos?

Nome:

Número:

Turma:

Figura 9 - Instrumento de avaliação aplicado aos estudantes individualmente.