



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO



Ano Internacional da  
**QUÍMICA**  
2011



Departamento de Engenharia Química e Biológica

**Laboratórios Abertos 2011**

**Editado por:**

**Departamento de Engenharia Química e Biológica  
Instituto Superior Técnico**

**Edição de:**

**Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo**

**Com a participação do Departamento de Bioengenharia**

**Com a colaboração de:**

**Núcleo de Engenharia Química  
Núcleo de Engenharia Biológica**

**Capa:**

**Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo**

**Fevereiro 2011**

**ISBN: 978-989-96933-1-9**

## Índice

Índice.....	3
Programa.....	4
Experiências no Laboratório.....	5
Módulo I – Química e Engenharia Química .....	5
Experiências no Laboratório.....	33
Módulo II – Ciências Biológicas e Bioengenharia .....	33
Equipa .....	39
Escolas Participantes .....	42
Laboratórios Abertos vistos pela Objectiva .....	43
Memórias da visita aos “Laboratórios Abertos Júnior 2011” no IST .....	43
Cativar os Alunos para a Química .....	44
Concurso de Fotografia – Química é Arte .....	45
Patrocínios .....	57

## Programa

### Programa

	<b>Horário</b>	<b>Actividades</b>
<b>Manhã</b>	9:30 h – 11 h	Experiências no laboratório (Módulo I ou II)
<b>Tarde</b>	14:00 h – 15:30 h	Experiências no laboratório (Módulo I ou II)

### Experiências no Laboratório

#### *Módulo I – Química*

- A Paleta Química das Cores
- O Arco-Íris da Química
- À Descoberta da Química Orgânica
- Show do Azoto

**Ou**

#### *Módulo II – Ciências Biológicas e Bioengenharia*

- Processos Biológicos: Pequena Escala, Grandes Aplicações
- Os Micróbios são Nossos Amigos

## Experiências no Laboratório

### ***Módulo I – Química e Engenharia Química***

A Química, e a Engenharia Química, através de experiências lúdicas, coloridas, misteriosas, saltitonas, como forma de conhecer o Mundo que nos rodeia, de melhorar a nossa vida cotidiana e levar a uma diversão de base científica.

## A Paleta Química das Cores

A Química é uma ciência que tem sem dúvida um elevado impacto visual quando as reações químicas envolvem mudanças de cor entre os reagentes e os produtos da reação. Em particular, há reações em que intervêm substâncias com um comportamento interessante e a que se chamam indicadores ácido-base, ou indicadores de pH. Através do uso destes compostos orgânicos, usualmente com elevado peso molecular, é possível planejar algumas experiências no laboratório como, por exemplo, escrever mensagens secretas ou fazer um desenho invisível que posteriormente será revelado a cor. Também se pode verificar a acidez ou a basicidade correspondente a um dado produto utilizado no nosso quotidiano doméstico como, por exemplo, vinagre, farinha Maizena, pasta de dentes ou lixívia, ou então compreender porque é perigoso fazer misturas das lixívias normal e correspondente gentil de forma a tentar melhorar a limpeza. Se estes são alguns dos ensaios possíveis em laboratório, em termos da natureza há uma grande diversidade de aplicações destes indicadores ácido-base, já que são eles que explicam a grande variedade de cores de frutas, flores e folhas que vão do vermelho-alaranjado, ao vermelho vivo, roxo e azul.

Este tópico inclui as seguintes experiências:

- Arte alcalina
- A couve roxa
- Incompatibilidade das lixívias

### Arte alcalina

Sílvia Chaves

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

A arte (do latim *Ars*, que significa técnica e/ou habilidade) é geralmente entendida como a actividade humana ligada a manifestações de ordem estética, feita a partir de emoções e/ou ideias e de modo a dar um significado único e diferente a cada obra de arte produzida. A capacidade de cada ser para se tornar um artista depende evidentemente das suas ideias, criatividade e imaginação, mas a parte que interessa aqui realçar é que a química (do egípcio *keme*, que significa terra) pode também desempenhar um papel no processo de apresentação da obra final.

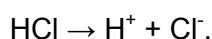
O que se propõe nesta experiência é que se dê azo à imaginação, ou então se escreva simplesmente uma mensagem, com uma solução incolor, após o que a folha de papel é colocada numa estufa durante cerca de 1 minuto. Decorrido este período, o que foi escrito/desenhado é revelado em cor carmim, depois de borrifar o papel com outra solução incolor.

O que acontece? Porquê o nome de “Arte alcalina”?

O que se passa é que neste ensaio se escreve/desenha com uma solução incolor de fenolftaleína (um conhecido indicador ácido-base) e depois se revela a cor carmim borrifando a folha de papel com uma solução incolor de hidróxido de sódio (NaOH) que é uma solução básica, também chamada de alcalina, o que explica o nome “Arte alcalina”.

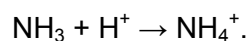
Então o que é um ácido?

Ácido pode ser definido como toda a substância que em solução aquosa liberta iões  $H^+$ . Um exemplo é o ácido clorídrico (HCl):



E uma base?

Uma base será uma substância capaz de aceitar iões  $H^+$ . Um exemplo é a amónia ( $NH_3$ ):



Alguns valores comuns de pH

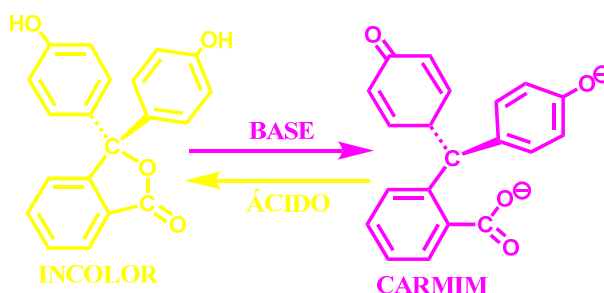
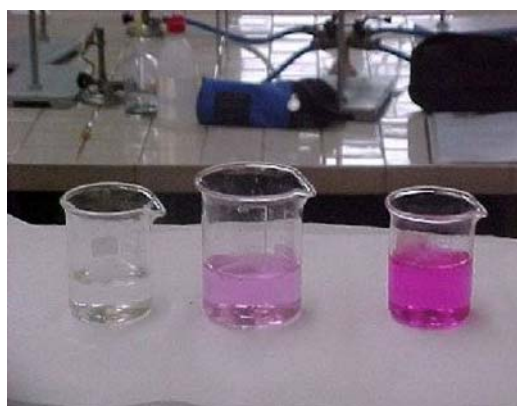
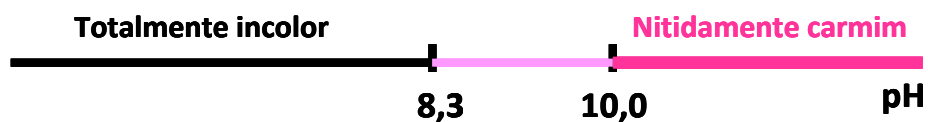
Substância	pH
Acido de bateria	<1.0
Suco gástrico	2.0
Sumo de limão	2.4
Cola (refrigerante)	2.5
Vinagre	2.9
Sumo de laranja ou maçã	3.5
Cerveja	4.5
Café	5.0
Chá	5.5
Chuva ácida	< 5.6
Saliva pacientes com cancro	4.5-5.7
Leite	6.5
Água pura	7.0
Saliva humana	6.5-7.4
Sangue	7.34 - 7.45
Água do mar	8.0
Sabonete de mão	9.0-10.0
Amónia caseira	11.5
Cloro	12.5
Hidróxido de sódio caseiro	13.5

O que significa pH?

O pH refere-se a uma medida que indica se uma solução é ácida ( $pH < 7$ ), neutra ( $pH = 7$ ) ou básica/alcalina ( $pH > 7$ ). Segundo a tabela ao lado, são exemplos de ácidos o sumo de limão, a coca-cola e o vinagre, o leite e a água pura são neutros, enquanto a água do mar e o sabonete de mãos são exemplos de produtos básicos/alcalinos.

Voltando agora ao ensaio com a fenolftaleína, esta é um indicador ácido-base, o que significa que é um composto que tem a particularidade de apresentar cores diferentes

consoante adquire iões  $H^+$  ou não. Assim, ela é incolor em soluções ácidas (em que recebe iões  $H^+$ ) e carmim em soluções básicas (em que esses  $H^+$  são removidos), sendo a sua zona de viragem de cor a pH 8,3 -10, apresentando nessa zona um tom rosa pálido. Como a solução de hidróxido de sódio usada para borrifar o papel tem um pH superior a 10, é revelado o desenho/mensagem no tom carmim característico da fenolftaleína na forma básica. Pode então dizer-se que a fenolftaleína tem cores distintas consoante o seu estado de protonação. Concretamente, em meio básico, são removidos os dois prótons dos grupos hidroxilo e o anel central da fenolftaleína abre. Esta nova forma desprotonada da fenolftaleína tem cor carmim.





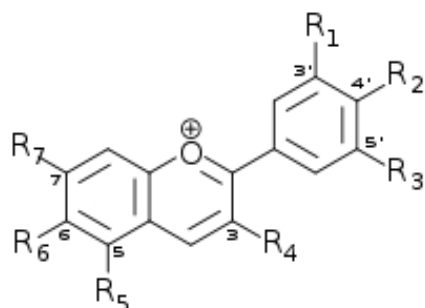
## A couve roxa

Sílvia Chaves

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

As **antocianinas** são pigmentos responsáveis por uma grande variedade de cores de frutas, flores e folhas. Estes pigmentos mudam de cor com o pH (maior ou menor acidez). É por isso que as hortênsias podem ser azuis ou cor-de-rosa, conforme o sítio onde são plantadas, ou conforme o que se põe na terra do canteiro do jardim. Outras flores e folhas, como por exemplo as azáleas, hibiscos e a couve roxa, também apresentam pigmentos deste tipo.

As antocianinas podem ainda ser utilizadas como corantes alimentares (E 163 corante vermelho), visto que os corantes alimentares sintéticos têm vindo a ser proibidos por razões de segurança.



Graças, então, às propriedades das antocianinas, é possível utilizar um extracto natural de couve roxa como indicador de pH (ou seja, da acidez ou da alcalinidade) de uma solução e construir uma escala própria de pH, com diversas gradações de cor.

pH	Cor das antocianinas
1-5	vermelho/rosa
6-7	violeta
8-10	azul
11-12	verde
> 13	amarelo

Nesta experiência é preparado um extracto de couve roxa, por maceração de pedaços de folha em álcool, e seguidamente é analisada a acidez/basicidade de vários produtos de uso doméstico corrente (vinagre, fermento, farinha Maizena, pasta de dentes, líquido limpavidros, lixívia).



### Incompatibilidade das lixívias

Clementina Teixeira

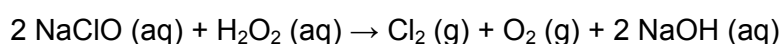
Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Já ouviu dizer lá em casa que a limpeza é mais eficiente se forem misturadas uma lixívia normal e a correspondente lixívia gentil? Espera-se que NUNCA tenha ouvido tal comentário, e já vai perceber porquê!

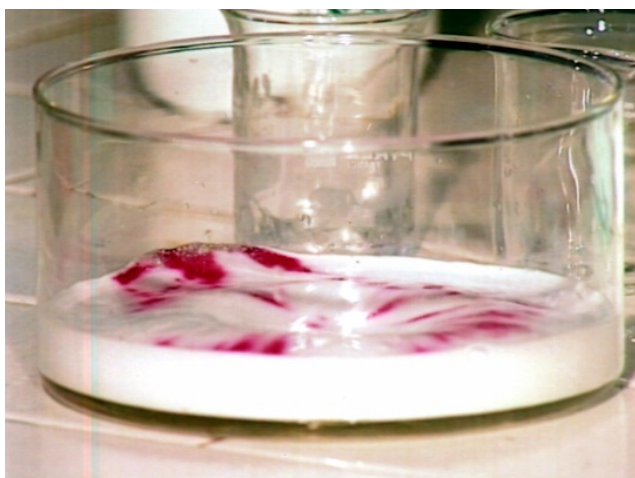
Uma lixívia normal é constituída por uma solução de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ), enquanto uma lixívia gentil é uma solução que, entre outros constituintes, contém água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Com umas gotas de solução de fenolftaleína pode-se verificar que a lixívia normal é básica (cor carmim do indicador), enquanto a lixívia gentil é ácida (indicador permanece incolor).

