

# OLIMPIADAS DE QUÍMICA JÚNIOR 2014 COIMBRA - EM ARTICULAÇÃO COM A EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Maria da Conceição Costa<sup>1\*</sup>, Mariette M. Pereira<sup>2\*</sup>, Marta Piñeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agrupamento de Escolas de Miranda do Corvo, Miranda do Corvo

<sup>2</sup> Departamento de Química, FCTUC, Coimbra  
mmpereira@qui.uc.pt

**Olimpíadas de Química Júnior 2014 Coimbra – Aiming the Education for Sustainable Development** – UNESCO declared the Decade of Education for Sustainable Development [DESD] for the period 2005-2014 to reflect the fact that education for the future should take into account the global environmental issues that urgently need to be addressed. According to the principles of DESD, the “Olimpíadas de Química Junior-2014”, were focused on the theme “sustainability”. Thus, theoretical and practical problems in Chemistry aimed at students of Basic Education (14-15 years old) was in line with the assumptions of Education for Sustainable Development - development that seeks to meet the needs of the present generation without compromising that of future generations. Moreover, the way the problems were presented took into account the relevant contributions of chemistry to the development and well-being of society as well as to solve some of the global problems that we face. This was an explicit attempt to contribute to the ‘deconstruction’ of negative images associating chemistry with the global environmental issues (which may explain the continued decline in demand for Chemistry courses in secondary schools and universities). In this paper we have focused on the relevance of the selected theme (sustainability) for the semi-finals and final of the “Olimpíadas de Química Junior-2014” - organized by the Delegation of Coimbra of the Portuguese Chemistry Society, and on the construction of more appropriate images of chemistry. In addition, two selected questions from the “Olimpíadas de Química Junior-2014”, one theoretical and one experimental, are described along with the positive reactions of teachers and students.

A declaração pela UNESCO da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável [DEDS], para o período de 2005 a 2014, traduz um inequívoco reconhecimento de que a educação para o futuro deve ser objeto de intervenção específica, para ter em conta a situação de emergência planetária que a humanidade enfrenta.

De acordo com princípios da DESD, as “Olimpíadas de Química Júnior”, em 2014, foram centradas na temática “sustentabilidade”. Assim, a conceção dos problemas teóricos e práticos de química, dirigidos aos estudantes do ensino básico, foi consonante com pressupostos de educação para desenvolvimento sustentável – o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a das gerações futuras. Assim, a construção dos enunciados dos problemas teve em conta contributos da química para o desenvolvimento e bem-estar da sociedade, bem como o papel fundamental do conhecimento químico na resolução de alguns problemas planetários que enfrentamos. Esta foi uma tentativa explícita de contribuir para a desconstrução de imagens que associam a situação de emergência planetária à química (que pode refletir-se na clara diminuição da procura de áreas de química para aprofundar e continuar a formação).

Ao longo deste texto fundamenta-se a importância da temática selecionada para as semifinais e final das “Olimpíadas de Química Júnior-2014” - organizadas pela Delegação de Coimbra da Sociedade Portuguesa de Química - e da construção de imagens mais adequadas da química. Apresentam-se exemplos de duas questões propostas na prova e evidências de consecução dos objetivos com recurso à transcrição de segmentos de afirmações dos alunos vencedores numa entrevista aberta.

## INTRODUÇÃO

A Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DEDS), aprovada pelas Nações Unidas (UNESCO, 2004) [1], é uma iniciativa importante que apela, no contexto de ensino formal, para a reorientação de currículos e programas educativos, tendo em vista contribuir para o exercício de uma cidadania em que decisões adequadas e fundamentadas permitam não comprometer o futuro. Pretende assegurar que as finalidades da educação em química, tal como da educação em geral, se orientem para valorizar, para além de reconstruções de conhecimentos científico e tecnológico, a compreensão de dimensões éticas de pro-

blemas atuais, nomeadamente no que diz respeito a atitudes e deveres individuais e coletivos. Nesse sentido, a educação deve contribuir para desenvolver competências necessárias à identificação, compreensão e resolução de problemas, os quais deverão ser próximos de contextos de vida dos alunos mas simultaneamente interrelacionados com desafios globais. Pensa-se que, deste modo, se facilita o desempenho de uma cidadania para a promoção da solidariedade, do respeito pela diversidade, da proteção do ser humano e da natureza; as pessoas tornam-se, assim, agentes ativos informados e cuidadores do seu próprio futuro [2].

