

# IDENTIFICAÇÃO DE “PÓS BRANCOS” USANDO “PRODUTOS QUÍMICOS DOMÉSTICOS”: UMA ATIVIDADE PARA MOTIVAR O INTERESSE PELA QUÍMICA

REGINA M.S. SOUSA<sup>1</sup>, PAULO RIBEIRO CLARO<sup>2,\*</sup> E BRIAN J. GOODFELLOW<sup>2</sup>

A identificação de “pós brancos” através de testes químicos simples proporciona uma excelente oportunidade para a aplicação de conceitos básicos de química. A atividade aqui apresentada, adaptada e desenvolvida a partir da proposta de Oliver-Hoyo e colaboradores (J. Chem. Educ. 2001, 78, 1475), apresenta duas versões destinadas a diferentes faixas etárias e grau de supervisão exigido.

## INTRODUÇÃO

A capacidade da química para atrair a atenção dos jovens reside essencialmente no seu carácter experimental. As transformações proporcionadas pelas reações químicas são uma fonte inesgotável de fascínio, surpresa e descoberta. Infelizmente, o contacto dos jovens com este carácter mais fascinante da química – que é frequentemente o prelúdio de uma carreira dedicada à ciência – tem vindo a sofrer limitações diversas. Não só na escola, onde o tempo dedicado às atividades laboratoriais é cada vez mais escasso, como nas suas componentes lúdicas, de que são exemplo os “estojos de química”. Estes minilaboratórios de química, que fizeram as delícias de várias gerações de jovens (e estão, de facto, na origem da descoberta da “vocação” de diversos químicos portugueses), são hoje fortemente condicionados por regras de segurança restritivas. O exemplo extremo deste condicionamento está bem expresso na capa de um estojo de química vendido pela empresa Elenco (EUA), com o título “Chemistry 60”, que anuncia ‘60 atividades divertidas... sem químicos’ (!) [1].

Muitas universidades (ou professores universitários) apostam em atividades de química capazes de fascinar os jovens e o público em geral. As demonstrações de química – que de algum modo seguem as famosas sessões de Faraday na Royal Society of Chemis-

try – são tradicionais no acolhimento dos alunos nos departamentos de química. A publicação de trabalhos nesta área não é vasta, mas é de referir, por exemplo, a coletânea de reações espetaculares de H.W. Roesky [2], a proposta de um espetáculo de química que junta demonstrações e música como forma de criar uma linguagem audiovisual que atinja o público, de Arroio e colaboradores [3], ou a construção do “Química por Tabela”, um espetáculo permanente da Fábrica – Centro Ciência Viva de Aveiro, que junta as demonstrações de química com um fundo cénico de imagem, luz e som [4].

No entanto, estas atividades de demonstração não substituem a exploração pelo próprio, sendo por isso de explorar a ideia de um “estojo” de química que utiliza essencialmente produtos de uso comum, disponíveis comercialmente. É neste contexto que surge a atividade *Identificação de “pós brancos” usando “produtos químicos domésticos”: uma atividade para motivar o interesse pela química* como forma de proporcionar experiências de química que possam ser efetuadas por alunos de todas as faixas etárias e público em geral, quer na escola, quer em casa. A proposta aqui apresentada, adaptada e desenvolvida a partir da proposta de Maria Oliver-Hoyo e colaboradores [5], descreve um esquema de análise qualitativa (Figura 1) para a identificação de catorze sólidos com aspeto de “pós brancos”, utilizando apenas materiais e produtos químicos do dia-a-dia, disponíveis em supermercados, farmácias, drogas, entre outros. Desta

forma, eliminam-se possíveis problemas relativamente ao transporte de produtos químicos, ao seu uso fora de ambiente laboratorial e à eliminação de resíduos. *Naturalmente, isto não invalida a obrigatoriedade de respeitar as regras de segurança para manuseamento dos compostos químicos!*

O facto de se recorrer a produtos facilmente acessíveis e proporcionar a realização de experiências fora de ambiente laboratorial permite estimular a aprendizagem por esta ciência. Este trabalho pode também ser adaptado aos vários níveis de ensino. Tendo em conta que esta atividade trata da identificação de “pós brancos” por procedimentos que envolvem conceitos básicos de química, como reações de ácido-base, oxidação-redução, precipitação, entre outros, permite adaptar esta atividade a diferentes contextos, valorizando os aspetos mais formais, ou potenciando os aspetos mais lúdicos. Neste último caso sugere-se uma abordagem no âmbito da investigação criminal, num cenário em que um “pó branco” surge como indício recolhido no local de um assalto à caixa forte do banco. Este cenário foi já utilizado com sucesso numa atividade experimental apresentada pela Fábrica – Centro Ciência Viva de Aveiro, no âmbito do seu “Laboratório com paredes de vidro”, acessível ao público em geral [6].

