



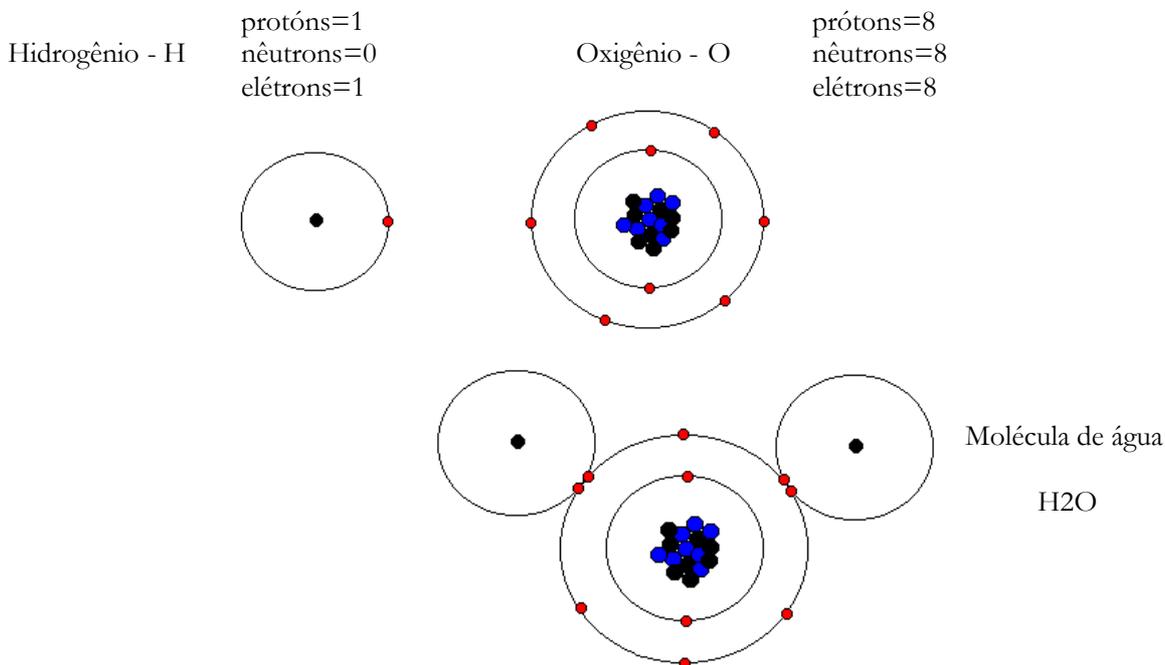
Conhecendo um pouco mais sobre a Água ¹

A água é uma das substâncias mais abundantes da Terra, e também no interior dos seres vivos. Ela é formada por moléculas de dois tipos de átomos (oxigênio e hidrogênio), que ao se ligarem determinam inúmeras particularidades, que conferem à água propriedades singulares.

Vamos analisar essa ligação e suas conseqüências mais detalhadamente.

Para formar a molécula da água (H₂O), devem se unir dois átomos de hidrogênio com um de oxigênio. Isto acontece através de um tipo de ligação chamada covalente ou molecular, onde os elétrons da última camada eletrônica dos átomos envolvidos são compartilhados entre si, para que adquiram a estabilidade. Ser estável significa ter o último nível de energia completo: com 2 elétrons, se ele for do primeiro nível (K) ou com 8 elétrons, se o átomo possuir mais de uma camada, segundo a Regra do Octeto.

Observe os esquemas dos átomos separadamente, e da molécula de água:



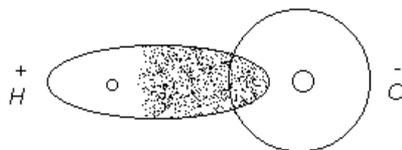
Aqui representamos cada elétron como uma partícula individual, entretanto, de acordo com a mecânica quântica (que descreve o comportamento de entidades muito pequenas, como as partículas dos átomos), não há como predizermos exatamente onde um elétron está num determinado tempo. Assim, podemos nos referir a uma “nuvem eletrônica”, que corresponde ao caráter probabilístico dos orbitais.

Compartilhando elétrons, hidrogênio e oxigênio conseguem se estabilizar, completando a camada K com 2 elétrons (H) e a L com 8 elétrons (O).

Os elétrons compartilhados passam a girar nos dois átomos, formando a molécula.

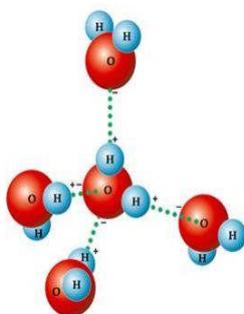
O átomo de oxigênio da molécula, por ter mais prótons em seu núcleo (8 prótons, que possuem carga elétrica positiva) irá atrair mais fortemente os elétrons (de carga elétrica negativa) partilhados pelo hidrogênio, formando-se, assim, dois pólos negativos próximos ao oxigênio. Os átomos de hidrogênio da molécula, por terem menos prótons em seu núcleo (1 próton) irão atrair menos fortemente os elétrons partilhados com o oxigênio, formando-se, assim, dois pólos positivos próximos a cada átomo de hidrogênio. Imaginemos a polaridade como um gradiente de distribuição de carga, e não apenas como pólos pontuais.

¹ Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia



(Nuvem de elétrons do H fortemente atraída pelo núcleo do elemento eletronegativo O)

Analisando a molécula da água percebemos então, a presença de quatro pólos, 2 positivos e 2 negativos. A partir desse fenômeno, a molécula da água poderá se ligar a outras quatro moléculas, onde os pólos positivos de uma molécula são atraídos aos pólos negativos da molécula vizinha. Essas ligações são chamadas Pontes de Hidrogênio. As pontes de hidrogênio não ocorrem somente na água – ocorrem quando um átomo de hidrogênio é parcialmente compartilhado por dois átomos eletronegativos.



