

Laboratórios Abertos '15



INTERNATIONAL
YEAR OF LIGHT
2015



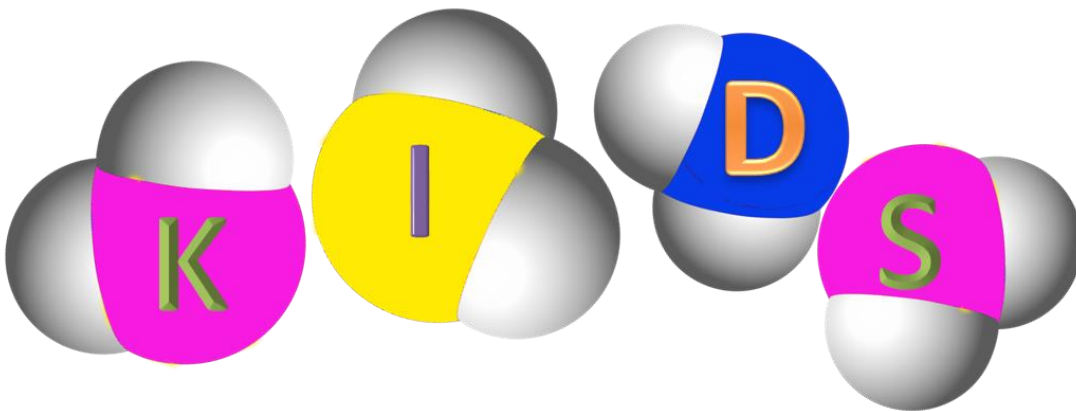
Núcleo de Estudos de Materiais



DEQ
DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA QUÍMICA
TÉCNICO LISBOA



NEQIST





Laboratórios Abertos Kids 2015

Editado por:

Departamento de Engenharia Química

Instituto Superior Técnico

Edição de:

Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo, Dulce Simão

Com a colaboração de:

Núcleo de Engenharia Química



Capa e Grafismo:

Alexandre Lemos

Fevereiro 2015

ISBN: 978-989-99508-0-1



Índice


Conteúdo

Índice	3
Programa	4
Introdução	5
Outono - Brincando em Casa	6
Pilhas.....	7
Polímeros superabsorventes	9
Levado pelo vento	10
Vulcão na cozinha	12
Dança com a química	14
Agita-me que mudo de cor!.....	16
Inverno - Brincando com o Frio	19
Show - Ar.....	20
Química: de comer e chorar por mais.....	26
Primavera - Brincando com Luzes e Cores	32
As Cores da Química.....	33
A Luz e a Sombra	37
Bombas de ursinhos	39
Verão - Brincando com Materiais	42
Eu sou a "Pasta Maluca"	43
Explosão de cores	46
Brincando com maizena	49
Equipa	53
Escolas Participantes	55
Patrocínios	56



Programa

1º Ciclo do Ensino Básico – 13 de Fevereiro de 2015

	Horário	Actividades	
Manhã	9:30 – 11:00 h	Experiências nos laboratórios	
Tarde	14:30 – 16:00 h	Experiências nos laboratórios	

Experiências nos Laboratórios – As Quatro Estações do Ano

<i>Outono</i>	<i>Primavera</i>
<i>Inverno</i>	<i>Verão</i>



Introdução

O Departamento de Engenharia Química do Instituto Superior Técnico organizou este ano, pela primeira vez, um programa de divulgação da Química e de Materiais dedicado às camadas mais jovens de alunos.

Durante um dia os alunos do 1º ciclo do Ensino Básico visitaram os “Laboratórios Abertos Kids 2015” onde realizaram diversas atividades laboratoriais centradas no tema “As Quatro Estações do Ano” e enquadradas nas comemorações do Ano Internacional da Luz.



Outono

-

Brincando em Casa



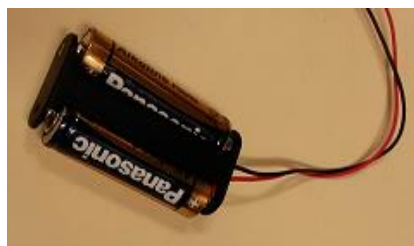
Pilhas

Fátima Coelho^a, Alda Simões^b

^aCerena, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^bCQE, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

As pilhas que conhecem e que se utilizam nos brinquedos, nas lanternas, nos relógios e noutros aparelhos têm este aspecto.



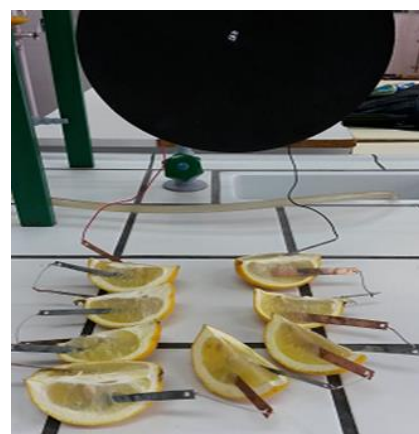
Parece magia, mas podemos construir pilhas com um aspecto muito diferente: com limão, batata ou até água com sal!

Pilha de Limão

Corta-se um limão em 4 partes, espetam-se uma barra de zinco e outra de cobre no limão e ligam-se com fios eléctricos como se vê na figura.



Com esta pilha conseguimos fazer tocar uma campainha, acender um led (lâmpada pequena), fazer andar um barquinho de brincar, etc



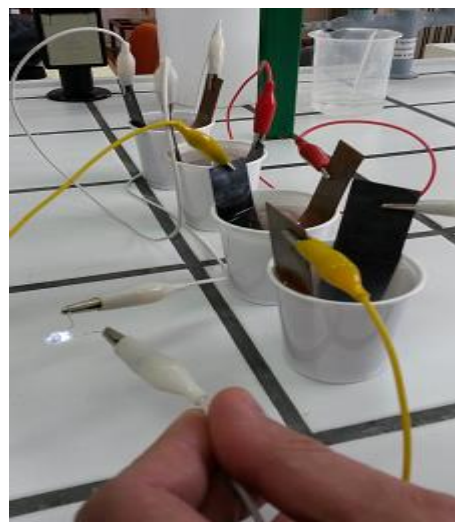
Pilha de batata

Neste caso fizemos dois cortes na batata com uma faca e num deles introduzimos uma barra de cobre e no outro uma de magnésio em vez de zinco. Ligamos com fio eléctrico e conseguimos assim energia suficiente para fazer trabalhar o relógio.



Pilha de água e sal

Neste caso misturamos água com sal das cozinhas num pequeno copo e podemos utilizar barras de zinco e cobre. Caso não tenhamos estes materiais podemos usar parafusos ou pregos de zinco e moedas de cobre como se pode ver nos esquemas ao lado.



Polímeros superabsorventes

Fátima Coelho

Cerena, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

O produto, com este aspecto de um pó branco, ...

...é utilizado, por exemplo, nas fraldas para bebé.



Chama-se polímero superabsorvente e como o próprio nome indica, é muito forte (é super...) a absorver os líquidos como é o caso do xixi dos bebés, que assim passam para o interior da fralda e já não incomodam a pele.

Levado pelo vento

Fátima Coelho, M.A.N.D.A. Lemos, F. Lemos, Filipe Freire

Cerena, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Já sentiste a força do vento contra a tua cara, já viste chapéus-de-sol arrastados ao longo da praia pelo vento – tudo isto é provocado pela força de atrito que o vento, ou outro fluido, exerce quando passa por um sólido.

Embora possas pensar que o atrito é algo pouco conveniente, na realidade, o atrito é muito importante em tudo o que fazemos – é devido ao atrito que conseguimos caminhar e não caímos logo no chão, como se estivéssemos em cima de uns patins.

Também é o atrito que o ar exerce que faz com que um paraquedista não caia depressa de mais para o chão e podemos



usar o atrito em muitos

aspectos positivos, incluindo para transportar pequenos objectos que são, literalmente, levados pelo vento.

O equipamento que viste no laboratório é um modelo para equipamentos que são muito úteis em muito lugares. Quando ligas a ventoinha que se encontra no fundo do tubo e o ar começa a fluir para cima, a



corrente de ar arrasta os pedaços de esferovite e as serpentinas que se encontram dentro do tubo.



Podes ver que algumas desses pedaços ficam quase a flutuar no meio do ar – na realidade, eles flutuam porque a força que o vento exerce sobre elas e que as empurra para cima iguala a força com que a gravidade as puxa para baixo.

Regulando a velocidade do vento podes fazer com que elas subam ou desçam dentro do tubo – consegues imaginar boas aplicações para este efeito?