## METODOLOGIA

Este método segue os princípios clássicos da análise qualitativa, em particular, da “Marcha Geral de Análise” utilizada na identificação de iões em

<sup>1</sup> Fábrica - Centro Ciência Viva de Aveiro

<sup>2</sup> Departamento de Química/CICECO, Universidade de Aveiro

\* E-mail: prc@ua.pt

solução aquosa: um conjunto de testes sequenciais, com um efeito visual (ou outro) que permite classificar o teste como positivo/negativo, ao longo de um diagrama dicotômico que conduz à identificação final. Tal como referido na introdução, o esquema de análise tem por base o trabalho de Maria Oliver-Hoyo e colaboradores [5], mas foram introduzidas novas propostas de testes e de exploração da atividade, que visam enriquecer e valorizar a sua aplicação prática. Naturalmente, houve também necessidade de adaptar os produtos utilizados aos produtos comerciais existentes em Portugal.

Nesta atividade propõe-se a realização de testes com os “pós brancos” conhecidos para classificar o resultado como positivo/negativo e, posteriormente, efetuar testes com

“amostras-problema” para as identificar. O esquema de análise qualitativa apresenta-se na Figura 1. Os catorze sólidos brancos desconhecidos encontram-se listados na Tabela 1, juntamente com as suas fontes e propriedades físicas utilizadas para os identificar. Os restantes reagentes (a negrito na Figura 1) são apresentados na Tabela 2, assim como as suas fontes.

A presença de reagentes como o hidróxido de sódio (soda cáustica), ácido clorídrico a 20% (ácido muriático) e sulfato de cobre é uma condicionante ao desenvolvimento da atividade pelos mais jovens.

O manuseamento destes reagentes exige cuidados em qualquer faixa etária, que passam por um elevado nível de supervisão ou mesmo de realização do teste por um adulto. No entan-

to, é perfeitamente possível manter o nível de interesse e desafio químico desta atividade sem estes compostos, reduzindo a oito o número de possíveis amostras-problema. O esquema que permite a realização da atividade pelos mais jovens, com baixo nível de supervisão, é apresentado na Figura 2 e inclui os testes de solubilidade em água, o teste do iodo, o teste do vinagre e o teste de pH com antocianinas.

### Testes de solubilidade

Os testes de solubilidade permitem a primeira separação dos “pós brancos” em dois grupos, de acordo com a sua solubilidade em água, à temperatura ambiente. Dos 14 sólidos brancos, 9 são solúveis em água e 5 são muito menos solúveis (Tabela 1). A solubilidade é também a base de dois outros testes que surgem posteriormente no