As pontes de hidrogênio estão presentes em todos os estados físicos da água. Essas pontes de hidrogênio características de moléculas polares, onde um dos pólos é o hidrogênio, aumentam as forças de atração intermolecular. No estado sólido, aumentam a força de atração entre todas as moléculas e dificultando a passagem ao estado líquido. Assim, quando na forma de gelo, cada molécula de água faz 4 pontes de hidrogênio, geralmente não se deslocando, apenas vibrando em suas posições. No estado líquido, as pontes de hidrogênio não são fixas, mas se revezam. As moléculas estão girando, umas sobre as outras, rompendo as pontes e encontrando novos grupos onde se ligar. No estado de vapor, as pontes se desfazem.

As pontes de hidrogênio fazem com que a água possua grande capacidade de absorver calor (alto calor específico), pois é preciso muita energia para que as pontes de hidrogênio se desfaçam. A quantidade de calor, para que ocorra uma mudança de estado da água, é bem maior que em outras substâncias, que não possuem essas pontes.

A polaridade da molécula da água responde por vários fenômenos observados. Analisemos suas conseqüências:

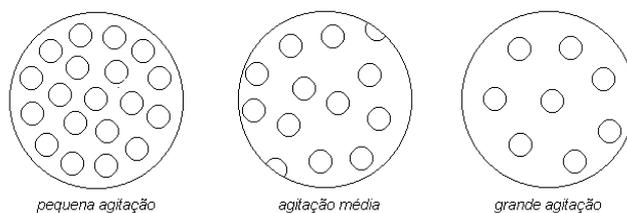
1 - Dissolução de Substâncias:

A água dissolve muitas substâncias e, por esse motivo, é chamada de “solvente universal”. Durante o processo de dissolução ocorrem interações entre o solvente (a água) e o soluto (a substância que será dissolvida), acompanhadas de “quebras” e formações de novas ligações, que dependem das forças intermoleculares que unem as partículas.

As substâncias conhecidas como iônicas (por exemplo, NaCl) quando colocadas na água sofrem degradação: a molécula da água penetra entre os íons, cancela suas atrações mútuas, separando-os. Esse fenômeno é conhecido por solvatação.

Já quando um cubo de açúcar, que é composto por moléculas orgânicas não iônicas, se dissolve na água, suas moléculas não se desfazem; elas estabelecem pontes de hidrogênio com moléculas de água e desfazem pontes de hidrogênio com as moléculas de açúcar, pontes estas que as estavam mantendo unidas.

As moléculas da água (e todas as outras também) estão em movimento constante de agitação, que indica que as moléculas possuem certa energia, a energia cinética. Essa “vibração” também é denominada agitação térmica. Quando aumentamos a temperatura da água, há, também, um aumento da freqüência e da energia dos choques, devido ao ganho de energia térmica. Assim, a dissolução ocorre de maneira mais rápida.



2 - A Flutuação do Gelo:

Esse fato parece não ter muita importância até pensarmos que se, ao se congelar, a água ficasse tão densa quanto outros materiais, apareceriam gelos eternos nos leitos dos mares, rios e lagos, em locais de invernos rigorosos, determinando o fim da vida nestes ecossistemas.

Para haver solidificação, a temperatura da água doce deve chegar a 0 graus Celsius. Deste modo, ocorre uma considerável diminuição na energia cinética das moléculas, que passam a formar anéis hexagonais, ligando-se por pontes de hidrogênio e aumentando seu volume.

Em função dessa arrumação, vamos observar uma substância (o gelo) menos densa, capaz de flutuar na água. No inverno, em lugares muito frios, surge sobre os mares, rios e lagos uma camada de gelo, que permanece por cima da água, conseqüentemente impedindo que a água de baixo congele totalmente (como um isolante térmico). Com isso, a vida aquática pode continuar embaixo do gelo.

O gelo derrete se for submetido ao seu ponto de fusão (0 graus Celsius nas CNTP). Durante a fusão, todo o calor é usado para aumentar a energia cinética das partículas, num trabalho que se opõe à força de atração. Sendo assim, a energia cinética das moléculas varia e, conseqüentemente, a temperatura permanece constante. Observe que enquanto, há gelo dentro de um copo, o termômetro marca 0 graus Celsius.

Terminada a fusão, a maioria das pontes de hidrogênio já não são mais fixas. Até atingir 4 graus Celsius, as moléculas ficam bem próximas umas das outras e a água tem, nesse intervalo (de 0 graus a 4 graus Celsius), sua densidade máxima.

A partir dos 4 graus Celsius o calor faz com que as moléculas se agitem e se expandam. A água fica mais leve, diminui sua densidade. Por esta razão, a água apresenta um comportamento anômalo: enquanto a maioria das substâncias diminuem seu volume, aumentando, portanto, sua densidade, à medida que a temperatura vai diminuindo, a água, como já foi exposto acima, apresenta sua densidade máxima a 4 graus Celsius. Assim, ela se expande quando congelada.

3 - A Capilaridade:

Quando colocamos água em um recipiente qualquer, as moléculas, além de se ligarem entre si, sofrem atração do material sólido que forma o recipiente, desde que ele contenha átomos de oxigênio. O oxigênio do recipiente atrai o hidrogênio da água e forma-se a ponte de hidrogênio.

Se o recipiente usado for um tubo fino, veremos que a água sobe níveis bem altos, tanto maiores quanto mais fino for o tubo.