Faz em Casa

Vulcão na cozinha

M.A.N.D.A. Lemos^a, F. Lemos^a, Dulce Simão^b, Alexandre Lemos^c, Rita Vilas Boas^d, Beatriz Nogueira Gomes Lobato Forte^d, Faissen Barbosa Lordeiro^d e Mariana Duarte Fino de Oliveira Costa^d

^aCerena, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^bCQE, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^cAluno do Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa

^dAlunos do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Material:

- Bicarbonato de sódio ou fermento
- Vinagre
- Detergente da louça (opcional)
- Corante alimentar (opcional)

Sabias que podias fazer um vulcão na tua cozinha? É muito fácil, no fundo de um recipiente, por exemplo, num copo alto ou numa tigela ou mesmo numa garrafa, coloca duas colheres de chá de bicarbonato de sódio (que se compra no supermercado como fermento).

Quando estiveres pronto para a erupção junta uns esguichos de vinagre (que também se compra no supermercado), vais ver uma coluna de espuma a elevar-se do fundo e sair pela borda do teu recipiente.

Se quiseres um vulcão maior podes fazer um pequeno truque, no fundo do recipiente antes de



adicionares o fermento coloca um bocadinho de água com umas gotas de detergente.

Se quiseres um vulcão colorido ainda podes acrescentar duas ou três gotas de corante alimentar, da tua cor favorita, à água com detergente. Se quiseres uma “lava realista” usa corante vermelho, se fosse eu colocaria corante amarelo!



Queres tornar isto num truque de jardim? Quando tiveres uma festa no jardim, constrói um pequeno buraco na terra em forma de vulcão e forra-o com papel de alumínio (para evitar que a “lava” se entranhe na terra). Adapta (aumenta!) um pouco as quantidades e faz como anteriormente descrito...

Queres saber o que acontece?

O vinagre contém uma substância (um ácido) que é a responsável pelo seu sabor ácido característico. Esta substância reage com o bicarbonato de sódio no fermento produzindo uma grande quantidade de dióxido de carbono – um gás que, ao libertar-se, produz a espuma que vês.

Este fenómeno está presente noutras ocasiões. É, por exemplo, a responsável por o pão e os bolos serem fofos – é o fermento que, ao produzir dióxido de carbono, vai fazer as bolhinhas vazias no meio da massa do pão ou do bolo.

Também se usa o bicarbonato para diminuir a acidez no estomago, precisamente porque ele reage com os ácidos em excesso e ajuda na digestão.

Já agora o dióxido de carbono é o mesmo gás que se liberta quando se queima a gasolina para fazer andar os carros e a quem os cientistas atribuem o efeito de estufa que já deves ter ouvido falar.



Dança com a química

Rita Vilas Boas, Beatriz Nogueira Gomes Lobato Forte, Faissen Barbosa Lordeiro e Mariana Duarte Fino de Oliveira Costa.

Alunos do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Imaginavas que a farinha de milho sabe dançar? É verdade! Sabe dançar desde que lhes dê música...

Material:

- Farinha de amido de milho comercial (p.e. Farinha Maizena)
- Água
- Corante (opcional)
- Coluna do tipo subwoofer
- Película aderente

Procedimento experimental: Devem ser colocadas pequenas porções de farinha e misturar água devagar, de modo a ter perceção da consistência do fluido. A consistência ideal, onde se irão verificar as propriedades “mágicas” deste fluido, é atingida quando, sem aplicação de qualquer força é possível afundar um objeto na farinha, mas se tentares “afundar” rapidamente qualquer coisa lá dentro parece que o fluido oferece resistência.

Este é o principal ingrediente da experiência mas, se quiseres dar uma aparência diferente ao teu fluido podes adicionar um corante. O corante não tem qualquer influência na experiência.

Depois deves cobrir a coluna com película aderente para evitar entrada de fluido na coluna, para esta não se estragar – a papa de farinha de milho é boa para humanos mas as colunas de som não gostam muito dela!

Depois, só tens de tocar diferentes tipos de música e verificar a reação do fluido à música.



Explicação:

A experiência “Dança com a química” está relacionada com as propriedades dos fluidos, em particular uma a que se chama viscosidade. A viscosidade é uma forma de medir a resistência que os fluidos oferecem aos objectos que se tentam deslocar através deles; a viscosidade da água é maior do que a do ar, por isso é que é mais fácil moveres o teu braço através do ar do que dentro de água.

Um fluido “normal” oferece tanto mais resistência quando maior for a força que contra ele exerceres; este é o caso da água, como provavelmente já verificaste quando tomas um banho de mar. Alguns fluidos, no entanto, comportam-se de forma “estranha”.

É o caso da farinha milho que aumenta muito a sua reacção ao movimento quando se tenta fazer movimentos bruscos – embora se lhe mexeres devagar pareça um líquido, se tentares mexer depressa parece mais um sólido e, se tiveres uma quantidade suficiente, até podes correr sobre ela.



Diferença entre fluido Newtoniano (água) e fluido não-Newtoniano (fluido dilatante – farinha de amido de milho)
<https://www.youtube.com/watch?v=D-wxnlD2q4A>

Também verás esse comportamento nas experiências no Verão, mas aqui vais ver como isso faz com que a farinha dance ao som da música.

Agita-me que mudo de cor!

F. Lemos^a, M.A.N.D.A. Lemos^a, Marta Coelho^b

Cerena, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^bDepartamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Nesta experiência vais tomar contacto com um mistério muito colorido.

Em cima da bancada encontras três balões, cada um deles contém uma solução e cor diferente – uma é incolor, a outra é amarela e a terceira é rosa. Aparentemente estes balões não têm nada de especial mas, na realidade, só aparentemente é que não há nada de especial.



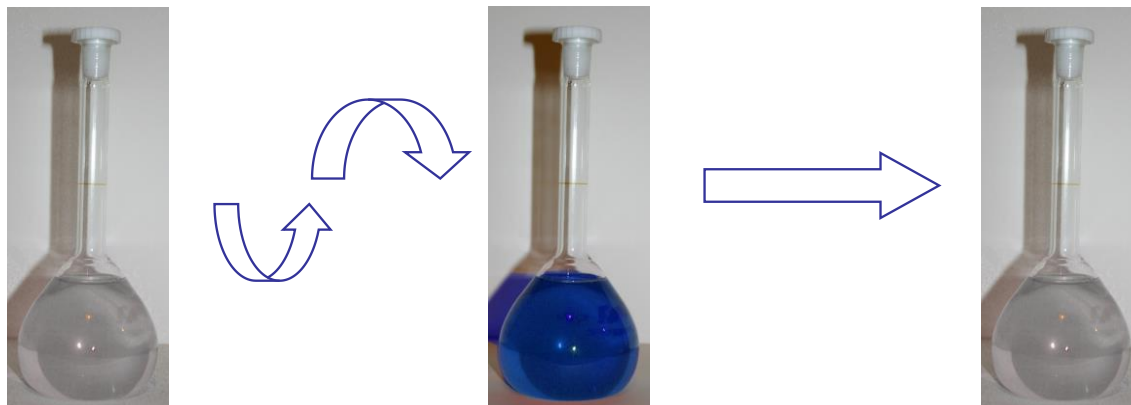
Para veres como são balões muito especiais pega num deles, por exemplo o que tem a solução transparente, e agita-o vigorosamente. O que observas? A solução ficou azul...

Se fizeres o mesmo com o balão com a solução amarela vais ver que quando o agitares ele fica verde e o balão com a solução rosa fica púrpura.

Mas o mistério não fica por aqui.



Pousa os balões em cima da mesa e espera um bocadinho. O mistério adensa-se – todas as garrafas voltam a ficar da cor que tinham inicialmente: a azul voltou a ficar incolor, a verde ficou amarela e a púrpura ficou rosa – o que terá acontecido?



Volta a pegar nas garrafas e agita-as outra vez – novamente todas mudam de cor. E se as pousares, todas voltam à cor original.

O que se passa? Estes balões não gostam de ser agitados? Será magia? Não, é a Química em acção!

Vamos explicar-te o que se passa na garrafa que contém a solução incolor. Esta solução contém um açúcar (neste caso chamado glucose) com um pouco de hidróxido de sódio e uma substância chamada azul-de-metileno. Esta substância, que é utilizada como corante em biologia ou como desinfetante é, em química, utilizado para indicar a presença de espécies oxidantes, como o oxigénio. Assim, esta substância pode ser utilizada para ver se numa solução existe oxigénio dissolvido (ficando azul) ou não – como sabes o oxigénio dissolve-se facilmente na água, o que é muito importante para a vida marinha – é o que os peixes respiram.

Na solução que está na garrafa, o açúcar que lá está dissolvido reage com o oxigénio que lá se encontra; esta é uma reacção muito importante para todos nós – os açúcares são uma fonte de energia para todos os seres vivos, incluindo os seres humanos, precisamente porque podem reagir com o oxigénio. Como o açúcar consome todo o oxigénio na solução, o nosso indicador (o azul-de-metileno) não indica presença de oxigénio dissolvido.