**As duas lixívias são incompatíveis e a sua mistura é nociva.** Com efeito, ao misturar as duas lixívias, verifica-se a libertação de gases (cloro e oxigénio) que ficam aprisionados no detergente formando uma grande quantidade de espuma compacta que costuma entusiasmar as pessoas por lhe atribuírem qualidades sépticas excepcionais. Pretende-se aqui alertar para aspectos de segurança visto que o **cloro é um gás altamente tóxico e corrosivo**, agindo principalmente sobre os olhos e sistema respiratório, e podendo chegar a ser fatal no caso de concentrações elevadas.

A reacção que ocorre é uma reacção química dita redox, visto que ocorre a transferência de electrões entre os reagentes.



Para provar que esta reacção se dá podem juntar-se umas gotas de fenolftaleína à mistura das duas lixívias e verificar o aparecimento da cor carmim característica de um meio básico (comprovativo da formação da base NaOH).



### Composição colorida: a química é arte!

Cristina Gomes de Azevedo

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

Maria Amélia Lemos

Centro de Engenharia Biológica e Química, Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia, Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A cor assume um papel fundamental na química.

A utilização da cor por parte da química pode ser encarada de diversas perspectivas. Frequentemente a cor é um objectivo mas também é a ferramenta chave por excelência, no diagnóstico dos fenómenos/reacções químicas. Quer no fabrico de tintas, pigmentos ou corantes quer nas reacções químicas que ocorrem com aparecimento/desaparecimento ou mudanças de coloração, a química é uma ciência repleta de cor.

Como seria a química sem cor? Muitos factos permaneceriam imutáveis outros não, mas de certeza a química seria uma ciência muito menos atractiva.

Neste conjunto de experiências os estudantes são convidados a fazer arte no laboratório! A mistura de cores deixada ao critério individual tem um enorme impacto visual que se pretende seja uma força motivadora e um estímulo na procura do “porquê” e na interpretação dos efeitos observados.

Os conceitos ilustrados nestas experiências envolvem as noções de misturas homogéneas e heterogéneas líquidas, solubilidade e miscibilidade.

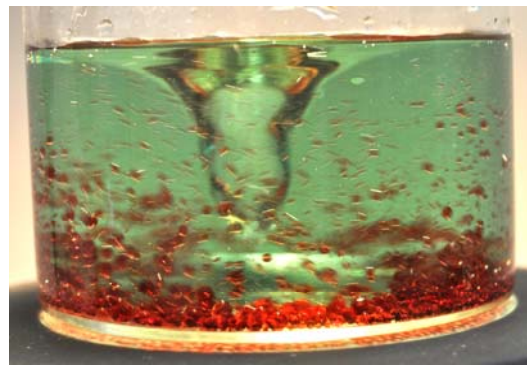
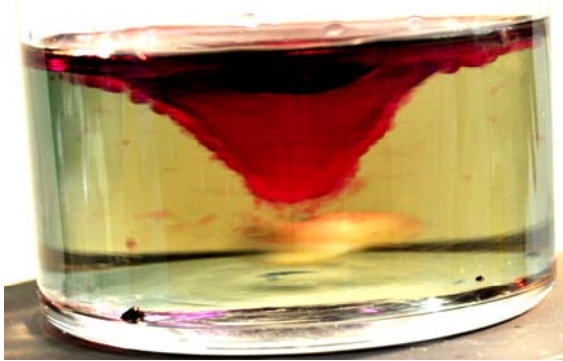
As misturas homogéneas apresentam composição uniforme (a olho nu não se distinguem os seus componentes) e as misturas heterogéneas apresentam composição não uniforme (distinguem-se os seus componentes a olho nu). Exemplos da primeira são soluções aquosas de álcool etílico (a água e o etanol estão tão bem misturados que a composição da mistura é uniforme) e exemplos da segunda são uma mistura de água e azeite (o azeite não se mistura com a água, e fica separado desta). O álcool é miscível com a água enquanto o azeite é imiscível. As forças intermoleculares entre as moléculas de água são do mesmo tipo das que existem entre as moléculas de etanol e assim as moléculas de água estabelecem com o etanol também o mesmo tipo de interacções. Daqui resulta a miscibilidade dos dois líquidos. Já entre azeite e água a situação é diferente. As interacções

entre moléculas de água-água é diferente das moléculas de azeite-azeite e os dois líquidos são imiscíveis. O azeite não se mistura e, por ser menos denso, fica por cima da água. Assim a água e o etanol formam uma mistura homogénea líquida, enquanto a água e o azeite constituem uma mistura heterogénea.

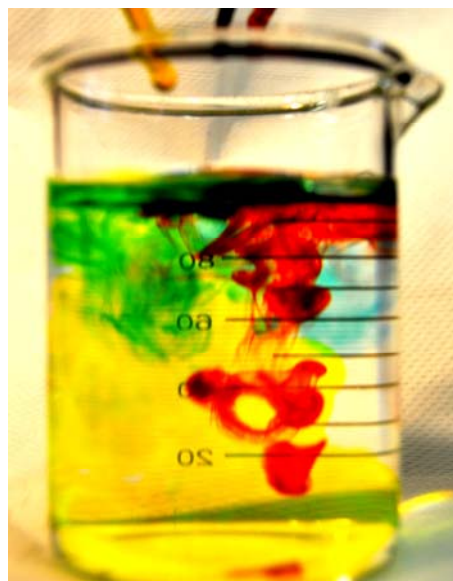
Uma palavra mais vulgar para designar uma mistura homogénea é solução. O componente em maior quantidade designa-se solvente e o outro soluto. Embora as misturas homogéneas possam ocorrer em qualquer estado físico usa-se normalmente a palavra solução para soluções líquidas. Pode-se obter uma solução a partir de um soluto sólido que ao dissolver-se no solvente (líquido) passou a fazer parte da solução líquida.

O fenómeno da dissolução resulta da interacção soluto-solvente. Quando uma substância (o soluto) se dissolve noutra (solvente) as partículas do soluto dispersam-se neste último. Isto significa que as forças intermoleculares (as forças de interacção) entre as moléculas de soluto são semelhantes às que existem entre as moléculas de solvente, o que permite que se estabeleçam interacções soluto-solvente do mesmo tipo. A solubilidade de um determinado composto num solvente pode resumir-se na chamada regra de ouro da solubilidade: "igual dissolve igual". Assim, a imiscibilidade entre 2 líquidos resulta do facto de cada um ter um diferente tipo de forças intermoleculares.

Sobre a bancada do laboratório os alunos vão encontrar várias soluções de diferentes cores. As misturas heterogéneas em causa são constituídas por 2 fases, uma fase orgânica (formada por diclorometano ou éter de petróleo) e uma fase aquosa. No caso do conjunto diclorometano/água a fase orgânica, por ser mais densa, fica por baixo da fase aquosa. Para o par éter de petróleo/água a posição relativa inverte-se. A coloração da fase aquosa é dada por corantes alimentares, enquanto a cor rosa da fase orgânica se deve à dissolução de uma pequena quantidade de cristais de iodo. Para cada mistura, estas 2 fases imiscíveis, sob a acção de forte agitação mecânica, através de um agitador magnético, interpenetram-se, produzindo vórtices coloridos com um efeito atractivo muito agradável. A diferente densidade relativa das 2 fases reflecte-se no tipo de resultados. Os estudantes têm a oportunidade de variar a velocidade de agitação para cada conjunto de soluções vendo o efeito que isso provoca na separação de fases.



Ainda no âmbito da “química é arte” realizar-se-ão experiências em que o aluno produz a sua composição colorida. Faz-se a adição, gota a gota, de diferentes soluções de indicadores corados (fluoresceína, vermelho congo, azul de metileno e carmim indigo) a uma solução aquosa. A sua diferente densidade e o facto de mistura não ocorrer instantaneamente traduz-se numa separação momentânea das soluções adicionadas. A quantidade de indicador, a velocidade de adição e as correntes de convecção que se vão gerar dentro da solução vão determinar os efeitos obtidos, sendo que o contraste de cores produz sempre um resultado “artístico”.



No intuito de distinguir a composição colorida mais atraente tirar-se-ão fotografias à “obra de arte” de cada grupo de alunos e, no final dos “*Laboratórios Abertos Júnior 2011*”, será eleita a vencedora.

Mais detalhes em: “*Spectacular Chemical Experiments*”, Herbert W. Roesky, 2007, Wiley-VCH Verlag GmbH & KGaA, Weinheim

## Um mistério colorido

Maria Amélia Lemos, Francisco Lemos

Centro de Engenharia Biológica e Química, Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia, Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

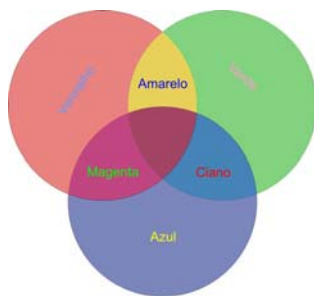
A visão é um dos mais importantes órgãos sensoriais do corpo humano e permite-nos ter uma imagem muito detalhada do ambiente que nos rodeia.

Muito daquilo que vemos, e muita da tecnologia que utilizamos para visualizar imagens, tem a ver quer com a forma como os objectos enviam a luz para os nossos olhos quer com a forma como os nossos olhos interpretam a informação que lhes chega.

Neste pequeno “*Mistério Colorido*” pretende-se ilustrar as duas principais formas pelas quais os objectos enviam luz para o meio que os rodeia.

A luz que nos chega de um objecto pode ter essencialmente duas origens – ou é originada directamente pelo objecto (que a emite) ou pode ser luz originada por outra fonte e que foi reflectida pelo objecto. Quando olhamos à nossa volta a maior parte do que vemos é luz reflectida – os objectos são iluminados pelo sol e reflectem uma parte da luz que recebem, absorvendo outra. O facto de absorverem uma parte e reflectirem outra tem a ver com a estrutura da superfície do objecto e com a composição química deste. Em particular a cor de que nos apercebemos da luz que atravessa uma solução depende fortemente da composição química desta, e os químicos utilizam este facto para obter informação sobre a composição dos materiais.

O exemplo mais evidente de um objecto que emite a sua própria luz é o sol, mas muitos outros estão à nossa volta, como os televisores e os ecrãs de computadores. Em relação a

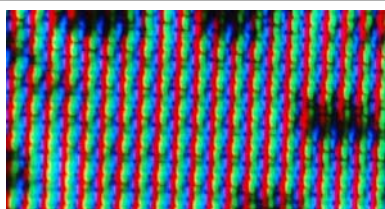


estes, a luz que emitem depende também da sua composição química (é assim que os astrónomos analisam a composição química das estrelas).

A luz do sol é composta por uma grande variedade de cores (associadas ao comprimento de onda da radiação) e os nossos olhos evoluíram de forma a interpretar a luz que vem do sol como sendo branca. O desequilíbrio entre as várias cores é interpretado pelos nossos olhos de



forma a identificarmos várias cores, o que é normalmente representado pela chamada “rosa das cores”. Algumas destas cores não correspondem efectivamente a cores reais, identificáveis com comprimentos de onda bem definidos – por exemplo, a cor designada por magenta é, na verdade, identificável com a ausência de verde na luz branca mas não pode ser atribuída a uma cor do espectro.



Pormenor de um ecrã de televisão

Todos estes factos são utilizados na tecnologia com que lidamos todos os dias. Uma televisão apresenta uma enorme variedade de cores mas, no entanto, só é capaz de emitir três cores diferentes – o vermelho, o verde e o azul (**RGB** – **R**ed **G**reen **B**lue) e é a composição destas três cores primárias que originam todo o espectro de cores que vemos.