Durante a subida da água, duas etapas acontecem:

- a) As moléculas das bordas são atraídas pelas moléculas do vidro e aderem à ele.
- b) As moléculas atraídas pelo vidro puxam suas vizinhas para cima. A água dentro do tubo atinge um novo nível, a primeira e a segunda etapa se repetem até que o empuxo da gravidade não possa ser mais sobrepujado.

Observe que, se dobrarmos o diâmetro do tubo usado, dobramos também a superfície de aderência, porém quadruplicamos a quantidade de água que será “arrastada”. A capilaridade é um dos fenômenos responsáveis pelo fluxo de substâncias nutritivas necessárias aos vegetais, bem como pelo trajeto do sangue em nosso corpo.

4 - Tensão Superficial:

Se você colocar paralelamente à superfície da água uma agulha ou uma lâmina de barbear, verá que estes objetos flutuarão, embora sejam mais pesados do que a água. Alguns insetos conseguem caminhar sobre a superfície da água, como se esta fosse uma película elástica. Dizemos, então, que a água apresenta tensão superficial, isto é, oferece resistência ao peso dos corpos, mantendo-os em sua superfície.

Para entendermos melhor este fenômeno, tomemos, por exemplo, uma bacia cheia de água. Nela, as moléculas se arrumam de acordo com sua polaridade, formando pontes de hidrogênio que se ligam e se desligam continuamente. Analisando duas moléculas, uma da superfície (1) e outra do meio do líquido (2), vemos que a moléculas 1 está rodeada e sofrendo atração mútua de um número menor do que a 2, já que não existem moléculas sobre ela.

A força que a molécula 1 usaria para atrair as moléculas de cima é distribuída igualmente com suas vizinhas do lado e debaixo, tornando, então, sua intensidade maior. A molécula 2; como está rodeada por outras moléculas, em todas as direções, divide sua força de atração entre todas as moléculas vizinhas, diminuindo, assim, sua intensidade.

Como conseqüência, temos as moléculas da superfície mais fortemente atraídas entre si do que as outras moléculas determinando maior resistência da superfície da água à qualquer força.

No caso da água, observamos que a tensão superficial é suficiente para agüentar objetos razoavelmente pesados, desde que estes sejam colocados sobre ela sem romper as fortes ligações entre as moléculas. Uma gota de água que pinga de uma torneira, ou o orvalho pingando de uma folha de planta, mantêm suas formas, mostrando a elasticidade da superfície da gota.

Seguem na próxima folha, 6 experimentos relacionados ao estudo anterior.

EXPERIMENTO N.º 001 ²

NOME: A Dissolução da Anilina na Água

DICAS : Cuidado extra com material em alta temperatura.
Para a água quente, pode ser utilizada uma garrafa térmica.
Dê preferência para anilinas de cores escuras. (azul, preto, vermelho)

MATERIAL NECESSÁRIO: 3 béqueres ou copos (de mesmo tamanho/formato);
Água à temperatura ambiente;
Água à alta temperatura (fervida);
Água à baixa temperatura (gelada);
Anilina líquida (corante alimentar).

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA: VIEIRA, C.O.F.; VIEIRA, N.B.P. & SILVA, W.M.V. Cadernos MEC Iniciação à Ciência vol. 1. RJ: Fename, 1973 (p.158). Adaptação.

TEMAS RELACIONADOS: Movimento das moléculas;
Propriedades da água;
Estados físicos da água;
Propriedades da matéria;
Difusão;
Movimento Browniano;
Aleatoriedade;
Termodinâmica;
Temperatura;
Energia;
Gravidade

PALAVRAS-CHAVE: água, difusão, temperatura, solvente, moléculas, energia

N.º EXPERIMENTOS RELACIONADOS: 002, 003, 004, 005, 006

INDICADO PARA: 6º e 9º anos (5ª e 8ª séries) do Ensino Fundamental, 1º ano do Ensino Médio

PERTENCE À OFICINA: Conhecendo um pouco mais sobre a água

² Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia

EXPERIMENTO N.º 001 ROTEIRO DO PROFESSOR

MATERIAL NECESSÁRIO: 3 béqueres ou copos (de mesmo tamanho/formato);
200mL de água à temperatura ambiente;
200mL de água à alta temperatura (fervida);
200mL de água à baixa temperatura (gelada);
3 frascos de anilina líquida (corante alimentar)

* Para as medidas de água, o importante é que sejam visualmente as mesmas, para comparação.

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

PROCEDIMENTO: 1) Coloque em cada béquer/copo a água em uma determinada temperatura.
2) Em cada béquer/copo com água, coloque 3 gotas de anilina, ao mesmo tempo. Se não for possível fazê-lo ao mesmo tempo (não há mais de um frasco de anilina), pingar, preferencialmente, a anilina na seguinte ordem: água mais fria, água em temperatura ambiente, água mais quente.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS:

Antes do experimento:

Diga as diferenças entre / Desenhe as partículas da água em cada copo.

O que acontecerá com a anilina quando entrar em contato com a água? Explique.

Depois do experimento:

O resultado é o mesmo nos três copos? Explique.

Baseado no resultado, explique o que é temperatura.

Represente esquematicamente (desenhe) as moléculas da água e/ou da anilina nas três diferentes situações.

Elabore uma hipótese do que ocorre com as partículas na anilina e da água em cada béquer/copo.

O que ocorrerá se balançarmos os copos? Por quê?

A gota de anilina “sabe pra onde vai” / possui movimento determinado? Como acontece seu

Movimento? Explique.

RESULTADO ESPERADO: A anilina se dissolve mais rápido no béquer/copo com água fervida e demora mais no béquer / copo com água gelada.
O béquer/copo com água na temperatura ambiente serve de controle/parâmetro de observação.