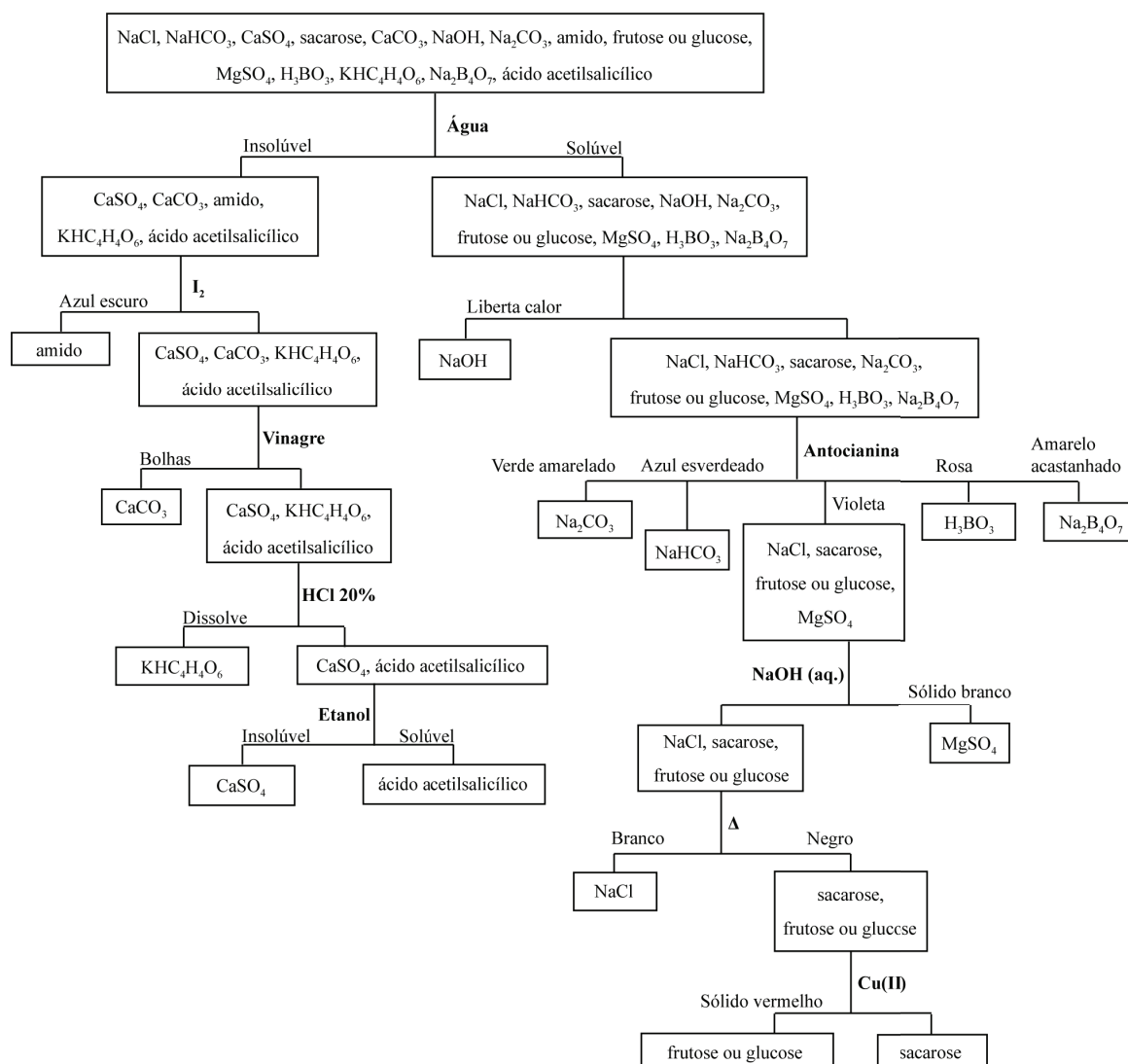


Figura 1 – Esquema de análise qualitativa

esquema: a identificação do bitartarato de potássio e do ácido acetilsalicílico.

O bitartarato de potássio é apenas ligeiramente solúvel em água, mas é bastante solúvel em solução ácida (HCl 20%). Neste caso, a alteração de solubilidade do sal em água passa pela sua conversão em ácido tartárico (o que permite o seu uso como padrão primário para soluções tampão) [7]. Por seu lado, o ácido acetilsalicílico, que apresenta baixa solubilidade em água, é solúvel em alguns solventes orgânicos como, por exemplo, o álcool etílico.

#### Teste de variação de temperatura

A solubilização de NaOH é um processo fortemente exotérmico (entalpia de dissolução para solução aquosa é  $-44,4$  kJ/mol) [8]. O aumento de temperatura que acompanha a solubilização do hidróxido de sódio fornece um teste positivo para a identificação deste sal.

A partir da entalpia de dissolução do NaOH estima-se um aumento de temperatura acima dos  $6^{\circ}\text{C}$  quando  $0,25$  g de NaOH são dissolvidos em  $10$  mL de água. Este aumento de temperatura da solução é facilmente detetável pelo contacto com a pele, mas sugere-se a utilização de um “branco” (tubo de

teste apenas com água) para comparação.

#### Teste de pH

Os testes de pH permitem distinguir um conjunto apreciável de sólidos solúveis. O indicador de pH utilizado neste teste é também de produção doméstica: uma solução concentrada de antocianinas extraídas da couve roxa.