Quando agitas o balão o oxigénio presente no ar dentro do balão dissolve-se na água e o azul-de-metileno fica logo azul, indicando a sua presença.



O que acontece agora se voltares a pousar o balão? O açúcar acaba por consumir novamente todo o oxigénio que estava dissolvido e o indicador volta a ficar incolor.

Então e os outros balões?

São iguais a este, mas com uma brincadeira de cores adicionada. O balão que está inicialmente amarelo, quando é agitado ganha também a cor azul do indicador de presença de oxigénio mas, como podes ver misturando os teus guaches, uma mistura de azul e amarelo aparece como verde. De forma semelhante, a solução rosa quando aparece o azul adicional ficará púrpura.

Esta experiência é mais difícil de fazeres em casa porque precisa de algum material que só encontras em farmácias ou em laboratórios de química, mas é fácil fazeres na tua Escola com a ajuda dos teus professores. É certo que também dá uma boa brincadeira para fazeres magia em festas...

Nota que estes balões não funcionam para sempre. O açúcar contido na solução vai reagindo com o oxigénio sempre que o puder apanhar e portanto, quando o açúcar dentro da solução se esgotar completamente, vai deixar de haver quem consuma o oxigénio dissolvido e o nosso indicador ficará sempre azul. Assim, se alguma vez quiseres fazer esta “magia” tens de ter soluções preparadas de fresco. Também é verdade que o azul-de-metileno desempenha outros papéis para além de indicar a presença de oxigénio dissolvido, mas isso é algo que poderás aprender mais tarde quando estudares Química.

Inverno

-

Brincando com o Frio



Show - Ar

M. Fernanda N.N. Carvalho, José Armando. L. da Silva

Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa

Mudanças de estado

À temperatura e pressão ambientes o nitrogénio¹ (N₂, 78-79%), o oxigénio¹ (O₂, 20-21%) e o dióxido de carbono (CO₂, <0,1%) são gases. Porém, por compressão e abaixamento de temperatura o nitrogénio e o oxigénio passam ao estado líquido e o dióxido de carbono ao estado sólido. As mudanças de estado resultam de interações diferentes entre as moléculas, mais desorganizadas no estado gasoso (maior volume ocupado) e mais arrumadas no estado sólido (Figura 1).

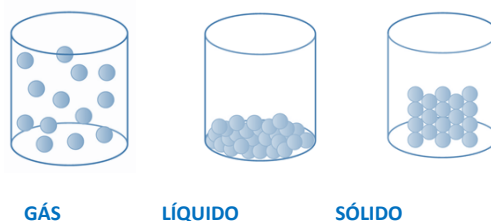


Figura 1 Ao mudar de estado físico o volume ocupado e as interações entre as moléculas também mudam

À pressão atmosférica, a temperatura de ebulição do nitrogénio é aproximadamente igual a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (77 K) e a do oxigénio $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ (90 K) enquanto, que a temperatura de sublimação do dióxido de carbono é $-78.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (195 K). Para medir estes valores são necessários instrumentos especiais, diferentes dos termómetros usuais.

¹ Em rigor, as designações nitrogénio e oxigénio correspondem aos respetivos elementos químicos e não às moléculas que existem no ar, pelo que a forma mais correta seria usar dinitrogénio (ou nitrogénio molecular) e dioxigénio (ou oxigénio molecular), respetivamente. Todavia, iremos aqui usar as designações correntes por parecerem mais facilmente apreensíveis.



Atenção: As experiências aqui descritas envolvem líquidos criogénicos (temperaturas extremamente baixas) pelo que o risco de queimadura grave substancial. A manipulação exige o uso de óculos e luvas específicas para proteção a baixa temperatura. Deve evitar-se qualquer contacto direto com estes líquidos.

O material utilizado nestas experiências tem que ser resistente a temperatura baixa para evitar quebra e/ou produção de estilhaços.

I - Propriedades do nitrogénio líquido

O nitrogénio líquido pode ser conservado em vasos térmicos por períodos longos. Todavia, em recipientes abertos e sem parede dupla, passa rapidamente ao estado gasoso. O mesmo acontece quando derramado no chão.

Experiências²

1. Nitrogénio no chão

As nuvens formadas a partir do chão (Figura 2) são consequência de ao evaporar, o nitrogénio retirar calor da atmosfera, provocando o seu arrefecimento e assim levando à condensação do vapor de água existente no ar. É de notar que quanto mais húmido estiver o ambiente mais intensa e duradoura é essa nuvem.

(a)



(b)

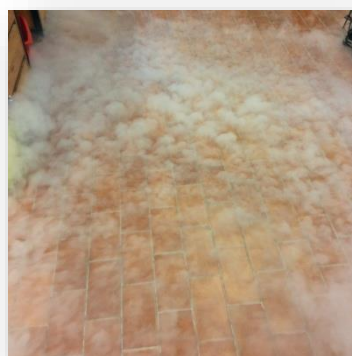


Figura 2

Nuvem formada pela condensação da humidade do ar:

a)-logo após derrame;

b)-passados uns instantes.

² Estas experiências baseiam-se parcialmente no *Show do azoto – ciclo da água*, da responsabilidade da Prof^a. Clementina Teixeira (Laboratórios Abertos 2013, Editado por Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico).

2. Balão cheio / balão vazio

Uma pequena quantidade (28 g) de nitrogénio líquido equivale a um grande volume (cerca de 22,4 L para a temperatura de 0°C e pressão de 1 atmosfera) de nitrogénio gasoso.

2.1. Balão que encolhe

O gás contido num balão quando sujeito a um abaixamento de temperatura contrai e eventualmente liquefaz. Um balão cheio, colocado em nitrogénio líquido, encolhe. Para onde vai o gás?



Figura 3

Alunos mostrando o efeito da contracção do ar; o balão contrai ao ser imerso em nitrogénio líquido.

Atendendo a que o volume diminui muito com o abaixamento da temperatura, o balão contrai (Figura 3).

3. Chaleira mágica

O aumento de pressão, devido à evaporação do nitrogénio líquido contido numa chaleira provida de uma abertura estreita (para verter o chá), faz com que o gás ao sair produza um silvo semelhante a um apito. O chá está pronto? É melhor da próxima vez colocarmos água quente e algo mais para termos chá, pois o nitrogénio pode ser usado na culinária, mas para não fazer chá do modo como descrevemos.

4. Objetos «crocantes»

À temperatura do nitrogénio líquido a água congela, isto é passa do estado líquido a sólido, por isso os objetos que contenham elevado teor em água perdem flexibilidade e ganham rigidez.

4.1. Flores e frutos

Flores, folhas, frutos colocados dentro de nitrogénio líquido endurecem. Com o



Figura 4 Alface: a) à temperatura ambiente; b) depois de imersa em nitrogénio líquido (estilhaça)

abaixamento de temperatura, a água solidifica na estrutura das flores, folhas e frutos que deixam de ser macios e passam a ser «crocantes» e partem como se fossem de vidro (Figura 4).

4.2. Polímeros

Os polímeros são constituídos por unidades estruturais que se repetem um elevado número de vezes, como os plásticos e a borracha. O mesmo efeito de rigidez é obtido por abaixamento de temperatura em polímeros. Porém as causas são outras. Entre essas unidades estruturais existem interações que variam com a temperatura. Por isso, a baixa temperatura do nitrogénio líquido as luvas de borracha ficam rígidas.

5. Caldeirão das bruxas

Nesta experiência, associam-se vários dos efeitos anteriores e mistura-se detergente e glicerina para obter um conjunto visual lúdico, que recria um ambiente de magia (Figura 6).

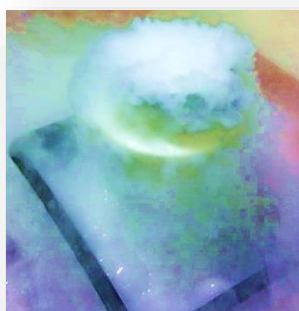


Figura 5

Vapores formados devido ao choque térmico (água quente /nitrogénio líquido)



II - Propriedades do dióxido de carbono

O dióxido de carbono no estado sólido adquire a designação de gelo seco. Atendendo ao facto de ser um sólido passa ao estado gasoso (sublima) mais lentamente que o nitrogénio líquido evapora. Essa propriedade é usada por exemplo no cinema, ou naqueles espetáculos de música ao vivo para se obter o efeito de nevoeiro.

O dióxido de carbono (CO_2) dissolvido em água forma o ácido carbónico (H_2CO_3) que é responsável pela descida do valor de pH da solução.

Experiências

1. Água mágica²

Ao adicionar dióxido de carbono sólido (gelo seco) a uma solução alcalina contendo um indicador de pH (forma básica) a cor da solução vai mudando à medida que o pH baixa.