DISCUSSÃO: É de nosso entendimento que as moléculas da água estão em constante movimento. Na água fervida, o movimento das moléculas é maior (há acréscimo de energia no sistema) e, conseqüentemente, a anilina se dissolve mais rapidamente. Quando a água está com temperatura baixa (gelada), o movimento das moléculas é menor e a anilina demora mais para se dissolver. Se nós mexermos o copo com água mais fria, a anilina se dissolverá como no copo de água quente. Ao mexer, acrescentamos energia ao sistema, agitamos as moléculas, dissolvemos.

. Podemos abordar a questão da existência de espaços vazios, partículas e movimento da matéria. Sendo a água e a anilina composta de partículas, estas se misturam quando postas em contato. Essa mistura só é possível porque as partículas se movimentam e há espaços entre elas para este movimento.

. Se aprofundando na questão, é possível abordar a aleatoriedade destes movimentos moleculares e como as partículas se comportam no espaço. A difusão é entendida como resultado destes movimentos aleatórios, explicando o que está por trás da afirmação “o soluto vai do meio mais concentrado pro menos concentrado”.

. Ao observar o movimento da gota de anilina, vemos que na água quente ela logo se espalha, enquanto que na água fria, seu movimento é para baixo, formando uma coluna colorida. A gravidade estaria atuando neste momento, influenciando o “caminho” aleatório das moléculas.

. Também podemos observar uma particularidade da água, como solvente. Devido a suas propriedades químicas, a água consegue “dissolver” outras substâncias (sal, açúcar, anilina). Em meio aquoso, as reações químicas possuem maior probabilidade de ocorrer, pois as partículas dos reagentes são “espalhadas” pela água, aumentando a chance destes reagentes se encontrarem. Como exemplos da importância biológica da água como solvente, em meio aquoso ocorrem as reações metabólicas (digestão intra e extracelular, replicação de DNA, e tudo o mais dentro das células), em meio aquoso as substâncias transitam pelo nosso corpo (sistemas circulatório e linfático), etc.

VARIAÇÕES: . Utilizar somente dois tipos de água diferentes (quente e fria), problematizando suas diferenças, sem a preocupação de uma situação controle (água ambiente).

. Colocar sal nos copos, antes da anilina, para discutir a dissolução e saturação. Na água fria, de início, a anilina não irá ocupar um espaço “saturado” de sal, o fundo do copo (limitação a aleatoriedade das moléculas). Na água quente, não há muita diferença, na dissolução na anilina na água com ou sem sal.

. Ao pingar anilinas de cores diferentes no mesmo copo com água, podemos observar se há um padrão na dissolução.

EXPERIMENTO N.º001
MATERIAL SUGERIDO AO ALUNO

Para estudar a água e suas propriedades, iremos estar divididos em _____ grupos.

Cada grupo terá em sua mesa o seguinte material:

- três béqueres/copos limpos e vazios;
- água na temperatura ambiente;
- água em temperatura elevada (fervida);
- água em temperatura baixa (gelada);
- anilina (corante) líquida.

Em cada béquer/copo será colocada água em uma temperatura e três gotas de anilina.

Elabore uma hipótese do que irá ocorrer em cada béquer/copo:

Agora, observe o experimento, descreva e desenhe o que ocorreu:

Béquer/copo 1: água _____

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Béquer/copo 2: água _____

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Béquer/copo 3: água _____

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Consegue explicar por que isto ocorreu? _____

EXPERIMENTO N.º 002 ³

NOME: O Ponto de Ebulição e a Pressão

DICAS: Cuidado extra com material em alta temperatura.

O experimento pode ser de difícil execução, no entanto, apresenta muitas possibilidades didáticas. Como opção para a abordagem do assunto, apresentamos também o experimento da seringa.

MATERIAL NECESSÁRIO: 1 tubo de ensaio;
1 suporte de tubo de ensaio;
1 pegador de tubo de ensaio;
1 rolha de borracha;
Água;
Lamparina com álcool ou vela;
Fósforo;
Pano úmido ou água corrente.
(opcional) Termômetro (-10°C a + 110°C);

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

TEMAS RELACIONADOS: pressão atmosférica, ponto de ebulição, estados da água, transferência de calor, energia.

PALAVRAS-CHAVE: água, pressão, temperatura, estados físicos

N.º EXPERIMENTOS RELACIONADOS: 001, 003, 004, 005, 006

INDICADO PARA: 6º e 9º anos (5ª e 8ª séries) do Ensino Fundamental

PERTENCE À OFICINA: Conhecendo um pouco mais sobre a água.

³Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia

EXPERIMENTO N.º 002

ROTEIRO DO PROFESSOR

MATERIAL NECESSÁRIO: 1 tubo de ensaio/1 suporte de tubo de ensaio/1 pegador de tubo de ensaio
1 rolha de borracha ou cortiça/Água/Lamparina com álcool ou vela/Fósforo
Pano úmido gelado ou água corrente/(opcional) Termômetro (-10°C a + 110°C);

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

PROCEDIMENTO: 1) Coloque água até cerca da metade da altura do tubo de ensaio. Se possuir o termômetro, também o coloque dentro do tubo. Segurando o tubo com a ajuda do pegador, aqueça-o com a ajuda da lamparina até a fervura, observando o que acontece com a água (e com o termômetro). Dependendo das condições de realização do experimento (temperatura ambiente, tamanho do tubo, lamparina, entre outros fatores), a fervura pode acontecer mais rápida ou lentamente – de cerca de 1 a 6 minutos.

2) Mantenha a água fervendo e a observe borbulhar (e se a temperatura varia). Agora, retire o tubo do fogo, veja se a água continua a borbulhar (e se o termômetro permanece marcando a mesma temperatura).