Pelo contrário, quando imprimimos uma fotografia (ou pintamos um quadro), as cores são geradas por absorção de luz e não por emissão – as tintas que vamos colocar no papel removem algumas das componentes da luz incidente. Assim, ao contrário do processo *aditivo* que é utilizado nos ecrãs de televisão, a impressão é feita por um processo *substractivo* e as impressoras utilizam normalmente um outro conjunto de cores, as cores complementares – o ciano, o magenta e o amarelo, às quais é normalmente acrescentado o preto (**CMYK** – **C**yan **M**agenta **Y**ellow **B**lack).



Uma paleta de tintas

Vamos agora olhar para o balão que preparámos incidindo sobre ela uma luz forte. Se olharmos para o balão do lado em que incide a luz, a solução no seu interior parece ter um verde forte, opaco e brilhante; pelo contrário, se olharmos para ela do lado oposto à luz a solução parece ser de um vermelho profundo e transparente.

Esta garrafa contém duas substâncias dissolvidas. Uma é um composto fluorescente que, quando sujeito a iluminação, emite num comprimento de onda verde, o que confere à garrafa o tom verde brilhante que se observa do lado em que ela é iluminada. A outra substância é um corante que absorve alguns comprimentos de onda, apresentando um tom azul-avermelhado; é a combinação da luz que é absorvida por este corante e pelo composto fluorescente que confere o tom vermelho à solução quando observada do lado oposto à iluminação.

Para saber mais - T.T. Earles, A. Pearson, D. Blackman, J. Chem. Ed., 71(1994) 767.



## Bolinhas Saltitonas

Ana Maria Carmo e Ana Sara Knittel

Alunas de Mestrado Integrado Engenharia Biológica, Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Pedro T. Gomes

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

Qual a criança que nunca tenha corrido na tentativa de apanhar aquelas pequenas e coloridas bolas que, como que por “magia”, saltavam incessantemente?

Quantas dessas crianças não terão questionado o que teriam as “bolas saltitonas” (Fig. 1) de diferente em comparação com as outras? Possivelmente esta questão é daquelas que por vezes acompanha muitas pessoas até à idade adulta, e que agora nos propomos a esclarecer.

Para as conseguir, junta-se dois líquidos num copo de precipitação, uma solução aquosa de silicato de sódio e etanol, usando uma espátula para os misturar bem. Curiosamente, da junção destas duas substâncias obtém-se um “sólido”!



Figura 1 – Bolas Saltitonas

O silicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) em solução aquosa encontra-se na forma de um polímero incolor, bastante viscoso e de aspecto opalescente, conhecido por vidro líquido (“water glass”). Também se pode encontrar anidro, na forma de um sólido branco.

Em solução, o silicato de sódio dissocia-se nos iões  $\text{Na}^+$  e  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Este último, em meio ácido reage com os catiões  $\text{H}^+$  e forma o ácido silícico ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ), muito usado para a síntese de sílica gel cuja principal aplicação é a absorção de humidade.

Existem várias formas moleculares de silicato de sódio, sendo que nesta experiência utiliza-se meta-silicato de sódio, que apresenta a seguinte estrutura polimérica:

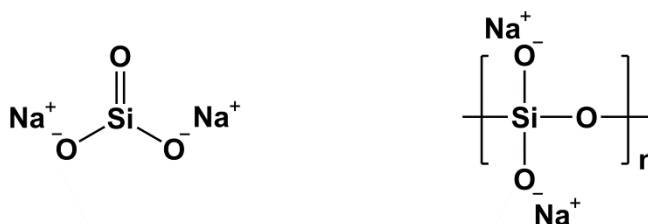


Figura 2 – Estrutura monomérica (esquerda) e polimérica (direita) do meta-silicato de sódio

O etanol, ou álcool etílico, (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) é uma substância orgânica com inúmeras aplicações no nosso quotidiano (Fig. 3).

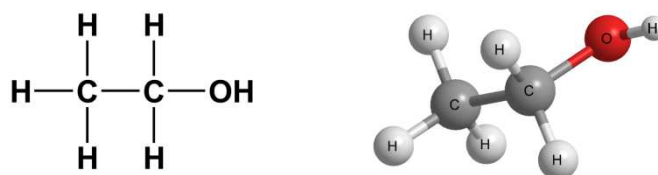


Figura 3 - Estrutura química bi- e tridimensional do etanol

O etanol possui na sua estrutura um protão relativamente ácido, que se encontra ligado ao átomo de oxigénio, que vai reagir com os grupos laterais básicos –O<sup>-</sup>Na<sup>+</sup> do silício da cadeia polimérica, gerando grupos –OH e o ião etóxido (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O<sup>-</sup>). Este último vai substituir nucleofilicamente outros grupos laterais –O<sup>-</sup>Na<sup>+</sup> e/ou –OH aos átomos de silício da cadeia polimérica inorgânica, dando origem a um polímero orgânico, que pertence à categoria dos poli(siloxanos) ou silicones (Fig. 4).

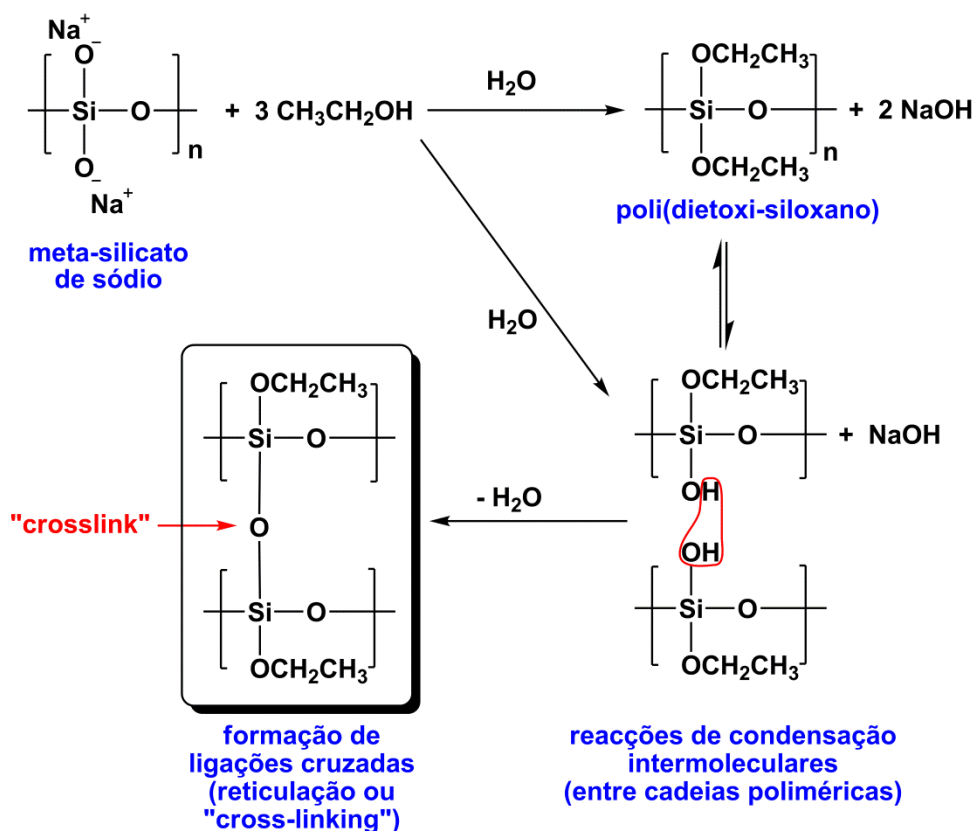


Figura 4 – Reações que ocorrem na formação do gel derivado da mistura entre a solução aquosa de meta-silicato de sódio e o etanol

As bolas saltitonas resultam de reacções de condensação entre as cadeias de poli(siloxano) formadas em solução, ocorrendo a formação de ligações cruzadas – “cross-links” – o que dá origem à formação de um material elastomérico (Fig. 4).

Nestas reacções de substituição e de condensação há a formação de outros produtos como o hidróxido de sódio e a água (Fig. 4). O hidróxido de sódio é extremamente irritante para a pele e em especial para os olhos, podendo provocar graves lesões na córnea, pelo que se deve vestir luvas e óculos de protecção.

Os “cross-links” não são mais do que ligações covalentes ou iónicas entre macromoléculas. No entanto, têm consequências muito interessantes nas características do novo material. Uma dessas características, muito relevante para as nossas bolinhas, é a diminuição da liberdade de movimentos das moléculas devido à formação de uma rede macromolecular.

Apesar de os cross-links serem fulcrais, se a sua densidade for muito elevada, a rigidez do polímero também o vai ser (rede densa). Portanto, polímeros com uma baixa densidade de cross-links (rede folgada) apresentam características como maior maleabilidade e elasticidade, sem as quais as bolas saltitonas não existiriam, pois nem teriam a sua forma, nem saltariam.

Não só a baixa densidade de ligações cruzadas mas também a própria estrutura molecular proporcionam que as cadeias funcionem como pequeníssimas molas que absorvem a energia do impacto quando a bola bate numa superfície e a impelem de volta (Fig. 5).

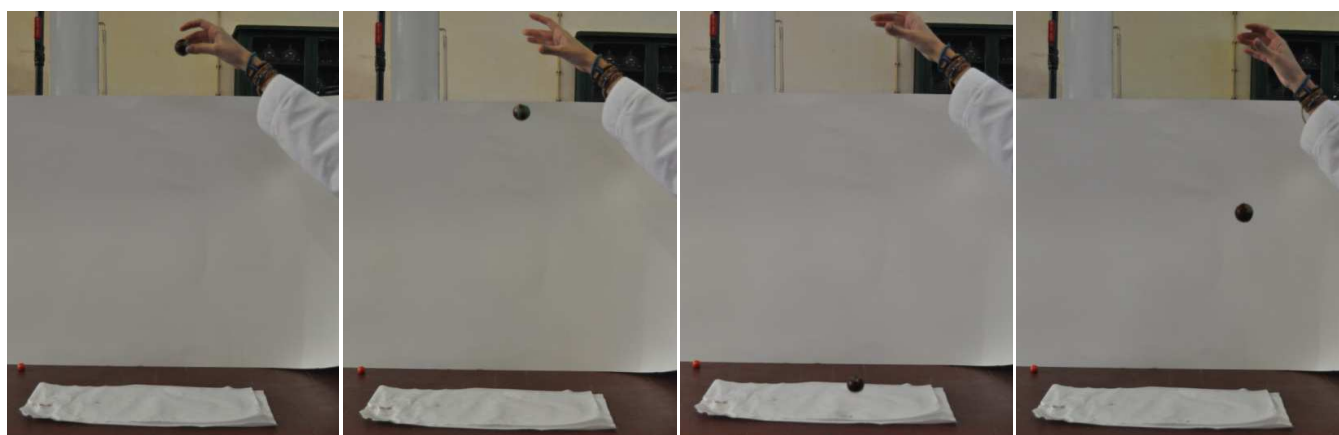


Figura 5 – Bolas Saltitonas em acção

Note-se que, apesar de a partir da mistura destes dois líquidos se obter uma substância aparentemente sólida, na realidade trata-se de um gel, ou seja, um polímero que devido às ligações cruzadas ficou como que inchado, retendo nos espaços entre as moléculas, o solvente (água) (Fig. 6).

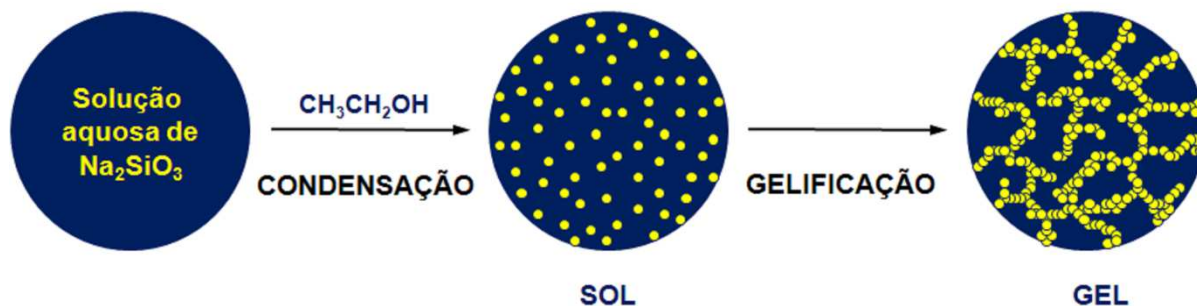


Figura 6 – Representação esquemática da formação e estrutura do gel

Como já foi referido, durante da formação da rede polimérica final, esta perde fluidez, embora possa ainda ser deformada. Por esta razão, as bolas adquirem a forma do recipiente onde se encontram.