2. Faça-se dióxido de carbono!

Ao invés do nitrogénio líquido, o gelo seco, para uso industrial ou para a experiência anterior, não pode ser obtido por solidificação do dióxido de carbono existente no ar (muito pouco) ($< 0,1\%$).

Uma maneira mais eficaz seria misturar bicarbonato de sódio com vinagre, assim já poderíamos encher um balão de CO_2 e observar a solidificação deste no interior do balão e a sua redução de volume.

III - Propriedades do oxigénio

O oxigénio, tal como o nitrogénio pode obter-se por liquefacção do ar, embora a percentagem seja muito mais baixa que a do nitrogénio.

Como a temperatura de ebulição do oxigénio é superior à do nitrogénio é possível obter oxigénio líquido por imersão de um recipiente com ar (Figura 6) em nitrogénio líquido.

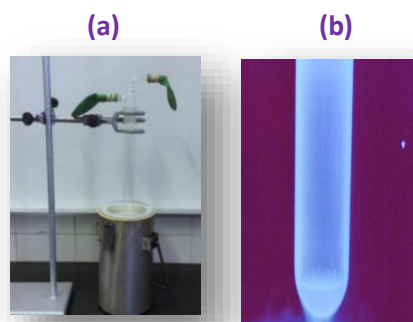


Figura 6

(a) Tubo «vazio» (Pyrex) a ser introduzido num vaso térmico contendo nitrogénio líquido.

(b) Tubo imediatamente após ter sido retirado do vaso térmico, mostrando no fundo um líquido:

1. Balões cheios sem esforço

O oxigénio liquefeito (Figura 6b) passa rapidamente ao estado gasoso assim que o recipiente que o contém deixa de estar imerso em nitrogénio líquido.

Podemos aproveitar para encher balões (Figura 7), sem necessidade de soprar!



Figura 7

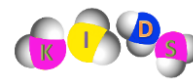
Oxigénio em sistema fechado:
balão vazio / balão cheio

2. Balões que respiram

Se voltarmos a colocar o recipiente dentro do nitrogénio líquido o oxigénio liquefeito volta a liquefazer e o ciclo pode repetir-se. Tal como os pulmões os balões enchem e esvaziam!

Agradecimentos

Ao Jorge Teixeira e à Marta Coelho, pelo apoio na preparação das novas experiências.
Ao grupo de alunos que deu as «mãos» para que o *Show* acontecesse, em particular ao João Álvaro Malta e ao João Pedro Moreira.



Química: de comer e chorar por mais

Ana Knittel^a, Cristina Gomes de Azevedo^b

^a Aluna do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^b Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

O século XXI parece estar a trazer novidades no campo da gastronomia.

De facto, o termo «gastronomia molecular» aparece já com alguma frequência no nosso quotidiano. Embora o seu nome imponha respeito, é apenas a aplicação da ciência a métodos de cozinhar praticados, alguns quase desde o domínio do fogo pelo Homem, em diversas sociedades.

A Gastronomia Molecular é um ramo da ciência dos alimentos. O seu objectivo é estudar do ponto de vista científico o que acontece quando se cozinha e se saboreiam os alimentos.

Distingue-se das ciências alimentares tradicionais pois encara a nutrição como um todo, desde os ingredientes crus, a sua preparação e, finalmente, a sua degustação e a forma como são apreciados pelos clientes. É assim uma área de estudos interdisciplinar que envolve a física, a química, a biologia e a bioquímica, mas também a fisiologia, a psicologia e a sociologia.

Ultimamente a atitude perante a cozinha e a comida foi completamente alterada. Além dos aspectos nutricionais, muito importantes, são cada vez mais associados à alimentação aspectos artísticos. A alimentação deve ser saudável mas também dar prazer. Comer pode ser uma aventura para os sentidos: o cheiro, o aspecto, a textura, o sabor! Deste ponto de vista a contribuição da ciência é fundamental, já que perceber o que está a ocorrer durante a confecção permite otimizar e desenvolver estes aspectos.

A introdução de novas técnicas e novos ingredientes, permite obter pratos “mais bonitos” e saborosos, impossíveis de obter por outros métodos, levando à letra o ditado “comer com os olhos”.

O uso de azoto líquido na culinária é um exemplo “da parceria” entre a ciência e a cozinha da qual resulta arte!

O azoto líquido não pode ser considerado um ingrediente uma vez que não se come – quando o prato é comido todo o azoto já se evaporou (já se transformou em vapor). Deve-se considerar mais um meio, uma técnica que permite a obtenção de melhores resultados, processos mais eficientes e mesmo produtos mais saborosos.

O azoto ou nitrogénio N_2 é um gás incolor e inodoro que faz parte da composição do ar que respiramos (cerca de 78% em volume), juntamente com o oxigénio O_2 (cerca de 20%) e outras substâncias gasosas como o dióxido de carbono, vapor de água, poluentes, etc.

O azoto líquido tem de ser transportado em recipientes de parede dupla onde se faz vácuo para melhor isolamento (Dewars, tamanhos vários). Estes recipientes podem ser metálicos ou em vidro de muito boa qualidade e resistente a grandes amplitudes térmicas.



Fig. 1 - Gelados

Os Dewars não podem ser herméticos nem abertos. Se são abertos perde-se azoto por evaporação. Se são fechados pode haver um grande aumento de pressão no interior (o azoto vai-se evaporando lentamente).

Todas as experiências devem ser feitas com cuidado, para evitar excessos, ou manipulação incorrecta, sendo de evitar o contacto com a pele, o qual pode provocar queimaduras graves. Assim devem usar-se luvas protetoras e óculos. A manipulação

deve ser feita em local bem arejado, pois a saturação do ar com o azoto gasoso evaporado pode provocar a diminuição de oxigénio disponível.



Fig. 2 - Dewar para transporte e armazenamento de azoto líquido

A técnica de fabrico de gelados utilizando azoto líquido assenta em duas características do produto que funcionam em parceria. São elas:

- A baixa temperatura do azoto líquido.
- Libertação espontânea de vapores de Azoto

Devido ao azoto no estado líquido ter temperaturas muito baixas (-196°C), a sua eficiência para congelar um outro líquido é muito elevada. Desta forma gelar um preparado com azoto líquido é uma tarefa muito rápida, funciona como uma ultra-congelação (congelação rápida de alimentos). Assim, com a ajuda de uma agitação enérgica e da descida rápida da temperatura, os cristais de gelo que se formam vão ser de tamanho muito reduzido (não têm tempo de crescer), logo o gelado vai apresentar uma textura muito cremosa. Os gelados fabricados pelo processo de refrigeração convencional (porque o arrefecimento é lento) apresentam muitas vezes cristais de gelo de dimensões mais elevadas o que se torna desagradável. Como os cristais são de dimensões muito reduzidas os gelados feitos com azoto líquido são mais perfumados, pois as partículas aromáticas têm uma maior facilidade de se difundirem.

Em consequência da agitação enérgica o azoto líquido está incorporado no interior da mistura. Com a subida da temperatura formam-se espontaneamente vapores de azoto

que vão contribuir para a formação da espuma e conferir-lhe uma textura mais vaporosa do que a obtida pelo método tradicional (quando só havia ar). Assim, são gelados mais fofos.



Fig. 3 - Adição do azoto líquido à mistura a solidificar



Fig. 4 - Mistura solidificada após adição de azoto líquido

Mas um gelado é um gelado o azoto não faz parte do gelado uma vez que se evapora muito rapidamente; para além de tudo é inodoro (não tem cheiro).

Desta forma podemos resumir as vantagens e desvantagens da utilização de azoto líquido na preparação de gelados da seguinte forma:

Vantagens

1. Rapidez de execução



2. A descida de temperatura é muito rápida, favorecendo a formação de “micro-cristais” de gelo, que fornecem uma textura muito cremosa ao produto final;
3. Ar incorporado por agitação, que confere ao gelado a sua consistência ligeira e suave, diminuindo a sensação de frio intenso na boca.
4. Azoto incorporado por evaporação e agitação, que confere ao gelado a sua consistência fofa e vaporosa
5. Os gelados são mais perfumados e os aromas são mais intensos, pois as partículas aromáticas são libertadas mais facilmente;
6. A velocidade de arrefecimento conseguido pelo azoto líquido, preserva a estrutura dos produtos que não perdem as suas características de origem
7. Os gelados são mais “frescos” no sentido de que são feitos no momento, não são conservados semanas em arcas, mantendo assim as suas qualidades e propriedades.
8. O azoto evapora-se. Não há efeitos secundários se o azoto utilizado for de origem alimentar.
9. Efeito artístico – pode ser preparado na presença do cliente, com um efeito altamente espectacular devido ao "fumo" que se liberta

Desvantagens:

1. Medidas de segurança adicionais face ao fabrico tradicional.
2. Difícil acessibilidade do azoto líquido.
3. Custo.
4. Restrição a profissionais.