3) Recoloque o tubo sobre a chama, deixando a água voltar a ferver (sem colocar o termômetro). Rapidamente, retire o tubo do fogo e tampe-o com a rolha. Deixe escorrer sobre ele água fria ou envolva, rapidamente, sua parte superior com um pano molhado. É importante que toda a parte superior do tubo esteja em contato com o pano. Observe o que acontece.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS: Que mudança de estado acontece com a água?/Que temperatura ela ocorre?
Essa temperatura varia depois que a água começa a borbulhar?
Observe cada região do tubo e esquematize os estados da água.
Como está a água em diferentes regiões do tubo enquanto ocorre a fervura?
(com relação aos estados e/ou moléculas)
Ao retirarmos o tubo da chama, o que acontece com a temperatura da água?
A água continua a ferver? Explique.
Fechando-se o tubo com a rolha e envolvendo-o no pano molhado
(ou na água corrente), o que acontece com a água dentro do tubo? Explique.

RESULTADO ESPERADO: A água "ferve" sem estar sobre a chama: algumas bolhas se formam na água. De acordo com as condições de realização do experimento, o resultado pode ser discreto.

DISCUSSÃO: À pressão atmosférica normal (1 atm) a água pura ferve a 100°C. Entretanto, como normalmente existem impurezas na água, a temperatura de fervura pode ser um pouco inferior. Durante a fervura essa temperatura permanece constante. A explicação corrente para este fato é que, quando há mudança de estado físico, todo o calor absorvido pela substância não é mais utilizado para o aumento da energia cinética entre as moléculas, ou sua agitação, mas sim para a quebra de ligações entre elas.

Quando variamos a pressão, observamos que o ponto de ebulição também varia. Vejamos:

Aumentando a pressão, o ponto de ebulição aumenta, pois para ocorrer vaporização, as moléculas da água terão mais dificuldade de vencer as moléculas do ar, necessitando assim, de mais energia (mais movimento) para se desprender do líquido. Diminuindo a pressão, o ponto de ebulição diminui, pois haverá menos moléculas no ar se opondo ao desprendimento das moléculas do líquido. Quando arrolhamos bem o tubo, mantivemos lá dentro moléculas de água nos estados líquido e de vapor, e moléculas de gases que compõem o ar.

Ao resfriarmos as paredes do tubo, usando pano molhado ou a água corrente, provocamos a condensação das moléculas de vapor da água e a diminuição da quantidade de moléculas que fazem pressão no interior do tubo.

A água aquecida (a menos de 100°C) contém moléculas suficientemente agitadas para vencer a pressão, que está reduzida, e, em conseqüência, a água ferve a menos de 100°C. As bolhas de ar que caracterizam a ebulição são formadas pela própria água, em estado de vapor. A agitação no recipiente se deve a correntes de convecção.

O experimento abre caminhos para discussão da evaporação, e sua diferença da ebulição. A evaporação ocorre a todo o momento, com taxa dependente da umidade do ar onde a água líquida (e outros líquidos) se encontra. É também mudança de estado, e processo importante no ciclo da água. Se não ocorresse, as roupas nunca secariam no varal, por exemplo. A discussão pode também revelar algumas idéias dos alunos, como a idéia de hidrólise da água na mudança de estado (a água quando ferve vira oxigênio e hidrogênio separados), entre outras. É bom enfatizar que a molécula é a mesma, a concentração das moléculas e ligação entre elas é o que muda drasticamente. A água em forma de vapor fica "invisível", assim como os outros componentes do ar. As nuvens que vemos não são água em estado de gás, mas sim, em estado líquido, como pequenas gotículas.

VARIAÇÕES: Deixando a quantidade de água e a fonte de calor (lamparina ou vela) relativamente constantes, podemos medir o tempo até a fervura com o auxílio de um relógio ou cronômetro, comparando diferentes tubos com água, água com sal (menos e mais saturadas), água com açúcar, entre outros. Assim podemos discutir a influência da presença de solutos no ponto de ebulição da água: "Por que existe água líquida em regiões polares de temperatura negativa?", é uma pergunta que pode ser considerada.

EXPERIMENTO N.º 003 ⁴

NOME: A Formação do Orvalho e da Geada

DICAS: -

MATERIAL NECESSÁRIO: 2 béqueres ou copos
1 colher;
Pano;
Gelo;
Sal grosso.

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

TEMAS RELACIONADOS: Movimento das moléculas;
Propriedades da água;
Estados físicos da água;
Propriedades da matéria;
Temperatura;
Energia;

PALAVRAS-CHAVE: água, temperatura, umidade, vapor d'água

N.º EXPERIMENTOS RELACIONADOS: 001, 002, 004, 005, 006

INDICADO PARA: 6º e 9º anos (5ª e 8ª séries) do Ensino Fundamental

⁴ Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia

EXPERIMENTO N.º 003

ROTEIRO DO PROFESSOR

MATERIAL NECESSÁRIO: 2 béqueres / copos
1 colher;
Pano;
Gelo picado, o suficiente para metade do recipiente;
Sal grosso (preferencialmente) ou sal comum, o suficiente para cobrir o gelo.

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

PROCEDIMENTO:

- 1) Pegue o primeiro béquer/copo, seque-o bem com o pano e coloque cubos de gelo dentro dele.
- 2) Observe bem o béquer/copo. Toque no lado de fora e sinta a textura.
- 3) No segundo recipiente, ponha gelo (pode ser picado ou em cubos) e sal no seu interior. Misture bem com a colher.
- 4) Observe bem as paredes do béquer/copo.
- 5) Depois de, aproximadamente, 5 minutos, observe o que acontece nas paredes externas dos dois copos.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS: Após o experimento, o que observamos nas paredes do primeiro copo?
E no segundo?
Que mudança de estado está acontecendo fora dos copos?
Como esta mudança acontece?
Em que fenômenos observados na natureza acontecem a mesma mudança de estado é observada no experimento?
Faça um esquema do experimento.
Desenhe as moléculas de água dentro e fora do copo / béquer.