A estrutura da Figura 3 representa o núcleo geral da *cianidina*, que origina os pigmentos antocianinas por ligação a hidratos de carbono. No caso particular da antocianina extraída da couve roxa, a sua estrutura apresenta duas moléculas de glucose ligadas pelos átomos de oxigénio nas posições 3 e 5, respetivamente.

Esta antocianina é um indicador universal de pH e exhibe as seguintes cores para os diferentes valores de pH [9]: 1-3, vermelho; 4, rosa; 5-6, rosa-violeta; 7, violeta; 8, azul; 9, azul-verde; 10-12, verde;  $> 12$ , amarelo (Figura 4). Quatro das soluções exibem cores típicas por adição de extrato de couve roxa: verde-amarelado (pH = 11,5) para a solução de carbonato de sódio; azul-esverdeado (pH = 8) para a solução de bicarbonato de sódio; rosa (pH = 4,5) para a solução de ácido bórico.

No caso particular do borato de sódio (bórax), o teste das antocianinas fornece uma identificação positiva por um mecanismo diferente: o bórax reage com os grupos hidroxilo em posição *orto* do anel aromático da antocianina (posições 3' e 4'), originando um complexo de borato de cor amarelo-acastanhado [10].

#### Formação de um hidróxido insolúvel

A identificação positiva do sulfato de magnésio é efetuada através de um teste de solubilidade, com precipitação de um hidróxido insolúvel (Equação 1).

De facto, dos 9 compostos solúveis em água, apenas o sulfato de magnésio forma um hidróxido insolúvel ( $K_{sp} \text{ Mg(OH)}_2 \approx 10^{-11}$ ) [8].

#### Teste de temperatura

O aquecimento à chama da lamparina permite distinguir o cloreto de sódio dos glúcidos sacarose e glucose (ou frutose).

O ponto de fusão do cloreto de sódio é bastante elevado (pf. =  $801^{\circ}\text{C}$ ), como se espera de um sal inorgânico, não sendo possível fundi-lo recorrendo à chama de uma lamparina.

No entanto, a temperatura da chama é suficiente para fundir a sacarose

Tabela 1 – Propriedades físicas e fontes dos sólidos brancos

Sólido desconhecido	Fórmula Molecular	Uso/Fonte	Onde encontrar	Solubilidade em água (g/100 mL)	
				Temp amb.	Aquecimento
Ácido acetilsalicílico	$\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$	Aspirina	Supermercado/Farmácia	0,3	1 ( $37^{\circ}\text{C}$ )
Ácido bórico	$\text{H}_3\text{BO}_3$	Ácido bórico	Farmácia	6	27 ( $100^{\circ}\text{C}$ ) <sup>a)</sup>
Amido	Polímero de glucose	Farinha	Supermercado	Insol.	
Bicarbonato de sódio	$\text{NaHCO}_3$	Bicarbonato de sódio	Supermercado	10	16,4 ( $60^{\circ}\text{C}$ )
Bitartarato de potássio	$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	Cremor de tártaro	Farmácia ou padaria	0,5	6 ( $100^{\circ}\text{C}$ )
Borato de sódio (bórax)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Bórax	Farmácia	6	130 ( $100^{\circ}\text{C}$ )
Carbonato de cálcio	$\text{CaCO}_3$	Giz	Supermercado	0,001	0,002 ( $75^{\circ}\text{C}$ )
Carbonato de sódio	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	Carbonato de sódio	Farmácia	28	45 ( $100^{\circ}\text{C}$ )
Cloreto de sódio	$\text{NaCl}$	Sal de cozinha	Supermercado	36	39 ( $100^{\circ}\text{C}$ )
Frutose	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Frutose	Supermercado	Muito sol.	
Glucose (dextrose)	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Glucose	Farmácia	Muito sol.	
Hidróxido de sódio	$\text{NaOH}$	Soda cáustica	Drogaria/Supermercado	110	347 ( $100^{\circ}\text{C}$ )
Sacarose	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	Açúcar	Supermercado	200	500 ( $100^{\circ}\text{C}$ )
Sulfato de cálcio	$\text{CaSO}_4$	Gesso	Drogaria	0,2	
Sulfato de magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Sulfato de magnésio	Farmácia	71	91 ( $40^{\circ}\text{C}$ )

a) Temperatura à qual determinada quantidade de sólido (g) se dissolve em 100 mL de água. Neste caso, é possível dissolver 27 g de ácido bórico em 100 mL, a  $100^{\circ}\text{C}$ .