Agora é só darem largas à vossa imaginação e prepararem um gelado com os vossos sabores favoritos!

Ainda assim deixamo-vos uma sugestão de comer e chorar por mais: iogurte grego natural, leite condensado, smarties e pepitas de chocolate.

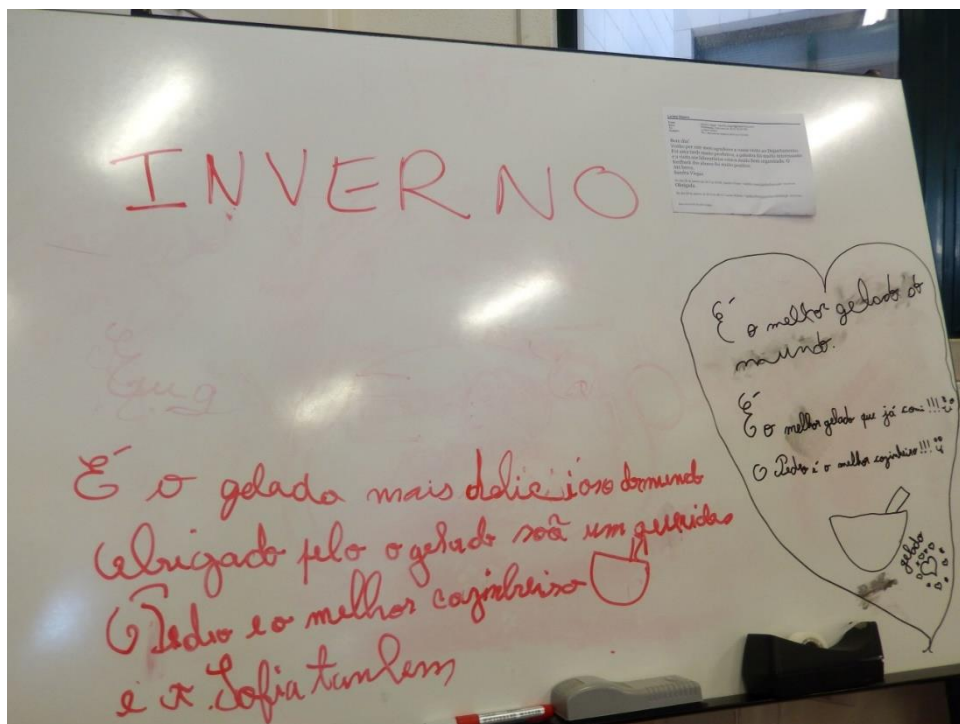


Fig. 5 - Opiniões de alunos do 1º ciclo após a visita aos Laboratórios Abertos Kids 2015

Primavera

-

Brincando com Luzes e Cores



As Cores da Química

Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão

Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A **química** é uma ciência que estuda a matéria e suas transformações. A **matéria** é tudo o que tem massa e ocupa espaço e pode ser líquida, sólida ou gasosa.

Tudo à nossa volta que podemos ver e pegar é matéria, como um ser vivo, um objecto, ou um alimento. Toda a matéria é **formada por partículas muito pequenas que se chamam átomos**.

O que faz um químico? Retira os materiais que existem na natureza para serem utilizados pelo homem em medicamentos, produtos de limpeza, perfumes, por exemplo. O químico também pode transformar estes produtos da natureza noutros diferentes que não existem na natureza e isso é muito importante pois podemos ter por exemplo novos medicamentos. Como é que isso se faz? Através de uma transformação química ou reacção. Os materiais iniciais, chamados de reagentes são transformados noutros materiais diferentes, os produtos. O que vão ver hoje é um a demonstração de algumas destas reacções em que se formam materiais coloridos, luminosos e com propriedades engraçadas, que usamos no nosso dia-a-dia.

Céu azul

Porque é que as vossas calças de ganga são azuis?

As calças de ganga são de algodão ou seja brancas. Na fábrica elas são tingidas com um material ou substância que lhe dá a cor azul e que se chama índigo.



Indigofera



calças de ganga



índigo

Esta substância pode ser retirada de uma planta ou pode ser feita num laboratório através de uma reacção que vamos fazer hoje.

Material:

- 1 proveta de 10 mL
- 1 proveta de 20 mL
- 1 Erlenmeyer de 50 mL
- 1 barra de agitação magnética
- 1 placa de agitação magnética
- 1 kitasato
- 1 funil de Buchner
- 1 papel de filtro

Procedimento:

- 1 – Medir numa proveta de a acetona (10 mL).
- 2 - Deitar no Erlenmeyer que contém o 2-nitrobenzaldeído (0,5 g) e a barra de agitação magnética.
- 3 – Ligar a agitação magnética.
- 4 - Medir numa proveta de a água (17 mL).
- 5 – Deitar gota a gota uma solução de hidróxido de sódio 2M (2,5 mL).
- 6 – Observar a formação de um sólido azul-escuro.
- 7 - Filtrar a vácuo.



Até ao infinito e mais além

Já todos ouviram falar em plástico. Vamos fazer hoje uma reacção para obter o *nylon* que é uma fibra têxtil que não existe na natureza. Faz parte da classe dos chamados polímeros. É muito usado no nosso dia-a-dia pois podem encontrá-lo na roupa que vestem, nos ténis, cordas e muito mais.



Aplicações do *nylon*

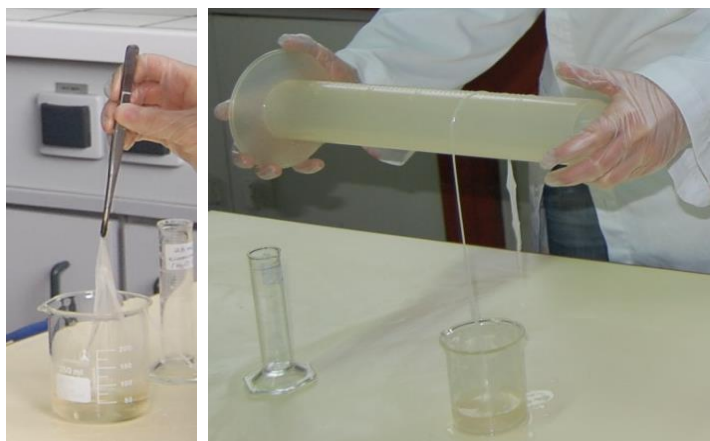
Material:

- 1 copo 50 mL
- 1 proveta de 25 mL
- 1 proveta de 20 mL
- 1 proveta de plástico grande
- 1 pinça

Procedimento:

1 – Deitar num copo de 50 mL da solução do cloreto do ácido adípico (25 mL).

2 - Deitar muito lentamente a 2ª solução do diamino-hexano (12,5 mL).



3 - Apanhar com uma pinça o filme que se começa logo a formar na interface e puxar continuamente à medida que o fio se vai formando.

4 – Enrolar o fio numa proveta de plástico grande à medida que se vai formando.

5 - Lavar com água corrente da torneira.

6 - Desenrolar e deixar secar ao ar.

Pirilampo mágico

Já todos ouviram falar de pulseiras e colares luminosos que se usam nas festas. São uns tubos de plástico que se dobram e agitam e que ficam luminosos durante várias horas. Quando dobramos o tubo estamos a fazer uma reacção! Os materiais de partida (reagentes) estão separados dentro do tubo. Quando dobramos o tubo, a separação parte-se, os reagentes encontram-se e dá-se a reacção. Só que neste caso além dos produtos também há a produção de luz que varia consoante os reagentes que se utilizam.



Além de serem utilizados para brincar, estes pequenos tubos luminosos podem ser utilizados no campismo (para iluminar), na pesca (para atrair os peixes) e como sinal luminoso muito útil para quem se perde.

Material:

- 1 tubo de ensaio com tampa
- 1 proveta de 10 mL
- 1 pipeta de 3 mL

Procedimento:

- 1 – Adicionar ao tubo de ensaio com os reagentes, acetato de etilo (10 mL)
- 2 – Tapar o tubo e agitar.
- 3 – Adicionar água oxigenada (3 mL)
- 4 – Agitar e observar a emissão de luz.