Na qualidade de membro da União Europeia (EU), da Organização das Nações Unidas (ONU) e da Organização de Co-

operação e de Desenvolvimento Económico (OCDE), Portugal subscreveu compromissos de natureza transnacional e supranacional, com implicações nas políticas curriculares e, por conseguinte, nos planos e desenhos curriculares dos diferentes níveis de ensino. Assumiu assim a obrigatoriedade de se adequar a um processo de convergência de políticas, alicerçado em compromissos legitimados e prescritos em documentos fundacionais e moderado por agências e organismos transnacionais e supranacionais, que exigem reestruturações curriculares e medidas de controlo dos resultados das aprendizagens [3]. Todavia, no último ano da DEDS, continua a reconhecer-se, também em Portugal, a importância da adoção de medidas urgentes e eficazes para alterações curriculares articulados com ideias de sustentabilidade. É também por quase todos reconhecido o atraso que se verifica no desenvolvimento de políticas educativas capazes de acompanhar as transformações que se vão operando nas sociedades contemporâneas, de modo a promover uma educação científica que permita a cada cidadão fazer uma leitura do mundo em que vive que vá para além do senso comum e, ao mesmo tempo, participar fundamentadamente em iniciativas de educação para o desenvolvimento sustentável (EDS).

As semifinais das Olimpíadas de Química Júnior em Portugal, são concursos regionais de resolução de problemas teóricos e/ou práticos de química, dirigidos aos estudantes dos 8.º e 9.º anos do ensino básico, organizadas pelas diversas delegações da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) e realizadas em várias universidades. Têm como objetivos: a) dinamizar o estudo e ensino da química nas escolas básicas; b) proporcionar a aproximação entre as escolas básicas, as universidades e institutos superiores e, c) despertar o interesse pela química, divulgar a química como ciência e cativar vocações para carreiras científico-tecnológicas entre os estudantes [4].

A comissão da Delegação de Coimbra que organizou as semifinais e as finais das “Olimpíadas de Química Júnior - 2014”, que tiveram lugar no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, procurou responder ao apelo feito pelas Nações Unidas para a EDS, organizando as provas em torno da temática “sustentabilidade”. Nestas olimpíadas proferiram-se palestras dirigidas apenas a professores [5] e também a professores e alunos [6,7] e construíram-se problemas teóricos e práticos orientados por princípios de EDS. Com esta iniciativa dinamizou-se, entre os participantes, o debate sobre sustentabilidade e procurou-se dar resposta à dificuldade frequentemente referida pelos professores em construir materiais curriculares para organizar percursos de sala de aula em direção à EDS. Promoveu-se, assim, a desejável relação estreita entre escolas e instituições de ensino superior potenciadora de mudança, capaz de criar comunidades de aprendizagem que refletem, problematizam e investigam as suas práticas curriculares. Esta iniciativa foi reconhecida pela Reitoria da Universidade de Coimbra e pela Comissão Nacional da UNESCO que honrou a organização com o seu apoio institucional e representação da Dr.<sup>a</sup> Elizabeth Silva, na sessão de encerramento e entrega

de prémios, que decorreu no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra, integrada na Cátedra da UNESCO da Universidade de Coimbra “Biodiversidade e Conservação para o Desenvolvimento Sustentável” [7].

As olimpíadas procuraram ainda “cativar” para o estudo da química, norteando as questões por desenvolvimentos que têm vindo a contribuir para o bem-estar da sociedade. Em particular, pretendeu-se contrariar o crescente desencanto e desconfiança da sociedade em relação à química e o declínio do interesse dos jovens em aprender ciências (e portanto também química), referido no relatório Rocard [8].