(pf. = 185-187°C), a glucose (pf. = 150-152°C) e frutose (pf. = 119-122°C). O aquecimento provoca reações de oxidação e polimerização dos açúcares (caramelização) [11], pelo que o resultado do teste com açúcares é normalmente um resíduo negro.

### Teste dos açúcares redutores

Uma reação de oxidação-redução é usada para o teste que permite distin-

guir entre a glucose (ou frutose) e a sacarose. O íon  $\text{Cu}^{2+}$  reage com açúcares redutores originando uma mistura com uma coloração na gama de cores que vai de laranja a vermelho ou a castanho (Equação 2) [12].

Tanto a frutose como a glucose são agentes redutores. A sacarose não é um açúcar redutor e, portanto, não reage. Este teste pode demorar um ou dois minutos e, se necessário, pode

ser adicionada mais mistura de redução do cobre. O teste positivo origina uma coloração vermelha do óxido de cobre e um teste negativo coloração azul típica do íon  $\text{Cu}^{2+}$  hidratado.

### Formação do complexo amido-iodo

A identificação do amido é efetuada através do “teste do iodo”, utilizando uma solução de iodo com iodeto de potássio. A amilose, o componente do amido de cadeia não ramificada, forma um complexo amido-iodo azul escuro na presença de íons iodeto, num processo que parece envolver as formas  $\text{I}_3^-$  e/ou  $\text{I}_5^-$  (Equação 3) [13].

### Libertação de bolhas de dióxido de carbono

A reação de carbonatos ou bicarbonatos com ácidos, como por exemplo o ácido acético (no vinagre), origina dióxido de carbono gasoso. Estas bolhas de gás são mais evidentes se for adicionado o ácido a um sólido, mas o teste também pode ser realizado usando uma solução ou mistura. É de referir que, frequentemente, o sulfato de cálcio contém uma pequena quantidade de carbonato impuro e, portanto, podem formar-se algumas bolhas. Contudo, a evolução do gás será muito menor do que com carbonato de cálcio.

### PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os sólidos brancos e os produtos químicos utilizados encontram-se em supermercado, farmácia ou drogaria, conforme indicado nas Tabelas 1 e 2. As quantidades dos reagentes podem ser determinadas recorrendo a uma colher de café, não sendo necessário balança. Os volumes de líquidos podem ser medidos utilizando seringas descartáveis ou copos medidores de cozinha (no caso de volumes maiores). Para armazenar reagentes ou soluções podem-se usar garrafas de plástico ou frascos com tampa. Como recipientes pode recorrer-se a copos de plástico ou frascos de vidro, e para agitar podem-se usar colheres. Os tubos de ensaio podem ser substituídos por copos de plástico transparentes pequenos (copos de *shot*). A extração da antocianina da couve roxa pode ser feita num tacho ao lume, eliminan-

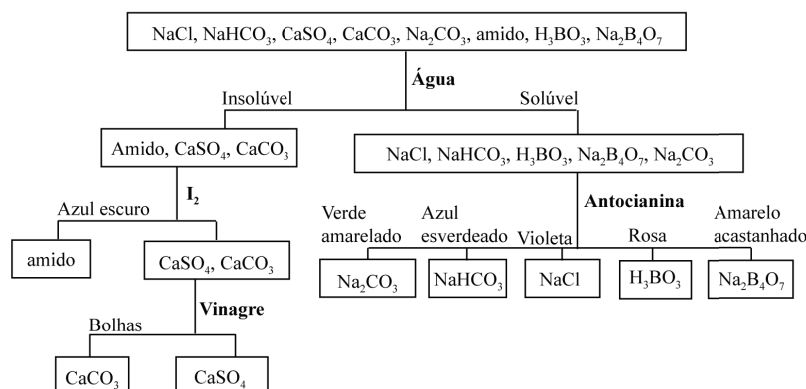
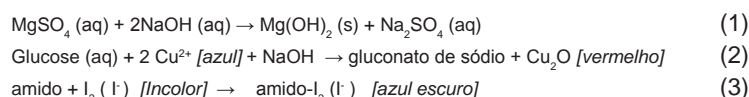