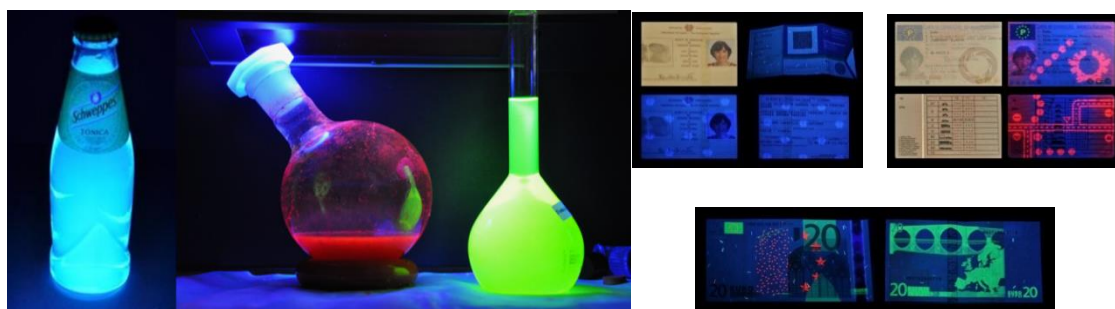
Brilha no escuro

Existem alguns materiais que brilham no escuro e dizemos que são fluorescentes.

Vamos ver alguns deles debaixo de uma lâmpada ultra violeta.

A água tônica tem uma substância fluorescente que se chama quinino.

Nas notas, cartas de condução e outros documentos importantes são colocados **produtos** fluorescentes para serem difíceis de falsificar.



A Luz e a Sombra

Utilizar a Luz para Desvendar os Mistérios da Natureza

M.A.N.D.A. Lemos, F. Lemos

Cerena, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A Ciência utiliza a luz para estudar os fenómenos naturais.

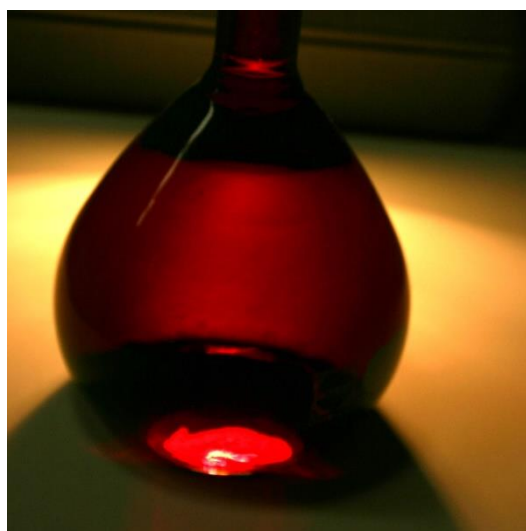
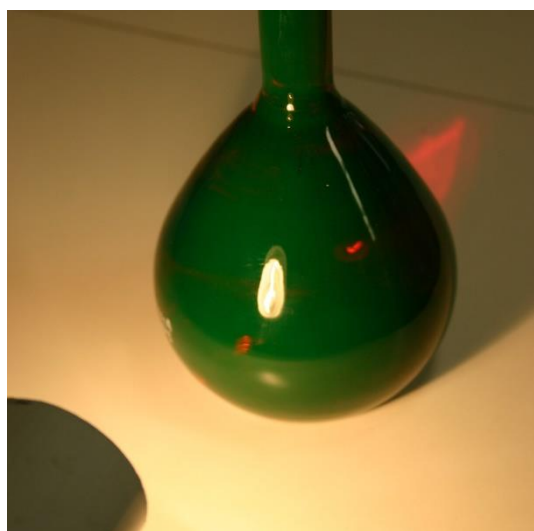
A luz das estrelas mostra-nos qual a sua composição. A luz que atravessa um material pode também ser utilizada para compreender a sua composição e estrutura.



A esta técnica chama-se espectroscopia (o estudo dos espectros ou fantasmas produzidos pela luz).

Se bem que a espectroscopia possa ser feita na zona da luz que vemos com os nossos olhos (a luz visível), muito pode ser estudado com outras fontes de luz, que nós não conseguimos ver.

A garrafa que se encontra em cima da mesa é um enigma que nos dá uma visão de como a luz interage com a matéria.



Esta garrafa, se fizermos incidir luz sobre ela, apresenta uma cor verde brilhante.

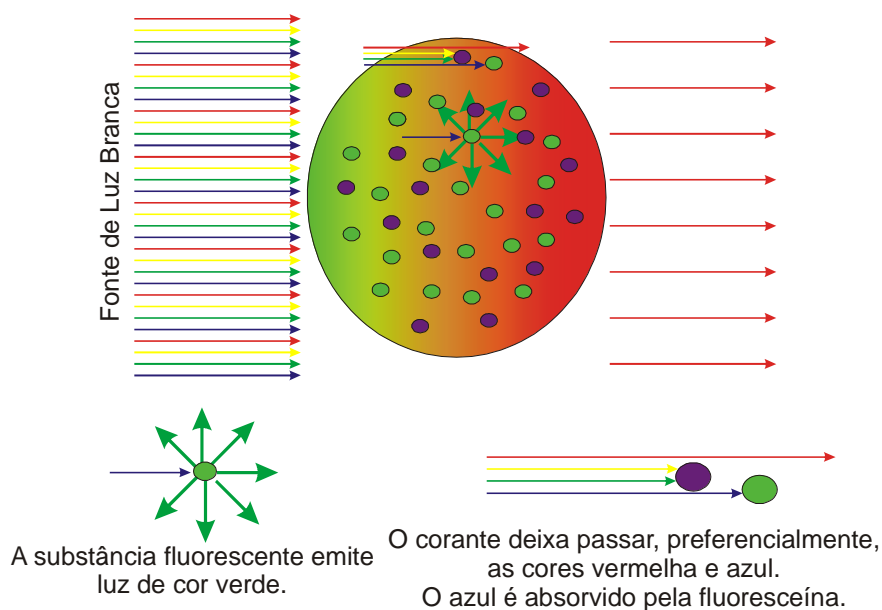
No entanto, se a mesma solução for vista do lado não iluminado apresenta um tom vermelho profundo, que contrasta com o verde brilhante quando observada do lado iluminado.

E este comportamento ocorre porquê?

Porque a solução contém duas substâncias, uma delas que absorve algumas das cores da luz incidente, e que, sozinha, lhe confere um tom violeta.



A outra que, quando sujeita a uma luz incidente, absorve a cor azul mas emite uma luz verde, o que lhe dá o aspecto verde brilhante.



Podemos aprender muito sobre as substâncias observando como a luz interage com elas...

Bombas de ursinhos

Ana Knittel^a, Cristina Gomes de Azevedo^b; Marta Coelho^c

^a Aluna do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^b Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

^c Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.



Fig. 6 - Ursinhos de gomas

As gomas que frequentemente comemos são na verdade uma mistura de gelatina, açúcar e vários corantes. Nós como químicos gostamos de dar nomes pomposos às substâncias, e como não poderia deixar de ser, açúcar pode ser também chamado de sacarose.

Será que conseguimos transformar um pequeno ursinho numa pequena bomba e formar uma grande coluna de luz? Se

conseguirmos, como o fazemos e o que acontece?

Bem sabemos que parece impossível, mas basta juntar a goma – fig.1 - a clorato de potássio!

A química é um pouco como a cozinha. Há certos ingredientes que mesmo que se juntem não lhes acontece nada, como a água e o azeite. Mas se juntarmos vinagre a por exemplo bicarbonato de sódio (usado por vezes nos bolos), dá-se uma reação química onde se liberta um gás formando muitas bolhas.

Mas as reações químicas não acontecem só no laboratório ou na cozinha. O nosso dia



Fig. 7 - Aquecimento do clorato de potássio com um bico de bunsen.

está rodeado delas. O ferro, por exemplo, passado algum tempo começa a ficar com “ferrugem”. Nesse caso diz-se que o ferro oxidou. Do mesmo modo, a maçã quando descascada há algum tempo, fica com uma tonalidade mais acastanhada, resultado de uma reação com o oxigênio que respiramos.

Com o clorato de potássio (que se parece com sal refinado) e o açúcar que está na goma também ocorre uma reação química que liberta muito calor e origina uma espectacular chama cor de rosa.

Quando queremos comer um ovo, não o comemos cru. Temos de o colocar em água a ferver e passado uns minutos veem que está cozido, ou seja, esse aquecimento provocou alterações no ovo deixando-o com uma consistência diferente. Assim já o podemos comer.

Por vezes situações idênticas acontecem num laboratório de química. Na verdade o se só juntássemos o clorato de potássio com um ursinho podíamos... bem... esperar sentados!

Para que esta experiência resulte temos de transformar um pouco o clorato de potássio. Assim, usamos uma chama forte, até que este pó branco derreta e fique parecido com água. Este aquecimento não serve só para “derreter” o clorato de potássio, serve também para o transformar outro reagente parecido – fig. 2.

Agora já está tudo pronto para juntarmos o ursinho. Quando o açúcar que está nas gomas toca no “clorato de potássio líquido”, ocorre uma reação química que liberta muita energia, ou seja, muito calor! Muitas vezes que há libertação de energia/calor, vemos o aparecimento de uma chama – fig. 3.