Com um carácter puramente lúdico, antes de misturar as substâncias podem adicionar-se corantes (por exemplo corantes alimentares, por serem menos tóxicos) para tornar as bolinhas mais divertidas e apelativas (Fig. 1).

- Allcock, H. R.; Lampe, F. W.; Mark, J. E. *Contemporary Polymer Chemistry* (3ª ed.). New Jersey.: Pearson Education, Inc., 2003.
- Billmeyer, F. W. *Textbook of Polymer Science*. Interscience Publishers, 1962.
- Stevens, M. P. *Polymer Chemistry, an introduction*. (3rd ed.). New York.: Oxford University Press, Inc., 1999.
- Young, R. J.; Lovell, P. A. *Introduction to Polymers* (2ª ed.). Cheltenham.: Nelson Thornes, Ltd., 2002.
- Gelest, Inc. *Reactive Silicones: Forging new polymer links*. <<http://www.gelest.com/gelest/forms/GeneralPages/literature.aspx>> [in 21.1.2012].
- Ophardt, C. E. *Virtual Chembook* <<http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/404silicone.html>> [in 21.1.2012].

## À Descoberta da Química Orgânica

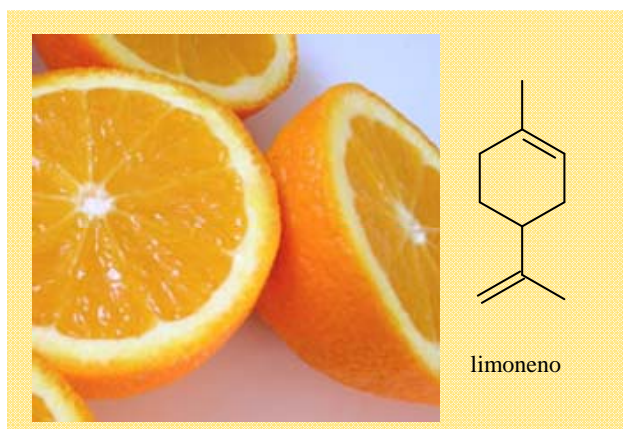
Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão

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

Matéria é tudo o que ocupa espaço e possui massa. Toda a matéria é constituída por moléculas que por sua vez é constituída por conjuntos de átomos ligados entre si. Os materiais podem classificar-se em substâncias (compostos) puras e em misturas de substâncias. A Química Orgânica é a química dos compostos de carbono e é a base de toda a vida na terra. Existe uma enorme variedade de compostos orgânicos. Estes podem ser obtidos a partir de produtos naturais por extracção, ou a partir de outros produtos químicos por reacção, conhecida como síntese orgânica. Deste modo podem obter-se novas moléculas, úteis no desenvolvimento de novos materiais, fármacos e outras biologicamente activas. Neste módulo pretende-se mostrar como se isolam substâncias de produtos naturais e como se podem preparar outras que podem ou não existir na natureza através de transformações químicas (reacções). Este tópico inclui as seguintes experiências:

### Extracção do limoneno a partir do óleo de laranja:

O limoneno é um composto orgânico constituído por átomos de carbono e hidrogénio (substância composta) e é o principal constituinte do óleo de laranja, um produto da indústria de sumos. É obtido por extracção mecânica da casca de laranja e é usado como aromatizante nas indústrias farmacêutica, de cosmética e alimentar. O óleo de laranja contém 95% de limoneno, e outros compostos, num total de cerca de 30 constituintes.



Nesta experiência, mostra-se como isolar o limoneno<sup>1</sup> do óleo de laranja obtido na indústria (Sumol), por destilação por arrastamento de vapor (Figura 1). O destilado (água e limoneno)

é passado para uma ampola de decantação (Figura 2) onde se processa uma decantação em funil para separação dos dois líquidos imiscíveis e com diferentes densidades.



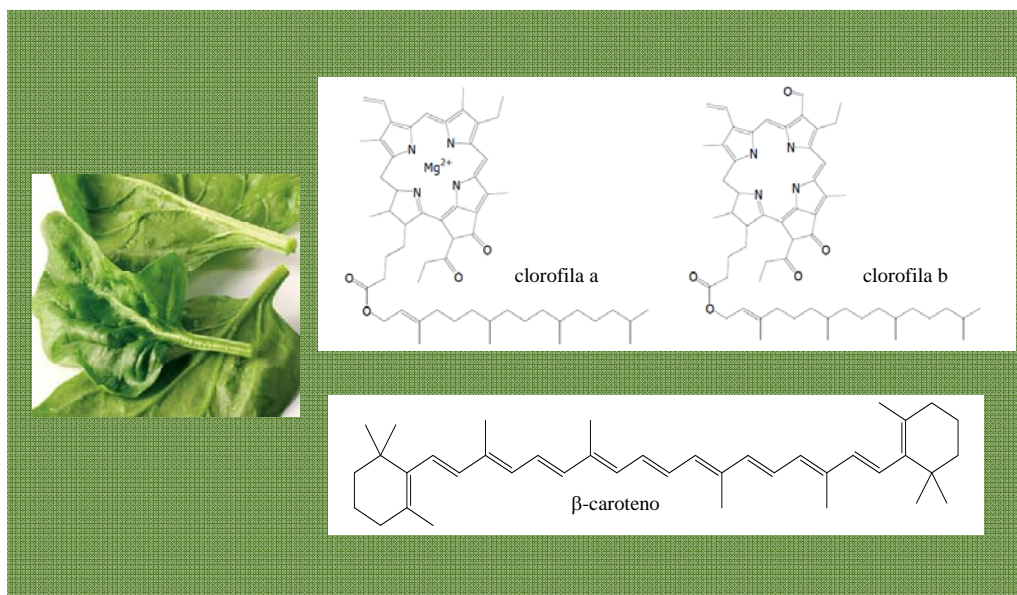
Figura 1 - Destilação por arrastamento de vapor do óleo de laranja.

Figura 2 - Separação do limoneno (Inês Pinto, MEB 3º ano)

[1] O.S. Rothenberger et al., J. Chem. Ed., 1980, 57 (10), 741.

### Extracção da clorofila dos espinafres:

Os principais pigmentos existentes nas folhas de espinafres são os compostos orgânicos: clorofila a, b e o  $\beta$ -caroteno. A clorofila é um composto foto receptor da luz visível, essencial para a realização da fotossíntese.



Nesta experiência vamos isolar estes pigmentos das folhas de espinafres<sup>2</sup>, através de uma técnica denominada extracção em soxhlet (Figura 3). As folhas de espinafres depois de submetidas a esta extracção ficam completamente descoloridas (Figura 4).



Figura 3 - Extracção da clorofila em soxhlet

Figura 4 - Espinafres antes e depois da extracção

Em seguida, separa-se o solvente por destilação recorrendo a um evaporador rotativo (Figura 5).

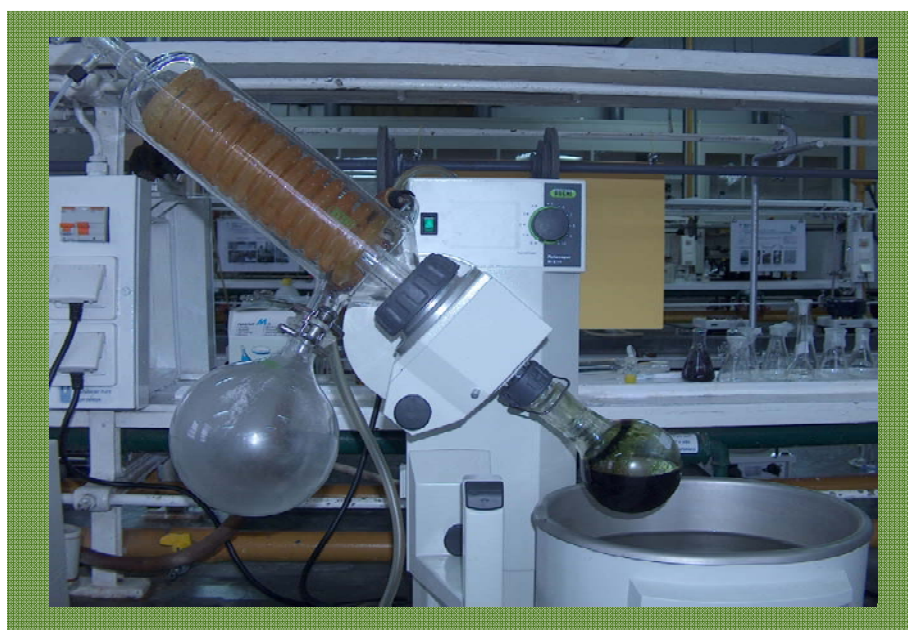


Figura 5 - Destilação num evaporador rotativo



Figura 6 – coluna de cromatografia para separação das várias substâncias dos espinafres.

Deste modo obtém-se o chamado extracto que consiste numa mistura de clorofila a, b,  $\beta$ -caroteno além de outras substâncias em menor quantidade. Estes compostos podem ser separados através de cromatografia em coluna, onde as diferentes substâncias se separaram devido às diferentes capacidades (polaridades) de se fixarem (adsorverem) num material sólido (Figura 6).

[2] D.J. Waddington; H. S. Finlay, Organic Chemistry through Experiment, Mills and Boon Ltd, London, 1977, 168.

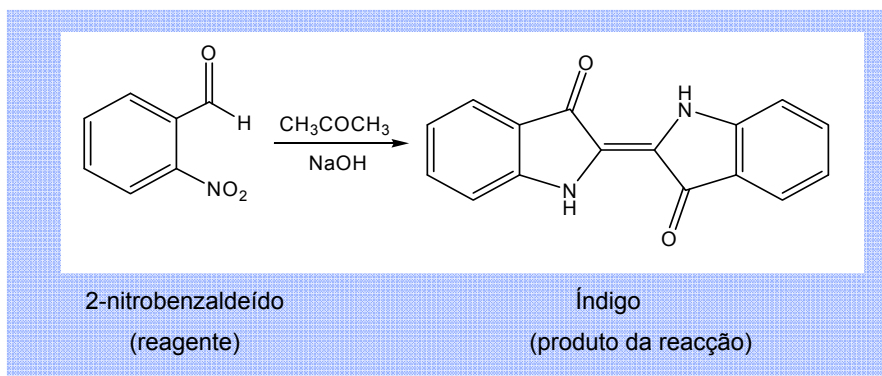
### Síntese de um corante azul (índigo)

O índigo ou anil (nome tradicional português) é o corante mais antigo conhecido que foi usado pelos antigos egípcios que conheciam o processo de isolamento a partir de plantas das espécies *Indigofera* (*Indigofera tinctoria*) e teve grande importância na economia da época antiga e medieval. Mais recentemente, foi usado para tingir os casacos azuis fornecidos pelos Franceses aos Americanos durante a Revolução Americana e para tingir a roupa de ganga, na altura usada só como fato de trabalho.





Uma reacção química é uma transformação química onde há a formação de novas substâncias (produtos de reacção) com propriedades diferentes das iniciais (reagentes). A descoberta da reacção que origina este corante, desenvolveu muito a investigação em química orgânica. Nesta experiência, mostra-se como se sintetiza um composto orgânico.



Os reagentes desta reacção são o 2-nitrobenzaldeído, acetona e hidróxido de sódio. Depois de se adicionarem os reagentes, passados alguns segundos, observa-se a precipitação do índigo (Figura 7). Este corante é isolado por filtração em vácuo (Figura 8). O corante obtido é exactamente igual ao que é extraído da planta e pode ser utilizado para tingir um tecido.