RESULTADO ESPERADO: No lado de fora do primeiro copo, surgem gotículas de água.
No lado de fora do segundo copo, forma-se uma fina camada de gelo.
* com sal comum, o resultado demora um pouco mais pra acontecer do que com o sal grosso.

DISCUSSÃO: . O vapor d' água do ar transforma-se em líquido por um processo chamado condensação. Uma das maneiras da condensação ocorrer é quando há uma superfície sólida sobre a qual as moléculas podem se condensar. As moléculas de vapor de água, ao encontrar esse obstáculo (o copo ou béquer), se tornam menos agitadas e passam a se atrair mais, surgindo gotículas nas paredes do copo.

. Com o decorrer do tempo, notamos que o fenômeno continua: as gotículas vão aumentando de tamanho até ficarem pesadas e escorrerem pelo copo. Esse fenômeno, quando ocorre ao ar livre, em especial durante a noite, é chamado também de orvalho, que se forma sobre as superfícies frias quando a temperatura diminui.

. A condensação também ocorre na formação de nuvens, ou na tampa de uma panela com água fervendo: nestes casos, a própria água evapora e encontra temperaturas mais frias que a permitem se condensar.

. Usando-se gelo e sal misturados, fazemos com que o ponto de fusão desta mistura seja menor do que o gelo puro porque o sal atua nas pontes de hidrogênio entre as moléculas de água. Ou seja, em temperaturas menores que 0°C, o gelo começa a derreter. Porém, mesmo com o derretimento, a mistura mantém-se em temperaturas inferiores a 0°C por mais tempo do que no copo sem o sal.

Assim, o vapor d'água transforma-se diretamente em gelo (sublimação), formando-se uma camada fina sólida em volta do copo. Somente há o aparecimento de geada em locais aonde a temperatura chega a menos de 0 °C.

. Podem surgir (ou serem propostas) perguntas como: “Sempre que houver o processo de solidificação, é necessário ter a presença de sal?”, “Tem sal na geladeira?”, ou “Há sal em lugares onde ocorre geada?”. Enfatize que o sal no experimento é pra manter a temperatura baixa, o que acontece por outras causas nestes lugares.

. Abordando questões climáticas, podemos discutir a questão do vapor d'água e as designações “tempo seco” e “tempo úmido” (respectivamente, menor e maior vapor d'água no ar, umidade do ar). Podemos notar que em tempo seco, há maior evaporação, o que nos dá a sensação de conforto (sem suor). É o que acontece em salas com ar condicionado, por exemplo, que retira a umidade do ar.

VARIAÇÕES: . Utilizar gelo colorido, feito por se misturar a água com anilina e colocando nas fôrmas de gelo no congelador. Assim, ao se discutir o porquê das moléculas de água estarem do lado de fora do copo, o possível argumento dos alunos de que “existem poros no vidro nos quais a água de dentro passa pra fora”, pode ser refutado. A água por fora do recipiente, em estado líquido ou sólido, não fica colorida.

EXPERIMENTO N.º 004 ⁵

NOME: Conhecendo a Tensão Superficial

DICAS: -

MATERIAL NECESSÁRIO: 3 béqueres / copos / recipientes transparentes;
Água;
1 agulha de costura ou alfinete;
Pó de giz;
Detergente;
1 palito;
1 conta-gotas (opcional).

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

TEMAS RELACIONADOS: Movimento das moléculas;
Propriedades da água;
Propriedades da matéria;
Fluidos.

PALAVRAS-CHAVE: água, detergente, coesão

N.º EXPERIMENTOS RELACIONADOS: 001, 002, 003, 005, 006

INDICADO PARA: 6º e 9º anos (5ª e 8ª séries) do Ensino Fundamental

⁵ Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia

EXPERIMENTO N.º 004 ROTEIRO DO PROFESSOR

MATERIAL NECESSÁRIO: 3 béqueres / Copos / Recipientes transparentes;
Água;
1 agulha de costura ou alfinete;
Pó de giz;
Detergente;
1 palito;
1 conta-gotas (opcional).

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

PROCEDIMENTO:

- 1) Sobre uma mesa firme, encha um dos copos com água e, com muito cuidado, coloque uma agulha de costura na posição horizontal sobre a superfície da água. Observe.
- 2) Em outro copo, coloque água até enchê-lo completamente. Uma vez cheio, continue pondo mais água até ultrapassar um pouco a borda do copo (pode ser utilizado com conta-gotas para tal). Observe.
- 3) No terceiro recipiente coloque água e, cuidadosamente, um pouco de pó de giz sobre a superfície do líquido. Observe.
- 4) Em seguida, encoste o palito na superfície d' água dos 3 experimentos. Observe.
- 5) Repita o procedimento acima, porém molhando o palito no detergente antes de encostá-lo na superfície d' água. Observe.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS: O que acontece inicialmente com a agulha e o pó de giz? Explique.
O que acontece quando encostamos o palito com detergente nas superfícies de água dos copos? Explique
Qual é a ação do detergente sobre a superfície da água?
Esquematize a interação que ocorre entre as moléculas do detergente e as moléculas da água

RESULTADO ESPERADO: Inicialmente a agulha e o pó de giz ficarão na superfície da água e, no segundo copo, a água não transbordará, mesmo tendo ultrapassado a borda do copo.