Há chamas de muitas cores diferentes. Esta em particular é cor de rosa, sempre cor de rosa, independentemente da cor do ursinho! Isto acontece por “culpa” do potássio. Pois é, não é por acaso que estamos sempre a falar em clorato de potássio. Esta experiência já seria engraçada mesmo que a chama fosse amarela, como o fogo dos isqueiros, mas quando temos um pouco de potássio, este torna as chamas com uma luz rosa!



Fig. 8 - chama cor de rosa resultante da reação

Um desafio: conseguem pensar noutra aplicação divertida para o potássio? Uma pista... pensem nos dias de festa como o ano novo... Exato! Fogo de artifício! Na próxima passagem de ano, quando virem foguetes cor de rosa, não se esqueçam que é culpa do potássio!



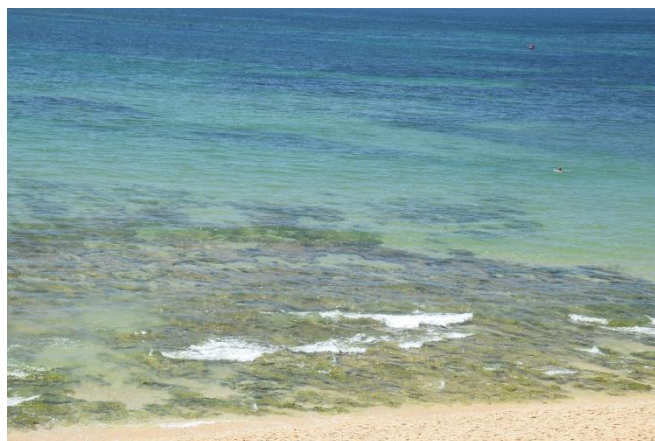
Fig. 9 - Fogo de artifício cor de rosa



Verão

-

Brincando com Materiais



Eu sou a "Pasta Maluca"

Alberto Ferro¹, Amélia Almeida²

¹ CeFEMA - Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

² CeFEMA - Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

EU SOU A "PASTA MALUCA"

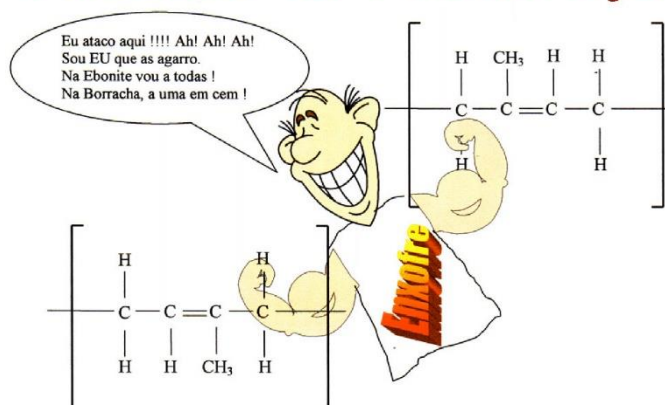
SOU MOLE OU SOU DURA, ALGUÉM ME AJUDA?

*" Lá vem a 'Pasta Maluca'
que tem muito que contar
Ouvi agora senhores
esta história de pasmar... "*

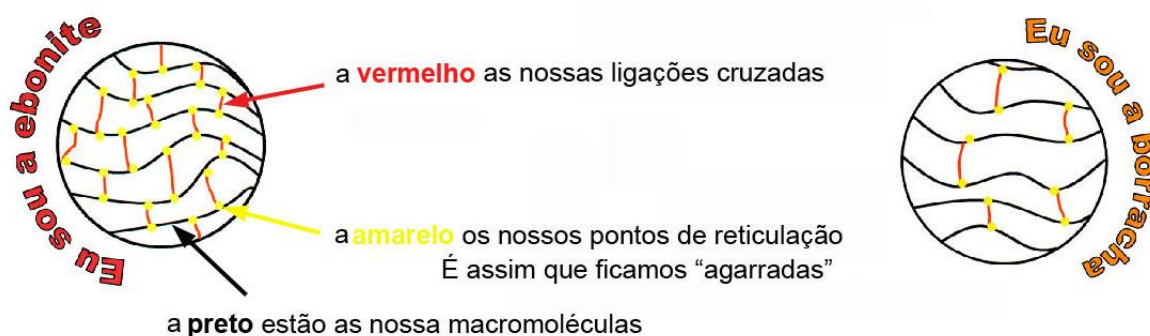


Eu sou a **Ebonite**, sou uma borracha supervulcanizada. As minhas macromoléculas estão presas umas às outras por átomos de enxofre, e eles são muitos, muitos. A minha estrutura é muito rígida, mesmo muito rígida.

O Mistério da Vulcanização



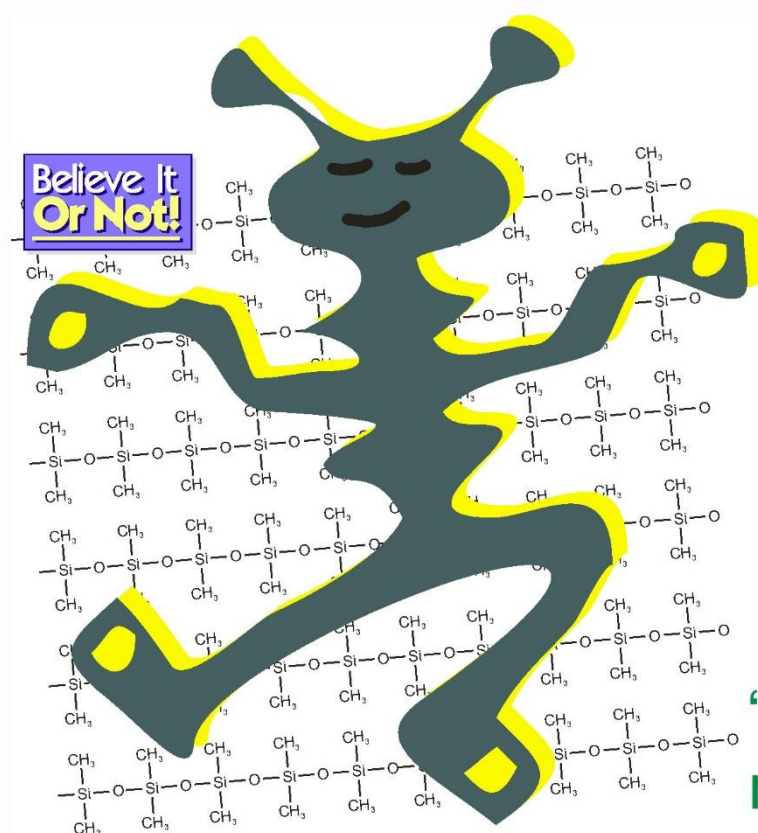
Eu sou a **Borracha**, sou também vulcanizada, mas as minhas macromoléculas estão presas umas às outras por apenas alguns átomos de enxofre. A minha estrutura é elástica e eu gosto de saltar e de me esticar.



Eu sou a **Pasta Maluca**, sou o polidimetilsiloxano. Podia ser outra coisa, desde que não fosse demasiado grande e as minhas cadeias fossem bastante livres e lineares. Sou muito sensível à velocidade de deformação, por isso me chamam Maluca. Vê como eu me estico como pastilha elástica, salto como uma bola ou me parto com vidro.



Eu sou a **Plasticina** e, em tempos, já todos brincaram comigo. Sou plástica como a massa tenra e sou bastante diferente dos meus vizinhos de cima. Sou uma espécie de líquido. Sou uma suspensão de partículas minerais muito finas numa borracha líquida. A mim já me conheces mas talvez não saibas o que me acontece se me puseres ao Sol ... ai estes ultravioletas ... este buraco de ozono.