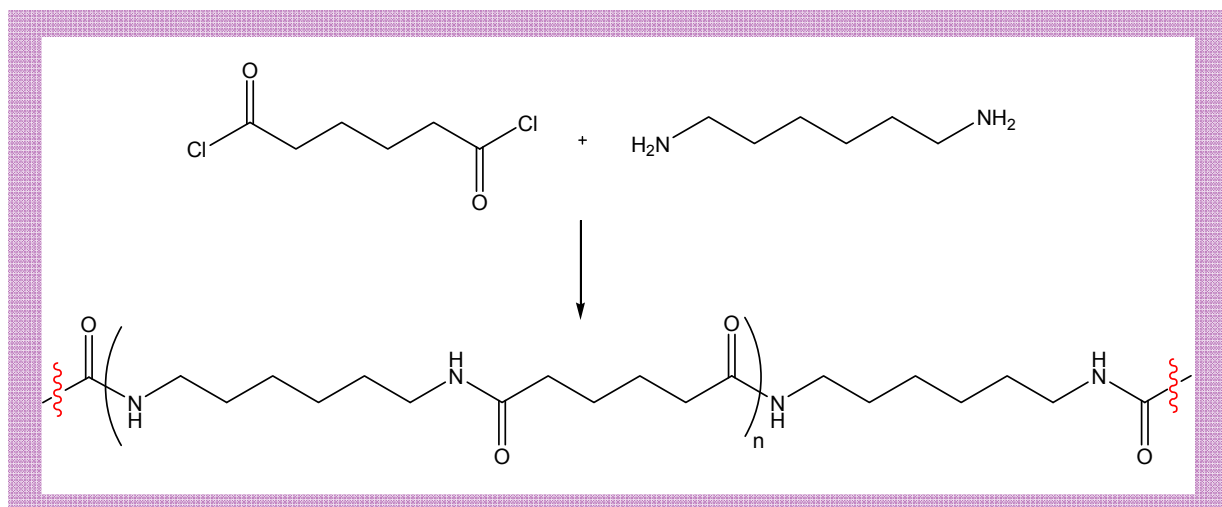
Figura 7 – Precipitação do índigo



Figura 8 – Filtração em vácuo

[3] Harwood; C. J. Moody and J. M. Percy, Experimental Organic Chemistry, Blackwell Science, 2<sup>a</sup> Ed. 1999, 622-623.

## Síntese de um polímero (Nylon)



O nylon é uma fibra sintética com grande interesse industrial por ser muito resistente e flexível. Foi descoberto na tentativa de encontrar um material sintético com propriedades semelhantes às da seda. O nylon é um polímero, ou seja é constituído por grandes moléculas (macromoléculas) formadas através de uma reacção denominada polimerização onde se dá a reacção entre moléculas menores (monómeros) para formar o polímero. Este polímero é uma poliamida, porque contém grupos  $\text{-CO-NH-}$  na sua cadeia principal de carbono. Nesta experiência este polímero vai ser sintetizado utilizando como reagentes o cloreto do ácido adípico e o 1,6 diamino-hexano. O fio de nylon é puxado com uma pinça à medida que se vai formando e pode ser enrolado numa proveta de plástico grande ou num sistema apropriado de roldana<sup>4</sup> (Figura 9).

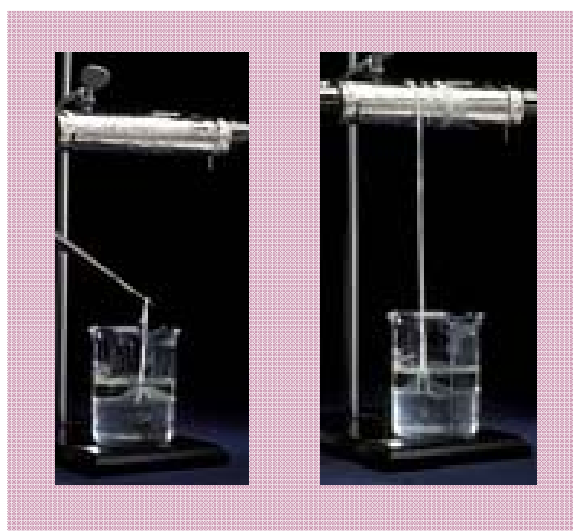
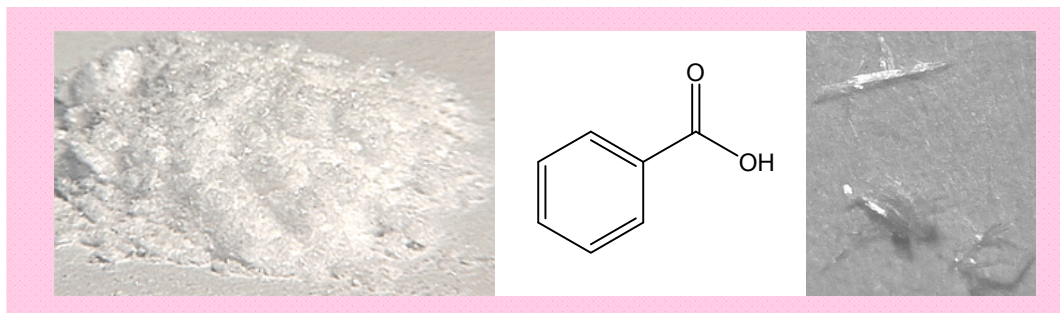


Figura 9 – Formação do fio de nylon  
(<http://joelgordon.photoshelter.com>)

[4] K. J. Saunders, Organic Polymer Chemistry, Chapman and Hall, 2<sup>a</sup> ed., 1988, 191.

## Purificação do ácido benzóico por recristalização

O ácido benzóico é um composto orgânico muito utilizado como aditivo alimentar na indústria. É um sólido que, quando puro se apresenta sob a forma de cristais brancos.



O principal método de purificação deste composto bem como de qualquer sólido é a recristalização<sup>5</sup>, que consiste na dissolução do composto a purificar no mínimo de um solvente adequado a quente (Figura 10), filtração a quente para separação das impurezas insolúveis (Figura 11) e arrefecimento da solução com a cristalização do composto mais puro.

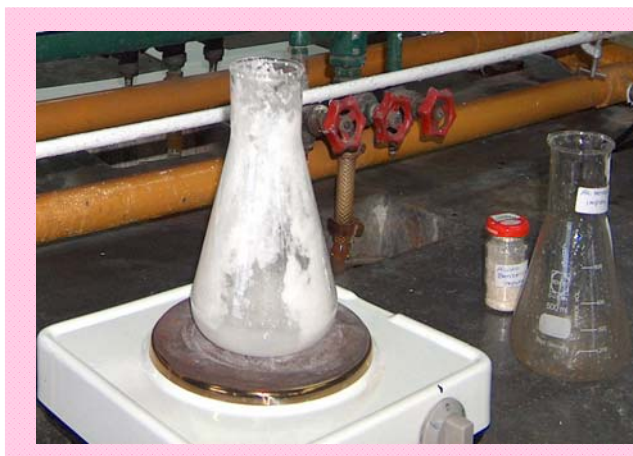


Figura 10 – Aquecimento para dissolução do ácido benzóico em água.



Figura 11 - Filtração a quente.

[5] A.I. Vogel, Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, Longman Scientific and Technical, 5<sup>a</sup> Ed. 1989, 135.

## Purificação da acetona

A acetona é muito utilizada para remover o verniz das unhas por ser um bom solvente. Por esse motivo é também muito utilizada no laboratório. A acetona que é utilizada em reacções, extracções e purificações é recolhida com impurezas. No entanto, ela pode ser de novo utilizada se for purificada, para isso recorre-se a uma destilação fraccionada<sup>6</sup> (Figura 12) onde se separa a acetona de outras substâncias com pontos de ebulição diferentes.



Figura 12 – Destilação fraccionada da acetona

[6] Organikum, Química Orgânica Experimental, Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª Ed. 1997, 57.

#### Quarto escuro

Observação de compostos orgânicos sob uma lâmpada de ultra violeta como por exemplo, o quinino existente na água tônica (Figura 13), a clorofila extraída anteriormente, a fluoresceína (Figura 14) muito utilizada para detecção de águas subterrâneas, exames oftalmológicos (angiogramas) e como marcador biológico, como por exemplo em química forense. Existem também compostos fluorescentes em notas, cartas de condução e outro tipo de documentos (Figura 15). Este tipo de análise é de igual modo usado em investigação criminal para verificação da validade de papel-moeda e de diversos documentos.



Figura 13 – Água tônica sob luz natural e sob luz ultra violeta.



Figura 14 – Solução básica de fluoresceína sob luz natural e sob luz ultra violeta.

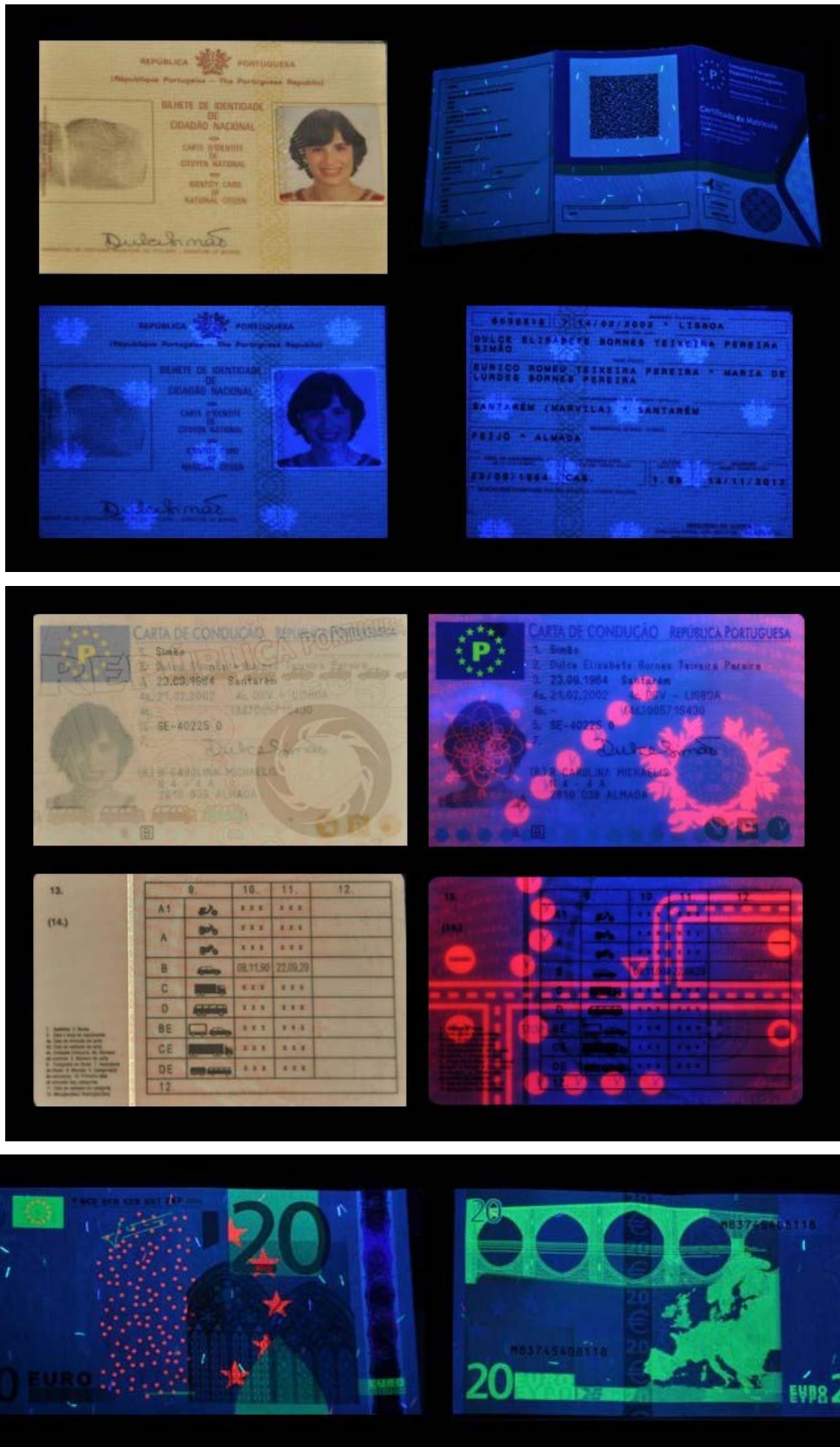


Figura 15 – Vários documentos e notas sob luz natural e sob luz ultra violeta.