Figura 2 – Esquema de análise qualitativa simplificado para 8 sólidos

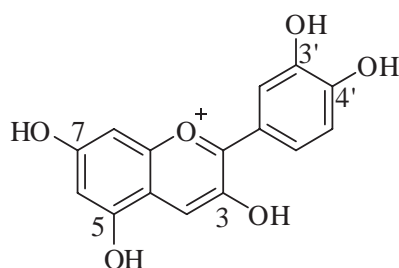


Figura 3 – Núcleo geral da cianidina



Figura 4 – Cores exibidas pelo extrato de couve roxa a diferentes valores de pH

Tabela 2 – Fontes dos reagentes

Reagente	Uso/Fonte	Onde encontrar
Ácido acético 5%	Vinagre	Supermercado
Ácido clorídrico	Ácido muriático	Drogaria
Água	Água da torneira ou engarrafada	-
Antocianina	Extrato de couve roxa	Supermercado
Comprimidos antiácidos	Comprimidos antiácidos (ex. Rennie)	Supermercado/Farmácia
$\text{Cu}^{2+}$ ( $\text{CuSO}_4$ )	Sulfato de cobre	Drogaria
Etanol	Álcool etílico 96 vol.	Supermercado/Farmácia
Fermento em pó	Fermento em pó	Supermercado
Hidróxido de sódio	Soda cáustica	Drogaria/Supermercado
Iodo	Tintura de iodo	Supermercado/Farmácia
Isopropanol	Álcool isopropílico	Farmácia



do a necessidade de placa de aquecimento. Filtros de café são suficientes para as filtrações. A maceração dos comprimidos é possível recorrendo a almofariz de cozinha.

A identificação de todos os recipientes (copos, frascos, tubos de ensaio ou outros) é imprescindível para evitar enganos.

No final das experiências, todos os resíduos podem ser despejados pela pia com excesso de água.

Esta atividade pode demorar 2-3 horas caso sejam feitos os testes para todos os compostos. No caso da identificação de uma amostra “desconhecida”, a atividade não ultrapassa os trinta minutos.

## PREPARAÇÃO DE REAGENTES

### *Solução de hidróxido de sódio*

1. Num copo, colocar 2 colheres de café (cerca de 1 g) de desentupidor de canos sólido.
2. Adicionar 75 mL de água e agitar. Obtém-se uma solução com uma concentração de cerca de 0,3 M.

### *Mistura para redução do cobre*

1. Num copo, colocar 1 colher de café (1 parte) de sulfato de cobre (II), 12 colheres de café (12 partes) de desentupidor de canos sólido, 4 colheres de café (4 partes) de carbonato de sódio e 15 colheres de café (15 partes) de sal de cozinha.
2. Esta mistura deve ser armazenada num recipiente coberto com papel de alumínio para a proteger da luz e deve ser mantida longe de calor.

### *Antocianina*

1. Cortar cerca de 125 g de couve roxa em pedaços pequenos.
2. Adicionar cerca de 250 mL de álcool etílico, álcool isopropílico ou água.
3. Aquecer, a cerca de 50°C, durante 1 hora.
4. Filtrar a mistura obtida. Obtém-se uma solução roxa escura.
5. Caso tenha acesso a evaporador rotativo, poderá reduzir o volume da mistura para cerca de 50 mL.

Este passo permite obter uma solução mais concentrada e requer menor volume desta solução nos testes de pH.

Nota: A extração da antocianina da couve roxa com álcool isopropílico ou álcool etílico origina uma solução do indicador eficaz durante cerca de 3 meses. No caso da extração ser efetuada com água, o extrato obtido é eficaz apenas nos 2 ou 3 dias seguintes.

## TESTES DO FLUXOGRAMA

Antes de tentar identificar uma amostra “desconhecida”, pode efetuar um teste a todo o fluxograma. De notar que algumas identificações são mais fáceis do que outras. Entre as identificações “fáceis” estão, por exemplo, o teste do amido-iodo e o teste de redução do cobre. Nas identificações “mais difíceis”, ou seja, para as quais é possível que surjam situações de dúvida, estão, por exemplo, o teste de solubilidade em água, o teste de pH com antocianinas e também o teste de redução do cobre.