Explosão de cores

Amélia Almeida

CeFEMA - Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Material:

- Prato fundo
- Leite gordo
- Corantes alimentares de várias cores
- Detergente líquido
- Palitos

Como fazer:

- Colocar o leite no prato
- Colocar algumas gotas de corante sobre o leite sem misturar as várias cores



- Molhar a ponta do palito com um bocadinho de detergente
- Colocar o palito no meio de uma das manchas de corante



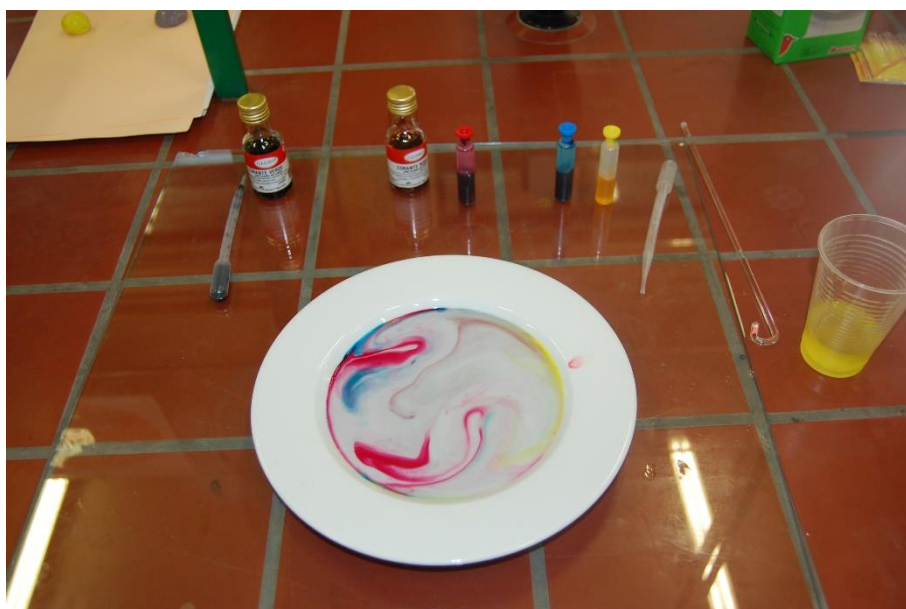
O corante explode!!!

- Colocar o palito no meio de outra mancha de corante

O corante explode novamente!!!

- “Passear” o palito pelas várias cores e ver que elas se misturam formando ondas.

Parece uma pintura!!!





Porquê?

O leite é essencialmente constituído por água mas também por proteínas e gorduras.

Quando colocamos os corantes na superfície do leite, eles não se misturam - cada corante forma uma mancha separada da outra.

No momento em que colocamos a ponta do palito com detergente dentro das manchas elas parecem explodir!

Isto acontece porque o detergente quebra as forças entre as proteínas e as gorduras e enfraquece a tensão superficial, fazendo as gorduras movimentar-se.

A tensão superficial acontece porque as moléculas de leite na superfície sofrem uma grande atração entre elas. No interior do líquido, todas as moléculas do leite sofrem essas mesmas forças de atração, mas em todas as direções. As moléculas de leite na superfície sofrem a atração apenas das moléculas na horizontal e das outras que estão abaixo, já que em cima existe apenas ar.

Como o número de moléculas que se atraem é menor, existe uma "compensação": uma força de atração maior acontece na superfície, formando quase uma "pele" à superfície do leite.

É a chamada **TENSÃO SUPERFICIAL**. O detergente consegue **ROMPER** a tensão superficial e as cores parecem explodir! Quando se movimenta o palito, as cores misturam-se formando padrões incríveis.



Brincando com maizena

Tomás Seixas

NEMat - Núcleo de Estudantes de Materiais, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A experiência da maizena é uma experiência lúdica muito fácil de realizar, seja em casa na cozinha ou num laboratório. Para preparar esta experiência precisamos apenas de:

Material:

- recipiente, preferencialmente de plástico
- água (de torneira)
- farinha maizena de pacote (acessível em qualquer supermercado)
- e... muita vontade de sujar as mãos...

Como fazer:

A preparação desta mistura tem, como os seus ingredientes sugerem, mais de intuição culinária do que de rigor científico. Começa-se, preferencialmente, por encher o recipiente com água suficiente para cobrir o fundo. De seguida, adiciona-se farinha até a mistura ficar saturada (a farinha fica em pó no topo da mistura). O próximo passo é revolver a mistura para garantir que toda a farinha é molhada, não formando grânulos secos. O processo é repetido até se obter a quantidade desejada ou se esgotar o pacote de maizena que se previa gastar. Como "*regra de algibeira*", para se obter uma mistura com as propriedades certas para a experiência, a proporção dos ingredientes deve estar entre duas porções de água para cada três porções de farinha e uma porção de água para cada duas porções de maizena. O segredo para se obter uma mistura com boas características é não usar demasiada água. A água deve ser adicionada com mais cautela do que a maizena e é sempre melhor ter que diluir (aguar) uma mistura demasiado pastosa do que ter de adicionar mais farinha a uma mistura demasiado aguada.



O que acontece e porquê?

Terminada a "fase culinária", pode-se iniciar a experiência, comprovando as propriedades mecânicas e reológicas que tornam esta mistura tão didática e divertida. Ao misturar água com maizena nas proporções devidas obtém-se um **fluido não-newtoniano**. Um fluido não-newtoniano não segue a lei simples da viscosidade de Newton, podendo a viscosidade depender da tensão aplicada, do tempo e da velocidade a que deformamos o fluido.

Um exemplo de um **fluido newtoniano** é a água que, quer a deformemos lentamente (mexendo a colher no chá) ou mais rapidamente (saltando para dentro de uma piscina ou atirando um balão de água), apresenta a mesma viscosidade.

Do outro lado, os exemplos de fluidos não-newtonianos não são, de modo algum, raros, especialmente quando consideramos polímeros (plásticos) e ingredientes culinários, dos quais o *ketchup* e a maionese são dos casos mais conhecidos.

A farinha maizena, por sua vez, permite compreender o comportamento de um tipo de fluido não-newtoniano, nomeadamente um **fluido dilatante** (*shear thickening*), caracterizado por um aumento da viscosidade aparente com o aumento da tensão. Este comportamento é facilmente identificado realizando duas ações:

- Primeiro, batendo com o punho ou com um dedo com força na mistura, reparamos que esta se comporta quase como um sólido, ou seja, demonstrando uma alta viscosidade aparente quando sujeita a uma elevada tensão. Para relevar ainda mais este facto, verificamos que quanto mais força aplicarmos, menos salpicos geramos, ou seja, o material aparenta ser mais viscoso.
- Para contrastar com a aplicação de elevadas forças e tensões pode-se, com o auxílio de um talher ou mesmo com o próprio dedo, mexer lentamente a mistura. O dedo ou o talher, aplicando forças baixas, permitem que a viscosidade aparente da mistura seja menor, comportando-se esta como esperamos que um líquido se comporte.



Este **comportamento dilatante** da maizena é semelhante ao das areias movediças, sendo que esta comparação pode também ser usada para estimular a imaginação das crianças se estas forem o público alvo da experiência.

A experiência da maizena é relativamente pouco dispendiosa, fácil e rápida de realizar, podendo servir como introdução a conceitos de reologia ou simplesmente como uma experiência lúdica para crianças e jovens, colocando-os em contacto com materiais com propriedades surpreendentes. Variações com recipientes maiores (como piscinas) ou



utilizando colunas (ondas de som) podem ser vistas em vários vídeos na internet e oferecem um elemento de diversão à experiência ainda maior.



Equipa

Coordenação

Maria Amélia Lemos
Cristina Gomes de Azevedo
Dulce Simão

As Quatro Estações do Ano

Alexandre Lemos
Alberto Ferro
Alda Simões
Amélia Almeida
Amélia Lemos
Ana Knittel
Beatriz Forte
Cristina Gomes de Azevedo
Dulce Simão
Faissen Lordeiro

Apoio na Realização

NEQIST
Carla Carvalho
Carla Salvador

Apoio Laboratorial

Ana Patrícia Cardoso Cotrim
Ana Paula Cruz
Bárbara Rita da Silva Abreu
Beatriz Maria Mira Gonçalves Pereira
Bernardo Diniz
Catarina de Jesus Pinto Gonçalves
Daniel Guilherme Henriques vicente
Diogo Miguel Monteiro Mosteias
Francisco Miguel da Cunha Fitas

Logística

Lurdes Ribeiro
NEQIST

As Quatro Estações do Ano

Fátima Rosa
Francisco Lemos
José Armando Silva
Maria Amélia Lemos
Maria Fernanda Carvalho
Mariana Costa
Marta Coelho
Rita Vilas Boas
Tomás Seixas

Jorge Teixeira
Leonel Nogueira
Marta Coelho

Inês Aniceto de Mendonça Neves Correia
Inês Marques Lobo
Joana Raquel Antunes Paulino
Margarida Isabel de Morais Funico Fiúza Vicente
Maria Ana Naughton Henriques Cardoso
Maria de Fátima Calixto Carvalho
Marta Lemos Ferreira
Miguel Almeida
Raquel Henriques



Raquel Marisa Moreira Valente

Rita Sofia Faria Ribeiro

Rita Vilas Boas

Sara Daniela dos Santos Sousa

Sofia Fontes Rocha

Tânia Batista Corrales

Tatiana Rodrigues Almeida

Tomás Seixas



Escolas Participantes

- Turmas do 3º Ano da Escola Básica n.º 1 do Pragal.
- Turmas do 3º Ano da Escola EB1 do Largo do Leão do Agrupamento de Escolas Luís de Camões.

Patrocínios