Ao tocar as superfícies de água com o palito molhado no detergente, a agulha afundará, a água entornará do copo, e o pó de giz se dispersará rapidamente pela superfície da água.

DISCUSSÃO: Quando colocamos, cuidadosamente, materiais sobre a superfície da água, percebemos que eles flutuam, apesar de serem mais densos do que a água. A água se comporta como se tivesse uma membrana em sua superfície, de forma elástica, capaz de sustentar os materiais.

Na verdade, essa membrana não existe e esses fenômenos se explicam pela tensão superficial, que faz com que as moléculas da superfície da água sejam mais fortemente atraídas entre si do que a outras moléculas.

Há insetos que vivem nesta interface água-ar, comuns em locais de baixa correnteza, em rios e lagos.

Quando molhamos o palito no detergente e o encostamos na água, o sabão se dissolve, provocando a diminuição da força de atração entre as moléculas da superfície e, conseqüentemente, a tensão superficial. Em função disso, observamos os resultados esperados.

Um problema causado pelo despejo de detergentes em águas doces (rios ou lagos) ocorre devido a grande quantidade de fosfatos neles presente. Estes nutrientes, em excesso, favorecem a eutrofização dos cursos d' água: grande crescimento de produtores primários (algas ou gigogas, por exemplo) e alto consumo de oxigênio, prejudicando outros organismos, como os peixes. Além disso, a presença de detergentes na água pode remover a secreção oleosa que impermeabiliza as penas de aves aquáticas, fazendo com que suas penas se molhem ao entrar em contato com a água. Nessas condições, as aves são impedidas de voar, ou até mesmo podem afundar na água, morrendo afogadas.

EXPERIMENTO N.º 005 ⁶

NOME: A Subida da Água pelos Tubos.

DICAS: Onde encontrar os tubos?

MATERIAL NECESSÁRIO: 1 béquer / copo;
Água;
1 colher;
Anilina líquida (corante alimentar).
3 tubos de vidro ou canudos transparentes / translúcidos de diferentes espessuras.

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

TEMAS RELACIONADOS: Movimento das moléculas;
Propriedades da água;
Capilaridade;
Coesão das moléculas;
Tecidos Vegetais: Xilema;
Pressão atmosférica;

PALAVRAS-CHAVE: água, coesão, capilaridade, xilema, pressão atmosférica

N.º EXPERIMENTOS RELACIONADOS: 000, 002, 003, 004, 006

INDICADO PARA: 5ª, 6ª e 8ª séries do Ensino Fundamental, 2º ano do Ensino Médio

⁶ Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia

EXPERIMENTO N.º 005
ROTEIRO DO PROFESSOR

MATERIAL NECESSÁRIO: 1 béquer / copo;
Água;
1 colher;
1 frasco de Anilina líquida (corante alimentar)
3 tubos de vidro ou canudos transparentes / translúcidos de diferentes espessuras.

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

PROCEDIMENTO: 1) Encha dois terços do béquer / copo com água, acrescente duas gotas de anilina e mexa;
2) Coloque os tubos / canudos perpendicularmente dentro do recipiente.
3) Observe atentamente o experimento e verifique, após alguns minutos, se o resultado obtido continua o mesmo

SUGESTÃO DE PERGUNTAS: O que acontece inicialmente com a água dentro e fora de cada tubo?
Explique.
Que propriedades da água podem explicar o que acontece?
Por que a água chega a uma determinada altura e pára de subir?
O que explica as diferenças de resultados entre os tubos?

RESULTADO ESPERADO: A água do copo permanece em um nível. A água dos tubos atinge níveis diferentes, dependendo da espessura de cada um: no tubo mais fino, ela sobe mais; no tubo mais grosso, ela sobe menos e no tubo médio, ela apresenta nível intermediário.

DISCUSSÃO: . Cada molécula de água, por ser polar, é atraída pelas partículas da parede do tubo e sobe. Como as moléculas da água se atraem mutuamente, esse movimento arrasta novas moléculas, formando uma coluna de água. Com o tempo a coluna aumenta e vai ficando cada vez mais pesada, até que seu peso é tão grande que a força de atração do vidro e das outras moléculas de água não consegue puxar mais moléculas. A coluna, então, se estabiliza.

. No tubo mais fino, a coluna de água que se forma é mais estreita e mais alta, porque é necessária uma grande quantidade de moléculas para que seu peso seja maior que a força de atração do vidro.

. Nas plantas, a coesão entre moléculas da água tem um importante papel na condução da seiva bruta desde a raiz até diversas partes da planta. Dentro do xilema, composto por células mortas que formam estruturas como tubos, a capilaridade é um dos fatores que permitem a subida da água pela planta. Entretanto, não é somente essa propriedade da água que permite sua subida: a água pára de subir os tubos em alguma altura, conforme demonstra o experimento. A transpiração das folhas (e o conseqüente gradiente de pressão) é o principal fator que auxilia no transporte da seiva bruta até as folhas.

. Além das propriedades da água, outro fator também auxilia sua subida pelos tubos: a pressão atmosférica. A pressão do ar sobre a água, no copo, faz com que a água suba até determinada altura. Nesse ponto nos lembramos do barômetro de mercúrio inventado pelo físico Evangelista Torricelli (1608-1647), e a medida de 76mmHg. Se a pressão de algum modo aumentasse, a água subiria mais no tubo, assim como o mercúrio.

VARIAÇÕES: Mostrar tubos capilares aos alunos, que são de vidro e finíssimos, onde a água alcança uma maior altura.

EXPERIMENTO N.º 006 ⁷

NOME: A Flutuação do Gelo.