Este artigo pretende dar visibilidade à temática para fomentar discussões proactivas na comunidade e apresentar exemplos de questões administradas aos alunos nas semifinais e/ou finais das “Olimpíadas de Química Júnior-2014” realizadas no Departamento de Química da Universidade de Coimbra.

O texto inicia-se com a apresentação de duas temáticas de desenvolvimento sustentável (a água e os plásticos) que constituíram a matriz de referência para o desenvolvimento das questões problemáticas apresentadas. Nessa matriz teve-se o cuidado de realçar contributos da química não só para o desenvolvimento sustentável como também para a resolução dos problemas advenientes de utilizações inadequadas dos avanços do conhecimento químico e tecnológico.

## DUAS DAS QUESTÕES PROPOSTAS...

Apresentam-se a seguir os dois exemplos selecionados (um da prova teórica e o outro da prova laboratorial), previamente enquadrados pelas temáticas selecionadas: água potável e plásticos.

### ÁGUA POTÁVEL

De acordo com o previsto no ciclo da água, depois da evaporação a água condensa e é armazenada nos rios, lagos, oceanos, glaciares e aquíferos subterrâneos. A crescente utilização e contaminação da água potável à escala planetária devido ao consumo excessivo nos países desenvolvidos, ao crescimento da população e à sua utilização na agricultura, associada às alterações climáticas que se fazem sentir, acarretou um grave problema de escassez da água potável para a humanidade. Pelo menos 2,7 biliões de pessoas vivem em bacias hidrográficas que sofrem de escassez aguda de água durante pelo menos um mês no ano [9]. A escassez de água potável é um problema ambiental cada vez mais grave. Cerca de 1,1 biliões de pessoas no mundo não têm acesso a água potável e 2,4 biliões de pessoas não têm acesso a qualquer tipo de instalação de saneamento básico. As populações dos países em desenvolvimento, que vivem em condições extremas de pobreza, são as mais afetadas. Mas, para além de consumir água em excesso, a humanidade ainda promove uma grave degradação da sua qualidade através de descargas de poluentes

(metais pesados, pesticidas, fertilizantes...), que ultrapassam a capacidade de absorção dos ecossistemas naturais.

Dentro desta problemática, e com a intenção explícita de demonstrar a relevância do conhecimento químico na resolução de problemas resultantes do desenvolvimento insustentável, e simultaneamente despertar consciências para a importância de não se desperdiçar água, formulou-se uma questão teórica cuja resposta depende do conhecimento/compreensão da Lei de Lavoisier, que se apresenta a seguir:

### 1 - Questão teórica

Muitas pessoas no mundo estão privadas de água potável pelo que a sua utilização deve ser moderada. Graças ao desenvolvimento de conhecimento químico a “água da companhia” chega a nossas casas desinfetada. Para o efeito faz-se passar uma corrente de cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) através da água; o gás dissolve-se parcialmente na água e transforma-se em iões cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), iões hidrónio ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ), e ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ). A reação química descrita representa-se pela equação”: (selecionar a resposta certa)

- a)  $\text{Cl}_2 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq}) + 2 \text{HOCl} (\text{aq})$ ;
- b)  $\text{Cl}_2 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{HOCl} (\text{aq})$ ;
- c)  $\text{Cl}_2 (\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + 4 \text{Cl}^- (\text{aq}) + \text{HOCl} (\text{aq})$ ;
- d) nenhuma das anteriores.