## ***CO<sub>2</sub>, o Mau da Fita - Experiências com Neve Carbónica, Bolas de Sabão e Azoto Líquido***

Clementina Teixeira\*, Vânia André\*

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

O dióxido de carbono sólido, também conhecido por neve carbónica ou gelo seco, enriquece os shows de azoto e permite realizar muitas outras experiências de microscopia química: observação da formação de microcristais de gelo à lupa estereoscópica; reacções de ácido-base com NaOH, em presença de indicador universal, também ao microscópio. Muitas destas experiências, filmagens incluídas, encontram-se provisoriamente publicadas na Web [1], apenas pedimos ao leitor alguma paciência na sua consulta. As microfotografias das reacções permitem construir padrões giríssimos que podem ser estampados em T-shirts, quadros, marcadores de mesa, calendários, etc. Alguns exemplos destes trabalhos incluídos no projecto “IST Microfashion”, serão apresentados na exposição “Artesãos do Século XXI”. Algumas das experiências do “Show de azoto” podem ser realizadas com CO<sub>2</sub> (c), fornecido na forma de palitos que sublimam à temperatura de -78°C, à pressão de 1 atmosfera. Nessas condições e abaixo do ponto triplo, dá-se a sublimação sem passar pelo estado líquido, daí a designação de gelo seco [1]. Eis uma listagem das experiências feitas em muitos dos nossos shows e aulas de Laboratório de Química Geral:

**Experiência do balão ligado ao Kitasato.** Colocando alguns palitos de CO<sub>2</sub> (c) num kitasato numa montagem idêntica à do show de azoto, com um balão adaptado no braço lateral, pode-se encher o balão, soltá-lo para que rodopie no ar e, até, rebentar o balão, o que leva muito mais tempo do que no caso do azoto líquido.

**Experiência da luva cheia.** Introduzem-se numa luva de latex palitos de gelo seco e fecha-se a luva com um nó. O gelo seco vai sublimando com uma expansão formidável. Ao fim de algum tempo a luva gigante estoura espectacularmente! Se a luva cheia de CO<sub>2</sub> (g) for mergulhada em N<sub>2</sub> (l), o gás volta a solidificar, dado que a temperatura baixa a -196°C. Agitando a luva com o sólido, obtemos um ruído semelhante ao das maracas.

**Banho de espuma.** Palitos de gelo seco em água quente com detergente, fazem bolhas que rebentam e rodopiam. Os palitos ficam rodeados de gelo por solidificação da água. Com um corante vermelho a experiência torna-se ainda mais apelativa.

**Gelo seco em proveta ou balão com indicador de lírio ou indicador universal.** Os palitos são introduzidos num balão volumétrico ou proveta cheios com solução de NaOH

contendo cerca de 6 mL de indicador universal. À medida que se dá a reacção de ácido-base as cores vão variando do roxo para o verde, amarelo, laranja e finalmente vermelho quando a solução fica ácida. Ao mesmo tempo, os vapores sublimados descem em nuvens brancas espessas arrastando gotículas de água, mostrando também que o CO<sub>2</sub> (g) tem uma densidade superior à do ar. O indicador universal pode ser substituído pelo suco de lírios roxos esmagados, que têm as mesmas propriedades da couve roxa.

**Gelo seco em garrafa de champanhe.** Introduzindo palitos de CO<sub>2</sub> (c) numa garrafa de champanhe com água, obtemos água carbonatada que funciona como uma gasosa e podemos simular o estouro equivalente à abertura de uma garrafa de champanhe.

**Gelo seco ao microscópio.** Observando um palito de gelo seco com uma lupa estereoscópica obtemos cristais de neve e correntes de CO<sub>2</sub> (g) a sublimar, que fazem lembrar uma tempestade polar.

**Caldeirão das bruxas.** Experiência em que se misturam: água quente com corante; preparado de bolas de sabão gigantes com detergente, glicerina e totocola (solução de álcool polivinílico); palitos de gelo seco e finalmente azoto líquido. Mas que show!

**Bolas de sabão gigantes.** As receitas foram publicadas anteriormente [2,3] mas a adição de totocola à solução de detergente com glicerina torna-as muito mais resistentes e aderentes à lã. Podem-se fazer jogos de soap-ball num tapete de feltro de lã, e fazer batimentos com luvas de lã, sendo o record de 110 toques de Carolina Belchior.

As regras de segurança para o manuseamento do gelo seco são idênticas às do show de azoto (óculos de protecção e luvas) e além disso convém que a sala seja arejada, pois o dióxido de carbono em grandes concentrações é irritante.

[1] C. Teixeira, <http://web.ist.utl.pt/clementina/microscopiaquimica1>  
<http://web.ist.utl.pt/clementina/microscopiaquimica4>  
<http://web.ist.utl.pt/clementina/microscopiaquimica5>  
<http://web.ist.utl.pt/clementina/microscopiaquimica6>

[2] M.N.B. Santos, C. Teixeira, "Bolas de Sabão: preparação, estrutura e propriedades", Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 94, 31-36, 2004.

[3] C. Teixeira, S. Chaves, <http://web.ist.utl.pt/clementina/Bolasdesabao>,  
<http://web.ist.utl.pt/clementina/Bolasdesabao1>.



## Experiências no Laboratório

### ***Módulo II – Ciências Biológicas e Bioengenharia***

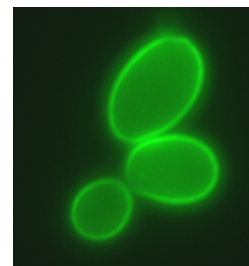
Se a Química permite colocar as Moléculas ao nosso serviço, a biotecnologia alarga o campo para pôr os organismos biológicos (também compostos de moléculas!) ao trabalho. Vamos ver os micro-organismos que nos rodeiam e como os aplicamos...

## Os Micróbios São Nossos Amigos

Miguel Teixeira

Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia (IBB), Departamento de Bioengenharia, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Neste módulo reuniu-se uma série de experiências e demonstrações que pretendem desmistificar o conceito de que micróbios são todos maus! Reuniu-se, nesse sentido, uma série de exemplos de microorganismos, de bactérias a fungos, que têm elevado impacto positivo na nossa vida cotidiana, e até na nossa saúde. Alguns dos exemplos incluem organismos cujo estudo está em curso no Grupo de Ciências Biológicas do IST.



### Microorganismos ao serviço do ano

Neste conjunto de experiências, pretende-se dar a conhecer os estudos que estão a ser levados a cabo no grupo de ciências biológicas do IST, no âmbito dos mecanismos de infecção bacterianos de células eucariotas: humanas e de plantas.



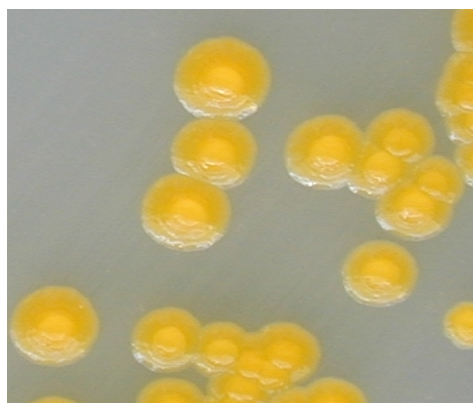
Numa primeira exposição, os visitantes verão exemplos de fungos (bolor) com elevado interesse clínico e biotecnológico. Por exemplo, verão colónias da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, famosa como levedura do pão e da cerveja, e dos fungos filamentosos *Penicillium chrysogenum*, que produz o antibiótico natural penicilina G, e *Penicillium roqueforti*, componente de cheiro e odor intenso do queijo Roquefort.

Um segundo exemplo, é o caso da bactéria fixadora de azoto *Sinorhizobium meliloti* que infectam raízes de plantas da espécie *Medicago sativa*. As bactérias entram nas raízes das plantas, aí se instalando e constituindo nódulos visíveis a olho nu (se forem grandes e rosados, o processo de fixação de azoto está em curso – Figura à esquerda). Esses nódulos são fábricas onde as bactérias produzem azoto numa forma em que a planta hospedeira possa assimilá-lo. Em contrapartida recebem do hospedeiro uma fonte de carbono. Esta relação simbiótica é de elevado interesse agrícola, na medida em que oferece alternativas naturais ao uso de fertilizantes em solos pobres em azoto. Esta é a motivação mais forte para se procurar compreender o funcionamento da fixação biológica de azoto.

Por fim, os visitantes poderão experimentar a visualização ao microscópio de bactérias que se encontram nos iogurtes. Neste momento, nomes como *L. casei* (*Lactobacillus casei*) e “*Bifidus activo*” (*Bifidobacterium longum*) já não são desconhecidos, uma vez que a existência destas bactérias nos iogurtes é indicada como prova de qualidade nos anúncios correspondentes, em particular como ajudantes do processo digestivo. De facto, ambas as espécies existem habitualmente no nosso trato intestinal e favorecem a digestão, eliminação de compostos tóxicos e produção de vitaminas que são prontamente absorvidas.

### Produção microbiológica de gelano

O gelano é um agente gelificante com interesse comercial, produzido com elevado rendimento pela estirpe bacteriana *Sphingomonas elodea* ATCC31461 (veja colónias mucosas isoladas na figura à direita). É um polímero de açúcares utilizado como substituinte de agar e de outras gomas tradicionais, com aplicações várias nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentar como agente espessante e gelificante. Os visitantes terão a oportunidade de recuperar o gelano produzido numa cultura de *S. elodea* realizada em meio líquido obedecendo ao seguinte protocolo:



- 1 - Pipetar 2 ml de cultura para um tubo de ensaio.
- 2 – Adicionar 3 ml de etanol.
- 3 – Agitar até obter um precipitado de cor amarelada.
- 4 – Decantar o etanol e substituir por novo.
- 5 – Com o auxílio de uma vareta de vidro, recolher o precipitado e secá-lo (Figura à esquerda).

## **Processos Biológicos: Pequena Escala, Grandes Aplicações**

Pedro Fernandes, Marco Marques, I. Filipa Ferreira, Carla Carvalho

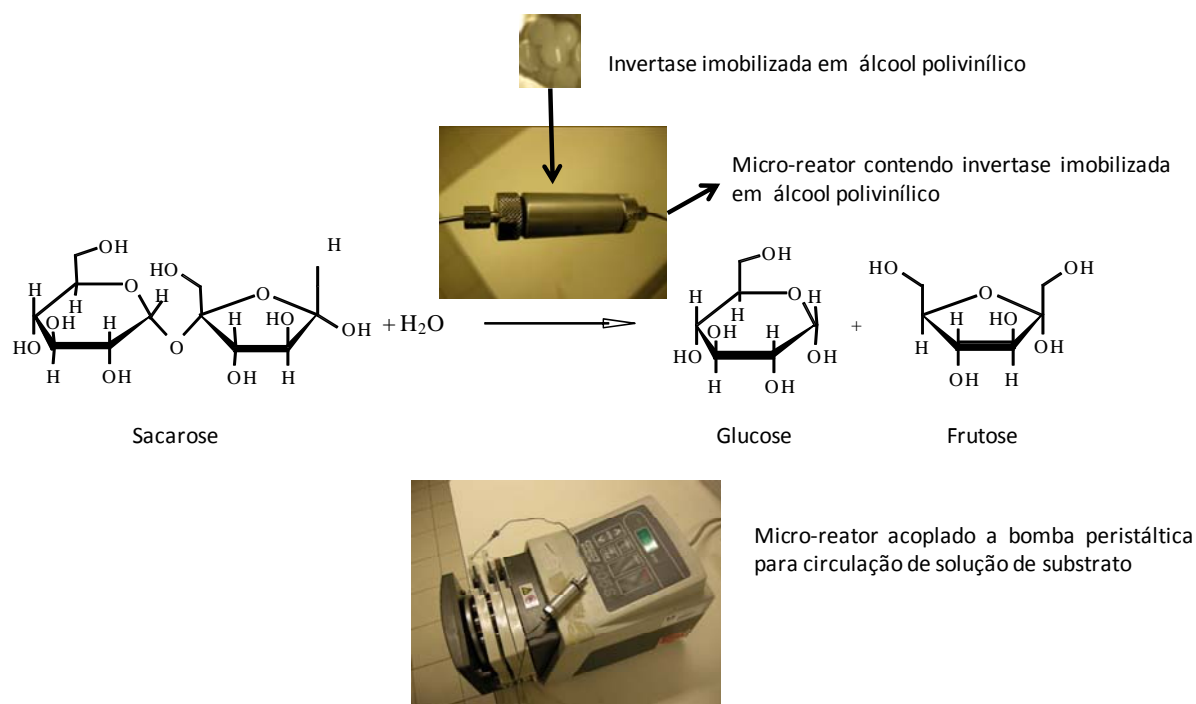
Instituto de Biotecnologia e Bioengenharia (IBB), Departamento de Bioengenharia, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Este módulo pretende ilustrar alguma das abordagens inovadoras na área da Bioengenharia, com vista ao estabelecimento de novos paradigmas nos processos de produção de bens e de energia, de modo a assegurar a sustentabilidade dos mesmos. No IST a pesquisa científica integrada neste contexto tem incidido, entre outros, no desenvolvimento de novos conceitos para o desenho e conceção de reatores, e na busca de novas estratégias para a produção de energias renováveis. No primeiro caso, procuram-se metodologias e equipamentos que permitam agilizar a transposição da pesquisa em laboratório para a correspondente implementação em ambiente industrial. Correntemente considera-se o uso de micro-reatores, quer como ferramenta para um rápido e económico desenvolvimento de bioprocessos, quer como elemento base para implementação de processos industriais, pela simples utilização de múltiplas unidades operando em paralelo. No segundo caso, pretende-se desenvolver métodos geradores de energia baseados em matrizes biológicas.