DICAS: -

MATERIAL NECESSÁRIO: 1 copo;
Água;
Cubos de gelo

* Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

TEMAS RELACIONADOS: Propriedades da água;
Propriedades da matéria;
Densidade;
Fluidos

PALAVRAS-CHAVE: água, densidade

N.º EXPERIMENTOS RELACIONADOS: 001, 002, 003, 004, 005.

INDICADO PARA: 6º e 9º anos (5ª e 8ª séries) do Ensino Fundamental

⁷Material originalmente produzido nos anos de 1980/90 por Ana Maria da Silva Arruda, Eliane de Oliveira Vicente, Marcia Serra Ferreira e Marília Faria da Costa, e revisado em 2008 por Ana Paula Lima de Siqueira, Cristiane Correia da Silva, Leonardo Kaplan, Nuccia Nicole Theodoro de Cicco, Teo Bueno de Abreu e Vaneza da Rocha Gripp, todos vinculados ao Projeto Fundação Biologia – UFRJ. Material didático disponível no sítio eletrônico www.projetofundao.ufrj.br/biologia

EXPERIMENTO N.º 006

ROTEIRO DO PROFESSOR

MATERIAL NECESSÁRIO: 1 copo, Água e Cubos de Gelo.

*Este material refere-se a 1 experimento. Multiplique-o pelo número de grupos de alunos que pretende ter em sala/laboratório.

PROCEDIMENTO: 1) Encha dois terços do copo com água, coloque o cubo de gelo e observe.

SUGESTÃO DE PERGUNTAS: O que acontece quando o gelo é colocado na água?
Como você explica esse fato?
Por que o gelo não mistura ou dissolve rápido na água líquida?

RESULTADO ESPERADO: O gelo flutua na água.

DISCUSSÃO: As moléculas da água se arrumam de maneiras diferentes nos estados sólido e líquido. No primeiro caso, surgem anéis hexagonais fixos, onde cada molécula é atraída por sua vizinha, formando as pontes de hidrogênio. No segundo caso, as moléculas estão mais livres, girando umas sobre as outras e as pontes de hidrogênio ficam se formando e se desfazendo constantemente. Comparativamente, se considerarmos um mesmo espaço (volume igual) preenchido por moléculas de água nos estados líquido e sólido, observamos que na água existem mais moléculas (massa maior) do que no gelo (massa menor). Sendo a densidade a relação entre a massa e o volume ($D = m/v$), concluímos que a água apresenta densidade maior que o gelo e este, portanto, flutua na água.

O experimento é bem simples, porém pode ser o pontapé inicial para discussões acerca do derretimento das calotas polares, o aumento do nível do mar, mencionando o aquecimento global. São interessantes pontos para discussão: Se os icebergs derreterem, afetarão a subida do nível do mar? E o gelo das calotas polares?

Como cerca de 90% de um iceberg está submerso, seu derretimento não aumentará o nível do mar (pois o gelo ocupa maior volume). O que fará aumentar o nível do mar é o derretimento de gelo nas calotas, onde há terra (continente) e também o gelo no alto de montanhas.

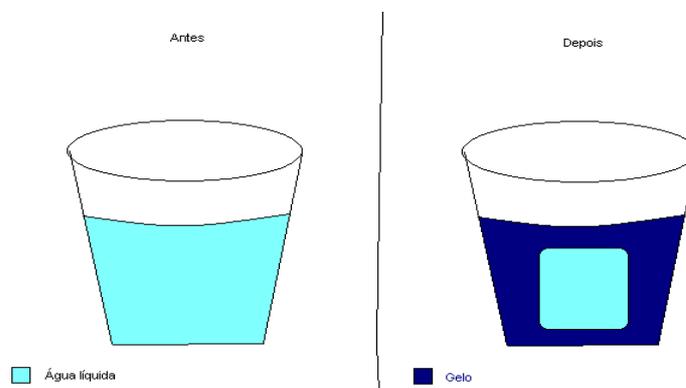
VARIAÇÕES: Modelo de lago congelado no copo de água:

Encha um copo ou béquer com três quartos de água, e deixe no congelador.

Deixe o copo no congelador até que ele comece a congelar.

Retire-o do congelador antes da água congelar completamente e observe.

A água estará congelada, mas não toda ela: um espaço com água líquida existirá no interior do copo cercada por gelo.



Esse simples modelo é interessante para ilustrar o fenômeno semelhante que ocorre em lagos e mares nas regiões mais frias do planeta. Essas regiões em determinadas épocas do ano registram temperaturas abaixo de 0°C por tempo prolongado. Com isso uma camada de gelo é formada na parte superior do lago devido a menor densidade da água congelada.

A água congelada é menos densa que a água líquida devido ao aumento de volume que a água sofre ao se congelar.

Essa camada de gelo acaba exercendo o papel de isolante térmico, não deixando que o lago todo se congele, conseqüentemente permitindo que os organismos do lago continuem vivendo mesmo em invernos rigorosos. É interessante notar que o gelo é utilizado como isolante térmico também pelos esquimós, ao montar seus iglus.

Mais bibliografia: ALBERTS, Bruce, et alli. Molecular Biology of the cell (4ª ed.) New York: Garland Science, 2002. (1463p)
MORTIMER, E. F. ; MACHADO, A. H. ; SILVA, L. A. ; MENDES, A. A. . Por que o gelo flutua na água: analisando o papel da perturbação no processo de elaboração conceitual. In: 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 1997, Poços de Caldas. Livro de Resumos da 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. São Paulo : Sociedade Brasileira de Química, 1997. v. 3. p. ED-06-ED-06.

As pontes de Hidrogênio:

http://www.ucs.br/ccet/defq/naeq/material_didatico/textos_interativos_33.htm