Certifique-se que os tubos de ensaio estão limpos. Se o primeiro teste for de solubilidade, pode continuar com o próximo teste no mesmo tubo de ensaio. Colocar os resultados na tabela de resultados dos sólidos conhecidos.

### *Solubilidade em água*

1. Colocar ½ colher de café (cerca de 0,25 g) do sólido conhecido num tubo de ensaio e adicionar cerca de 10 mL de água.
2. Agitar o tubo de ensaio, verificar se o sólido se dissolve e, no caso dos sólidos solúveis, se ocorre alguma alteração de temperatura.
3. Os sólidos pouco solúveis são incluídos na categoria dos insolúveis (Insol. < 0,6 g/100 mL). Os sólidos solúveis têm todos solubilidades > 6 g/100 mL. Pode existir um resíduo remanescente em alguns compostos solúveis (bórax, por exemplo), mas deve ser capaz de ver facilmente quais são insolúveis.

### *Teste de pH*

1. Adicionar algumas gotas de extrato de couve roxa a cerca de 10 mL

de água para usar como solução de comparação.

2. À mistura do teste de solubilidade adicionar algumas gotas de extrato de couve roxa.
3. Agitar e observar a coloração obtida. Caso a coloração adquirida não seja muito nítida, adicionar um pouco mais de extrato de couve roxa e/ou sólido conhecido.

### *Formação de um hidróxido insolúvel*

1. A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade, adicionar cerca de 1 mL da solução de NaOH.
2. Agitar e observar se ocorre formação de um precipitado branco.

### *Ponto de fusão*

1. Colocar ½ colher de café (de inox) do sólido conhecido sobre uma chama.
2. Observar a alteração de cor, estado físico e cheiro.

### *Redução do cobre*

1. A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade, adicionar cerca de 2 colheres de café da mistura de cobre.
2. Agitar e aguardar cerca de 2 minutos. Observar se ocorre formação de um precipitado vermelho/laranja.

### *Formação do complexo amido-iodo*

1. À mistura do teste de solubilidade, adicionar 3 gotas de tintura de iodo.
2. Agitar e observar a coloração obtida. Apenas com o amido deverá verificar uma tonalidade azul. Note que a gama de cores de amarelo a roxo é a cor típica do iodo e não é um teste positivo.

### *Libertação de bolhas de dióxido de carbono*

1. A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade ou a ½ colher de café (cerca de 0,25 g) do sólido conhecido (neste caso, o resultado é mais evidente), adicionar cerca de 1 mL de vinagre.
2. Observar a libertação de bolhas. Esta libertação de gás ocorrerá

na presença de  $\text{CaCO}_3$ . Contudo, devido a uma pequena impureza de carbonato no gesso, pode-se verificar uma ligeira quantidade de bolhas por adição de vinagre ao  $\text{CaSO}_4$ .

### Solubilidade com HCl 20%

A uma solução semelhante à preparada para o teste de solubilidade, adicionar algumas gotas de HCl 20%.

1. Agitar e observar se ocorre dissolução de algum sólido.

### Solubilidade em álcool etílico

1. A  $\frac{1}{2}$  colher de café (cerca de 0,25 g) do sólido conhecido, adicionar cerca de 10 mL de álcool etílico.
2. Agitar e observar se ocorre dissolução de algum sólido.

### CRIAÇÃO DE UM CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO CRIMINAL

Após um assalto à caixa-forte de um banco, as investigações da polícia permitiram encontrar, como única prova no local do crime, vestígios de um pó branco e indiciou quatro suspeitos por terem consigo pós brancos (no entanto, todos identificaram e justificaram o respetivo pó). Cabe agora ao Laboratório de Investigação Criminal identificar os pós brancos encontrados no local do crime e nos quatro suspeitos e tirar conclusões.

Os alunos, divididos em cinco grupos, podem efetuar os testes necessários (de acordo com o fluxograma) com amostras conhecidas (pós identificados pelos suspeitos) para classificar o resultado como positivo/negativo e, posteriormente, cada grupo terá uma amostra-problema (pós encontrados nos quatro suspeitos e no local do crime) que terá de identificar.