### **Micro-processos para macro-escala**

A biocatálise é uma das áreas da Bioengenharia, centrada no uso de catalisadores biológicos, as enzimas, de modo a promover a transformação química de uma dada molécula, o substrato, numa outra, o produto. Atendendo ao elevado custo de diversas enzimas utilizadas em processos de interesse industrial, é imprescindível a sua recuperação e reutilização, sem o que não existe a garantia de criar um processo de transformação economicamente viável. Por outro lado, os critérios de qualidade em diversos sectores produtivos onde o uso de enzimas está integrado, impedem a presença de material proteico no produto obtido. Uma forma de satisfazer estes requisitos consiste na imobilização da enzima, ou seja, no seu aprisionamento numa matriz, sem prejuízo da sua função catalítica mas assegurando a sua eficaz separação do meio reaccional. Após imobilização, o biocatalisador assim formulado, é colocado num micro-reator. Na presente experiência, este conceito será ilustrado pela hidrólise enzimática da sacarose, um dissacárido composto por uma molécula de frutose e uma molécula de glucose, usando como biocatalisador a enzima invertase imobilizada numa matriz de álcool polivinílico [1]. A reacção de hidrólise é

realizada em contínuo utilizando um micro-reator, neste caso um vaso com cerca de 5 mililitros de volume útil. O produto resultante é um xarope de glucose e de frutose. Para aferir da eficácia da transformação é efectuado uma análise através de um método espectrofotométrico. Neste método é utilizado um reagente, o ácido dinitrosalicílico, que não reage com a sacarose mas reage com a frutose, originando um produto de cor vermelho-acastanhada.



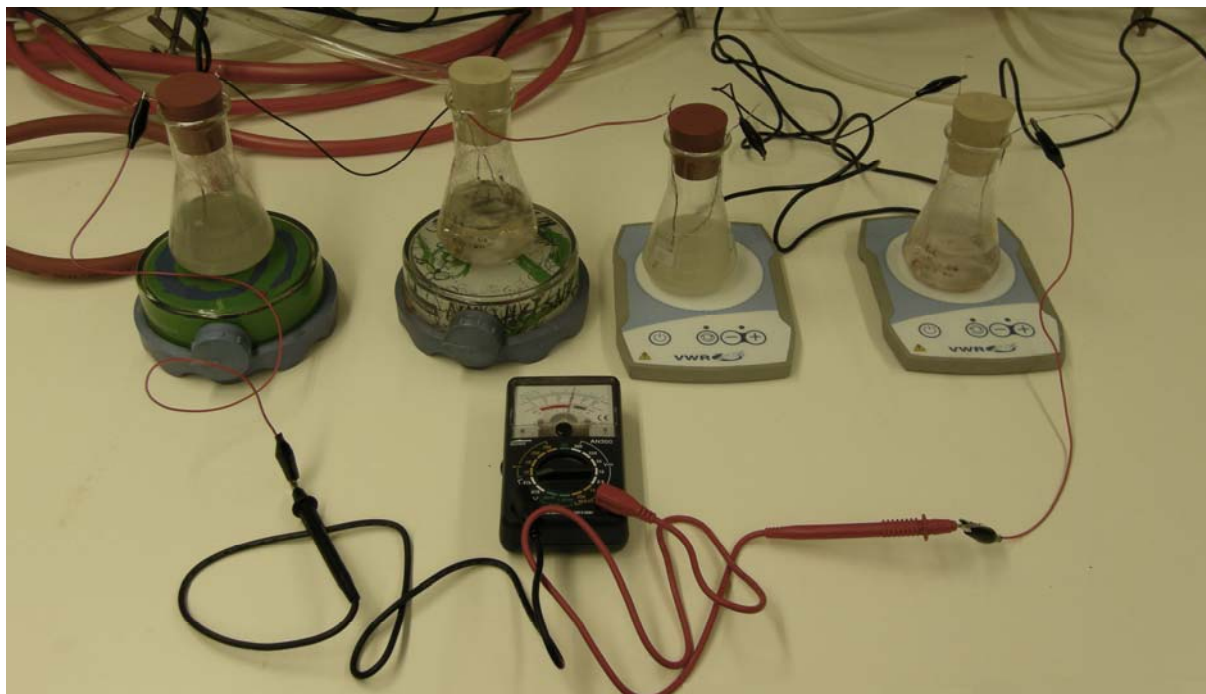
## Referências:

[1] P. Fernandes, M.P.C. Marques, F. Carvalho, J.M.S. Cabral, "A simple method for biocatalyst immobilization using PVA-based hydrogel particles" *J Chem Technol Biotechnol* 84 (2009) 561-564.

## Produção de energia com bactérias

Algumas estirpes bacterianas têm a capacidade de alterar a carga da sua superfície em resposta às condições do meio em que crescem. As células de *Rhodococcus erythropolis* conseguem mudar a carga da superfície de acordo com a fonte de carbono usada para o seu crescimento [1]. Dependendo do substrato de crescimento dado a essas bactérias, é possível gerar células com carga positiva ou negativa, permitindo a produção de electricidade.

Nesta experiência serão medidos alguns parâmetros (por exemplo a voltagem e amperagem da corrente eléctrica gerada) que demonstram que é possível produzir energia com bactérias.



#### Referências:

[1] C.C.C.R. de Carvalho, L-Y. Wick, H.J. Heipieper, "Cell wall adaptations of planktonic and biofilm *Rhodococcus erythropolis* cells to growth on C5 to C16 n-alkane hydrocarbons" Appl. Microbiol. Biotechnol. 82 (2009) 311–320.

## Equipa

### Coordenação

Maria Amélia Lemos  
Cristina Gomes de Azevedo

### Módulos

Carla Carvalho  
Clementina Teixeira  
Cristina Gomes de Azevedo  
Dulce Simão  
Maria Amélia Lemos  
Miguel Teixeira  
Pedro Fernandes  
Sílvia Chaves

### Apoio Laboratorial

Alexandre Lemos  
Ana Braz  
Ana Cartaxo  
Ana Cruz  
Ana Knittel  
Ana Maria Carmo  
Ana Marta Mansinho  
Ana Marta Martinho  
Ana Patrícia Courela  
Ana Rita Santos  
Ana Sofia Borrego  
Ana Sofia Carlos  
André Fernandes  
André Fontes  
Bárbara Silva  
Bárbara Simões

### Logística

Conceição Venâncio

### Apoio na Realização

Leonel Nogueira  
Marta Coelho  
Nuno Simões  
Isabel Leiria  
Jorge Teixeira  
Elisabete Bartolomeu  
Susana Martins

Bernardo Almeida  
Bruno Oliveira  
Carlos Silva  
Carmen Matos  
Carolina Belchior  
Catarina Barata  
Catarina Leitão  
Catarina Seita  
Catarina Serineu  
Cláudia Henriques  
Duarte Ferreira  
Emanuel Lopes  
Emeline Santos  
Fátima Carvalho  
Filipa Almeida  
Filipa Coelho

Filipa Martins  
Filipe Coelho  
Frederico Francela  
Gonçalo Fonte  
Gonçalo Forjaz  
Inês Almeida  
Inês Lino  
Inês Silva  
Isabel Oliveira  
Joana Figueiredo  
Joana Mendes  
Joana Reis  
Joana Tavares  
João Bernardo  
Lara Costa  
Leonor Silva  
Mafalda Dias  
Mafalda Lancinha  
Mafalda Santos  
Margarida Gomes  
Margarida Marques  
Maria João Cruz

Marina Padurean  
Marta Smith  
Miguel Almeida  
Nuno Araújo  
Patrícia Santos  
Pedro Chaínho  
Ricardo Leandro  
Rita Franco  
Rui Santos  
Sandra Silva  
Sara Mesquita  
Sara Pedro  
Sofia Silva  
Susana Santos  
Teresa Carvalho  
Teresa Reis  
Teresa Roque  
Teresa Torres  
Tiago Dias  
Tiago Ribeiro  
Vasco Manaças  
Vasco Martins





## Escolas Participantes

- Escola Alemã
- Escola EB 2,3 de Pedro de Santarém
- Escola EB 2,3 de Porto Alto
- Escola Secundária Alfredo da Silva
- Escola Secundária Anselmo de Andrade
- Escola Secundária Comandante Conceição Silva
- Escola Secundária D. Filipa de Lencastre
- Escola Secundária Eça de Queiróz
- Escola Secundária Gil Vicente
- Escola Secundária Padre António Vieira

## Laboratórios Abertos vistos pela Objectiva

### *Memórias da visita aos “Laboratórios Abertos Júnior 2011” no IST*

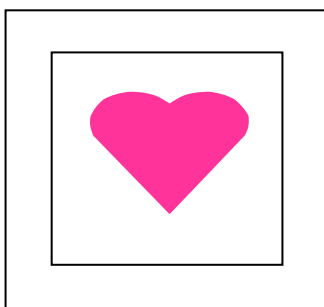
"Assim quis o clima que, a 14 de Fevereiro, percorrêssemos a pé do Filipa para o IST debaixo de chuva intensa.

Com os pés molhados, a cabeça fresca e a mente alerta, os alunos do 5°C ouviram, observaram, questionaram e colocaram "mãos à obra" face às experiências que lhes foram oferecidas.

Como seria de esperar, as memórias que subsistem são díspares entre os géneros.

Dizem elas:

“Um colega desenhou um coração com um pincel molhado em fenolftaleína; depois os monitores do IST puseram a folha num forno cerca de 30 segundos; quando tiraram de lá o desenho, puseram-no numa cabina e borrifaram-no com um produto que o deixou cor de rosa.”



Dizem eles:

“Gostámos muito das actividades que fizemos e das bolinhas que nos ofereceram.”



Diz a turma:

“Agradecemos a todos os que nos proporcionaram esta visita enriquecedora e gostaríamos de voltar no próximo ano.”

5°C - Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre – Lisboa

## ***Cativar os Alunos para a Química***

O sucesso de iniciativas como os Laboratórios Abertos depende, em primeiro lugar da organização, mas também do empenho e dedicação de todos os voluntários que neles participaram. No entanto os alunos que nos visitaram não foram os únicos que beneficiaram destas actividades. Também para nós, voluntários, experiências como esta são muito importantes quer a nível pessoal, quer académico uma vez que nos enriquecem e contribuem para o desenvolvimento de competências como a oralidade e a interacção com públicos alvo diferentes, exigindo um esforço suplementar para adequar a nossa mensagem.