### PLÁSTICOS

O desenvolvimento da química sintética ao longo da primeira metade do século XX, em particular a química dos polímeros moldáveis, designados por plásticos (do grego *plastikós* - moldável), contribuiu para uma melhoria significativa da qualidade de vida da sociedade moderna. Os plásticos passaram a ser materiais utilizados em inúmeros sectores: medicina, agricultura, transportes, meios de comunicação, computadores e sobretudo no sector da embalagem. Inicialmente, a elevada resistência à degradação foi apresentada como uma das mais relevantes propriedades destes materiais, mas a sua baixa biodegradação e utilização descontrolada levou os políticos a repensar/legislar, fomentando a sua reutilização e reciclagem. Em 2013 a Comissão Europeia publicou o LIVRO VERDE, onde se define uma estratégia europeia para a problemática dos resíduos de plástico no ambiente. Este livro “pretende contribuir para uma reavaliação dos riscos para o ambiente e para a saúde humana dos plásticos presentes nos produtos quando estes se tornam resíduos, tendo em vista a sua correta conceção do ponto de vista ambiental, tanto funcional como quimicamente, assim como para lançar uma reflexão sobre os problemas da eliminação não controlada dos resíduos de plástico e do lixo marinho” [10].

Uma vez mais o conhecimento químico voltou a ser importante e a contribuir para uma procura de soluções de-

envolvendo novos plásticos biodegradáveis, métodos de reciclagem e reutilização dos plásticos. Mas, para que a reciclagem/reutilização dos plásticos seja possível é necessário proceder à sua separação. Neste contexto, foi solicitado aos concorrentes das Olimpíadas de Química Júnior que desenvolvessem uma atividade laboratorial que permite separar plásticos com base no conceito de densidade, que a seguir se apresenta.

### 2 - Questão laboratorial

#### Introdução

Dispomos atualmente de muitos objetos feitos de plástico e é difícil imaginar como seria o nosso dia-a-dia sem esses objetos. Uma das razões que fazem serem materiais de uso cada vez mais difundido é a sua durabilidade. Alguns tipos de plásticos, por exemplo, necessitam de séculos para se degradar. Mas é também a sua durabilidade que constitui um sério problema: o planeta está cheio de plásticos e isso tem consequências ambientais várias. Os plásticos são, depois do papel, o constituinte mais comum do lixo urbano. Além disso, obtém-se, em geral, a partir de derivados do petróleo e do gás natural, cujas reservas são limitadas. A reciclagem dos plásticos, desenvolvida pelo conhecimento químico, tem sido apontada como um contributo importante para a resolução do problema. Apesar de falarmos em geral de plásticos, eles são diferentes no que diz respeito à sua estrutura molecular e por conseguinte às suas propriedades. Assim, para facilitar a reciclagem dos plásticos recomenda-se que tenham símbolos (como abaixo se indica) para os agrupar/separar por categorias: (1) PET - polietileno tereftalato; (2) PEAD - polietileno de alta densidade; (3) PVC - policloreto de vinilo; (4) PEBD/PELBD - polietileno de baixa densidade/polietileno linear de baixa densidade; (5) PP - polipropileno e (6) PS - poliestireno (Figura 1).



Figura 1 – Símbolos associados aos diferentes tipos de plásticos

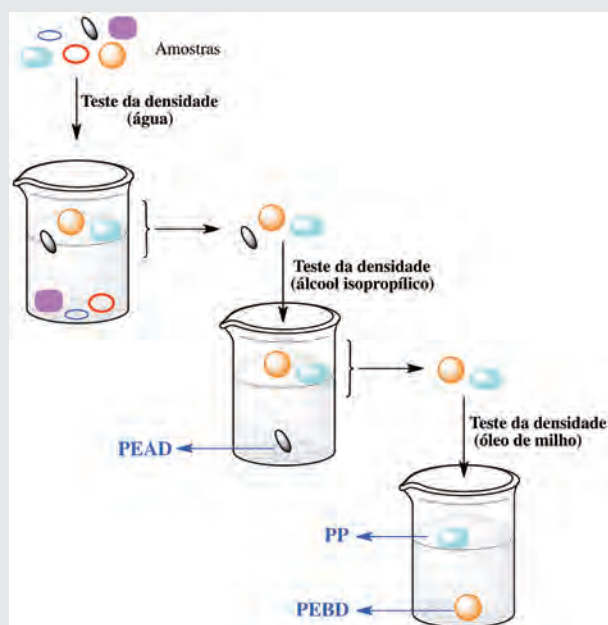
#### Procedimento

Na bancada encontrares plásticos assinalados com as letras A, B, C e D.