### CUIDADOS DE SEGURANÇA

O facto desta atividade ser desenvolvida com produtos químicos de uso doméstico não invalida o cumprimento de regras de segurança básicas, nomeadamente as que resultam das próprias indicações dos rótulos dos produtos. A leitura da informação dos rótulos deve ser sempre estimulada, como norma a seguir em qualquer circunstância.

Os testes apresentados ao longo deste trabalho podem ser efetuados em vários níveis de ensino, mas com algumas restrições. No caso do 1.º e 2.º ciclos, podem ser efetuados os testes de solubilidade em água, do iodo, do vinagre e da antocianina, o que permite a realização da versão simplificada com 8 sólidos (Figura 2).

Ao nível do 3.º ciclo e ensino secundário podem ser efetuados todos os testes. Contudo, é necessário ter muito cuidado na manipulação do hidróxido de sódio, ácido clorídrico e mistura de redução do cobre. A preparação prévia por um adulto das misturas/soluções que contêm estes reagentes é recomendada e a supervisão é sempre indispensável.

O hidróxido de sódio é corrosivo, por isso, aquando da manipulação do desentupidor de canos e da mistura para redução do cobre, ambos contendo hidróxido de sódio, é obrigatório o uso de **luvas** para evitar queimaduras na pele e de **óculos de segurança** para proteger os olhos. De igual forma, é também imprescindível o uso de luvas no manuseamento do ácido muriático (HCl 20%). Neste caso, é ainda necessário ter muito cuidado com os vapores libertados, e adicionar sempre o ácido à água e nunca o contrário. A manipulação destes reagentes deve-

rá ser sempre efetuada num ambiente que possa ser facilmente arejado.

### REFERÊNCIAS

- [1] <http://web.archive.org/web/20101122160209/http://elenco.com/edu-7075.htm> (acedido em 30-03-2012); <http://cen.acs.org/articles/89/i9/Chemistry-Kit-Chemophobia-Goof-proof.html> (Chemistry and Engineering News, acedido em 30-03-2012).
- [2] H. W. Roesky, *Spectacular chemical experiments*, Wiley-VCH: Weinheim, 2007.
- [3] A. Arroio, K. M. Honório, K. C. Weber, P. Homem-de-Mello, M. T. P. Gambardella e A. B. F. da Silva, *Quím. Nova* **29** (2006) 173.
- [4] P. Ribeiro-Claro, B. Goodfellow, P. Trincão, J. Oliveira, M. Valença, T. Pereira, F. Assis, I. Mendes, C. Marques, D. Ferreira, Helena Rodrigues e M. Cardoso, *Química* **110** (2008) 5.
- [5] M. Oliver-Hoyo, DeeDee Allen, S. Solomon, B. Brook, J. Ciralo, S. Daly e L. Jackson, *J. Chem. Educ.* **78** (2001) 1475.
- [6] <http://www.fabrica.ua.pt/PagelImage.aspx?id=13469> (Fábrica - Centro Ciência Viva de Aveiro, acedido em 30-03-2012).
- [7] Daniel C. Harris, *Quantitative Chemical Analysis*, New York: W. H. Freeman, 2006.
- [8] CRC Handbook of Chemistry and Physics, 85ª ed., CRC Press, 2004.
- [9] M. Forster, *J. Chem. Educ.* **55** (1978) 107.
- [10] S. Ötleş, *Methods of Analysis of Food Components and Additives*, CRC Press, Taylor and Francis, 2012; H. Steinberg, *Organoboron Chemistry*; Interscience: New York, 1964.
- [11] M. A. C. Quintas, J. F. Fundo e C. L. M. Silva, *Food Eng. Rev.* **2** (2010) 204.
- [12] A. Sandell, *J. Chem. Educ.* **71** (1994) 346.
- [13] W. Saenger, *Naturwissenschaften*, **71** (1984) 31.

## Vá a [www.spq.pt](http://www.spq.pt)

Torne-se Sócio da Sociedade Portuguesa de Química e beneficie de:

- Pertencer a uma comunidade científica dinâmica;
- Receber o QUÍMICA;
- Descontos nos Encontros promovidos pela SPQ;
- Descontos nas publicações da SPQ;
- Protocolos assinados entre a SPQ e outras entidades;
- Participar na promoção da Química;
- Apoiar uma Sociedade Científica.