O nosso principal objectivo era cativar os alunos para a Química, o que à primeira vista poderá parecer algo quase utópico, mas com alguma dose de diversão e entusiasmo revelou-se possível.

Pela primeira vez esta iniciativa estendeu-se a alunos do 2º ciclo. Público-alvo mais acessível pois, devido à idade e ao facto de nunca terem estudado Química, a curiosidade e o interesse eram muitos. A nós competia-nos transportar até eles o “bichinho da Química”, que a todos nos contagiou. Assim, na nossa opinião, este era também o público mais exigente, pois era fundamental que a primeira abordagem à Química fosse memorável.

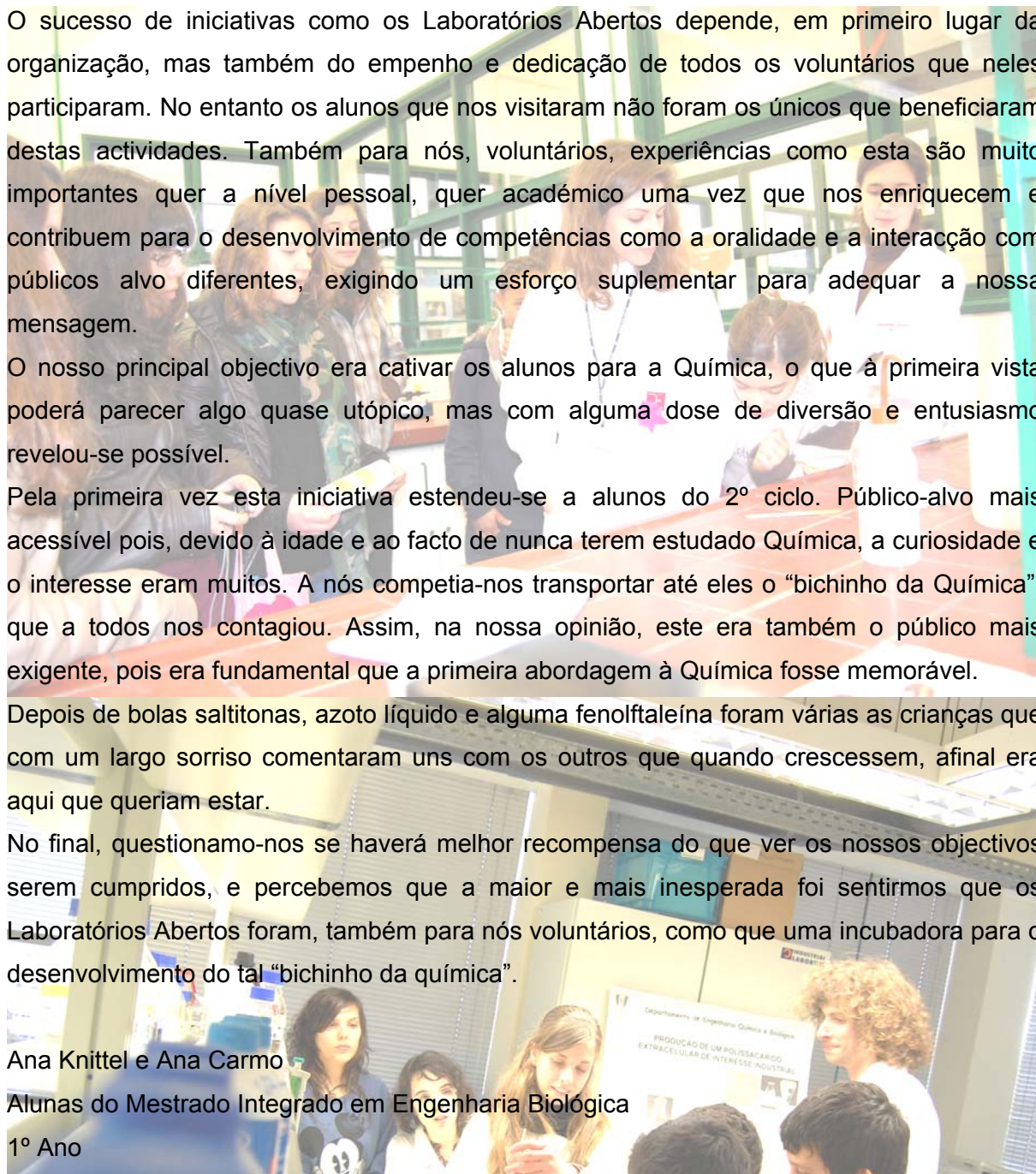
Depois de bolas saltitonas, azoto líquido e alguma fenolftaleína foram várias as crianças que com um largo sorriso comentaram uns com os outros que quando crescessem, afinal era aqui que queriam estar.

No final, questionamo-nos se haverá melhor recompensa do que ver os nossos objectivos serem cumpridos, e percebemos que a maior e mais inesperada foi sentirmos que os Laboratórios Abertos foram, também para nós voluntários, como que uma incubadora para o desenvolvimento do tal “bichinho da química”.

Ana Knittel e Ana Carmo

Alunas do Mestrado Integrado em Engenharia Biológica

1º Ano



## Concurso de Fotografia – Química é Arte

Melhores fotografias pela composição de cores

### Escola Básica 2,3 Comandante Conceição Silva



Fusão

Grupo de: André Ferreira



Áquacores

Grupo de: Tânia Nunes

### Escola Secundária D. Filipa de Lencastre



Fantasma em formação

Grupo de: Rodrigo Moreira

### Escola Secundária Padre António Vieira



Grupo de: Bruno Ribeiro

**Escola Secundária Anselmo de Andrade**



**Grupo de: David Rebelo, João Moriés**



**Grupo de: Sofia Fonseca, Rita Gomes**

**Escola Secundária Eça de Queirós**



**Grupo de: Ricardo Duarte, Mariana Dias,  
Cristiana Apostolov, Carolina Correia,  
Maria Borges, Ana Almeida, Cláudia  
Raquel**



**Grupo de: Fábio Machado, Sérgio  
Carvalho, Fábio Sousa, João Cunha, Lisa  
Kubi, Sheila Rodrigues**

**Escola Secundária Eça de Queirós**



**Grupo de: Cristiana Diogo, Luciana Silva,  
Andreia Pardal, Beatriz Catalão, Luísa  
Saraiva, Catarina Luz**

**Escola EB 2,3 de Porto Alto**



**Grupo de: Bruno Inácio, Nelson  
Anastácio, Tomás Rego**

**Escola Alemã**



**Grupo de: Bernardo Krohh**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Hugo Esteves, Ana Sofia,  
Beatriz Sabugueiro**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Gonçalo Duarte, Carolina Romano, Ana Augusto, Ana Rosa**



**Grupo de: Mariana Oliveira, Raquel Silva, Maria Tomásio**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: André Morais, André Santos, Cristina Mpululu**



**Grupo de: Andreia Cunha, Cláudia Moreira, Beatriz Lima, Ramona Izvernari**



**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Beatriz Batista, Sara Ferreira,  
Tiago Alves, Duarte Nunes, Luís Gomes**



**Grupo de: Nuno Antunes, Miguel Garcia,  
Ruben Alexandre, Hugo Leal, Luka  
Draganic**

**Escola Secundária Alfredo da Silva**



**Grupo de: Pedro Gomes**



**Grupo de: Rita Gonçalves**

Melhores fotografias pelo aspecto dinâmico

Escola Básica 2,3 Comandante Conceição Silva



Explosão de cores

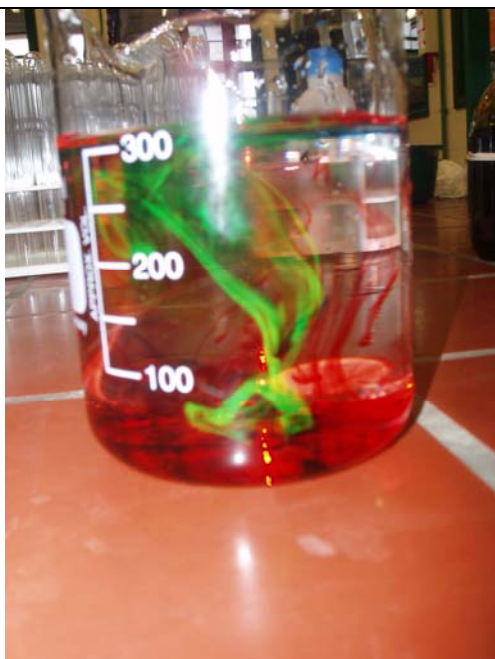
Grupo de: Beatriz Matos



Vulcão Das Cores

Grupo de: Rafael Bailão

Escola Secundária D. Filipa de Lencastre



Corpo verde andante

Grupo de: Diogo Queirós

Escola Secundária Padre António Vieira



H<sub>2</sub>O em fogo

Grupo de: Teresa Gonçalves

**Escola Secundária Padre António Vieira**



**Grupo de: Ricardo Monteiro**



**Grupo de: Diogo Filipe**

**Escola Secundária Anselmo de Andrade**



**Grupo de: Mariana Silva, Jónatas Miguel**



**Grupo de: Diogo Fortunato, Jacira Paulo,  
Débora Simões**

**Escola Secundária Eça de Queirós**



**Grupo de: Beatriz Antunes, Beatriz Dias,  
Fátima Pires, Bárbara Gonçalves, Bruna  
Pereira**



**Grupo de: Nuno Rolo, Catarina Marques,  
Fábio Dores, Pedro Robalo, Diogo Dias,  
João Cardoso**



**Grupo de: Bruna Rolo, Carina Cunha,  
Silvana Tavares, Tatiana Mourato, Raquel  
Santos, Daniela Melo**



**Grupo de: Diogo Fernandes, Jessica Vaz,  
Diana Fernandes, Mariana Ribeiro,  
Renata Silva, Solange Alves**

**Escola EB 2,3 de Porto Alto**



**Grupo de: Daniela Gonçalves, Francisco Delgado, João Dias, José Pinho**

**Escola Alemã**



**Grupo de: Mariana Campos**

**Escola Secundária D. Filipa de Lencastre**



**Grupo de: Ângelo Lopes**



**Grupo de: Diana Silva**

**Escola Secundária D. Filipa de Lencastre**



**Grupo de: Catarina Alemão**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Rodrigo Macedo, Miguel  
Correia, Danilson Almada, Rúben  
Fonseca**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Inês Frias, Patrícia Silva,  
Catarina Ribeiro**



**Grupo de: Hugo Santos, Francisco  
Candeias, Mauro Amaro, Miguel Oliveira**

**Escola Secundária Alfredo da Silva**



**Grupo de: Miguel Roque, António Nunes,  
Diogo Camarão, Rodrigo Bento, André  
Alcântara**



**Grupo de: Paulo Palma**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Iara Maurício, Marta Silva,  
Magda Vaz, Ana Rita Julião, Bruna  
Sequeira**



**Grupo de: Patrícia Rima, Nazaré da Silva,  
Hugo Soares, João Oliveira**

**Escola Secundária Gil Vicente**



**Grupo de: Ângela Mendes, Francisco Alves, Marta Dias, Bernardo Vaz, Diogo Lourenço**



**Grupo de: Bárbara Freitas, Leonardo Ramos, Ticiana Aguiar, Ana Catarina Amaral, Joana Sobreiro**



**Grupo de: Artur Miranda, Yohanson Borowik, Marta Pires, Beatriz Amaral, Daniela Sofia**



## Patrocínios



JOSÉ MANUEL GOMES DOS SANTOS, LDA  
Reagentes para Análise e Uso Científicos - Mat. de Laboratório

Núcleo de Apoio ao Estudante  
IST

The background of the entire image is a microscopic view of plant tissue, likely a stem or root, showing various cellular structures and vascular bundles. The colors are vibrant, with shades of blue, green, and purple. Overlaid on this is a central rectangular area containing text. The text is in a bold, red, sans-serif font. The main title is 'LABORATÓRIOS ABERTOS 2011' and the subtitle is 'Júniiores'. There are also some faint, semi-transparent text elements in the background of the central area, including 'LABORATÓRIOS ABERTOS 2011' and 'Júniiores' repeated in a smaller font.

**LABORATÓRIOS  
ABERTOS 2011**

**Júniiores**