Tem em atenção a “marcha” de análise que se apresenta ao lado para identificares cada uma das amostras A, B, C e D (Figura 2).

- 1) Coloca uma amostra de plástico A no gobelé contendo água. Agita com uma vareta, deixa repousar e verifica se afunda ou flutua. Regista na tabela da tua folha de prova.
- 2) Caso a amostra de plástico tenha flutuado em água, repete o procedimento acima com uma amostra nova no goblé contendo álcool isopropílico.
- 3) Se não conseguiste identificar a amostra efetua o teste de densidade no óleo de milho.

4) Repete o procedimento acima para as amostras de plástico B, C e D.



**Figura 2** – Marcha de análise para separação de plásticos baseada na densidade

### Questões

2.1 – Regista as tuas observações experimentais na tabela 1. Coloca um traço nos locais onde não foi necessário realizar a experiência.

2.2 – Identifica os plásticos A, B, C e D com base nos resultados experimentais obtidos e na informação fornecida na Introdução.

Amostra	Água	Álcool isopropílico	Óleo de milho
A			
B			
C			
D			

**Tabela 1** – Registo das observações experimentais

A – \_\_\_\_\_  
 B – \_\_\_\_\_  
 C – \_\_\_\_\_  
 D – \_\_\_\_\_

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos temos responsabilidades na promoção do desenvolvimento sustentável, potenciador de uma distribuição e gestão mais equilibrada dos recursos que o planeta possui, bem como na promoção de uma cultura de paz e equidade. Em tempo de incerteza e insegurança face ao futuro, as organizações, nomeadamente os organismos públicos, e em particular a Escola e a SPQ, têm que responder proactiva-

mente a esses desafios, acompanhando e implementando orientações e políticas recomendadas a nível internacional, em perspetivas de EDS. As “Olimpíadas de Química Júnior”, realizadas no Departamento de Química da Universidade de Coimbra em 2014, constituem um exemplo de como é possível dinamizar a reflexão na comunidade educativa, tanto professores e alunos, sobre a relevância da aprendizagem da química e da sua contribuição para o bem-estar da sociedade e para o seu desenvolvimento mais sustentável.

A prossecução destes objectivos é bem evidenciada pelas declarações, respetivamente, dos alunos e professora da Escola Nuno Álvares de Castelo Branco, vencedores da Medalha de Ouro na final das Olimpíadas de Química 2014: “*Achámos que as Olimpíadas 2014 foram um projeto gratificante e aprendemos que mais importante do que usar a química para melhorar a qualidade de vida é usar a química para melhorar a qualidade de vida no planeta e para ajudar o planeta*”; “*aperceberam-se [os alunos] que apesar de ser uma disciplina que trabalha com reagentes e substância extremamente complicadas para o ambiente agora trabalha-se na química e olha-se para a química como a solução e não parte do problema para o planeta; digamos que essa foi a lição mais motivadora que eles trouxeram da fase nacional das Olimpíadas 2014*” [11]

### AGRADECIMENTOS

A organização das “Olimpíadas de Química Júnior-2014” contaram com o apoio institucional do Ministério de Educação e Ciência, Direção Geral de Educação, Fundação Calouste Gulbenkian e Comissão Nacional da Unesco-Portugal, assim como com o envolvimento ativo da Reitoria da Universidade de Coimbra, Direção da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Museu da Ciência, Imprensa da Universidade de Coimbra, Câmara Municipal de Coimbra, Direção, docentes e estudantes de pós-graduação do Departamento de Química e do Núcleo de Estudantes de Química da Associação Académica de Coimbra. Esta organização foi ainda patrocinada por entidades como Bluepharma, Bayer Portugal SA, Porto Editora, Labor, Reagente 5, José Manuel Gomes dos Santos, Soquímica, Caixa Geral de Depósitos e Fundação Calouste Gulbenkian.

Comissão Organizadora: M. J. Moreno (Coordenadora da prova laboratorial); C. Serpa e J. C. Pereira (Coordenadores da prova teórica); T. Roseiro, M. E. Azenha, M. Calvete, S. Gramacho, C. S. Castro, R. Carrilho, A. Almeida, J. Pina, S. Pinto, C. Monteiro, O. Évora, Bernardo, R. Apóstolo, B. A. Nogueira, C. Sousa, M. Matos e G. Abreu. A todos o nosso reconhecimento.

### REFERÊNCIAS

- [1] “Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação”, in <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf> (acedido a 10-11-2014)



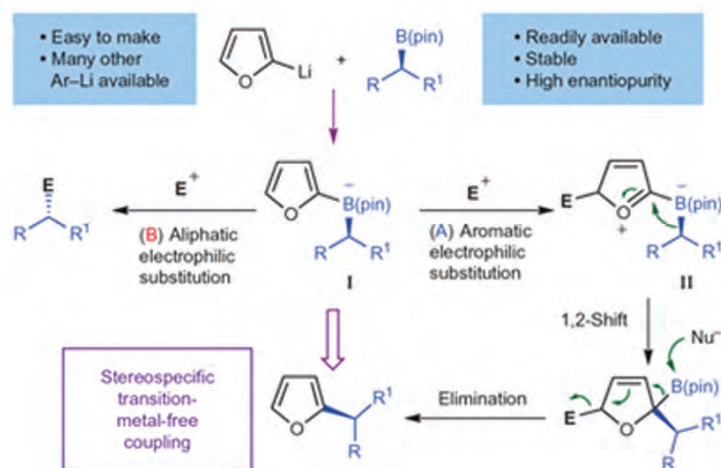
- [2] J. Osborne, J. Dillon, "Science Education in Europe: Critical Reflections", The Nuffield Foundation, Londres, 2008
- [3] J.A. Pacheco, A. Vieira "Europeização do currículo. Para uma análise das políticas educativas e curriculares", Porto Editora, Porto, 2006
- [4] <http://olimpiadas.chemistry.pt/#junior> (acedido a 19-11-2014)
- [5] C. Costa, "Educação Científica (Química) e Sustentabilidade", Conferência semifinais das Olimpíadas de Química Júnior, Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014
- [6] P. Sá, "Será que a minha pegada ecológica é sustentável?", Conferência dirigida aos alunos e professores acompanhantes das semifinais das Olimpíadas de Química Júnior, Departamento de Química da Universidade de Coimbra, 2014
- [7] R. Heleno, "Sustentabilidade e Desenvolvimento", Museu da Ciência da Universidade de Coimbra, 2014 - conferência Integrada na Cátedra da UNESCO "Biodiversidade e Conservação para o Desenvolvimento Sustentável"
- [8] "Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe", in [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf) (acedido a 8-11-2014)
- [9] "Global analysis and assessment of sanitation and drinking-water", in [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/hygiene/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/en/) (acedido a 16-10-2014)
- [10] <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0123:FIN:PT:PDF> (acedido a 12-11-2014)
- [11] [http://www.youtube.com/results?search\\_query=alunos++o+limpiadas+castelo+branco](http://www.youtube.com/results?search_query=alunos++o+limpiadas+castelo+branco) (acedido a 12-11-2014)

## ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

## ACOPLAMENTO C-C DE ÉSTERES BORÓNICOS NA AUSÊNCIA DE METAIS DE TRANSIÇÃO

O acoplamento cruzado de ácidos borónicos e derivados relacionados com electrófilos  $sp^2$  ( reacção de Suzuki-Miyaura) é um dos mais poderosos processos de formação de ligações C-C em síntese, com aplicações que abrangem produtos farmacêuticos, agro-químicos e materiais com aplicações tecnológicas. Apesar da importância desta reacção, o seu âmbito é relativamente limitado quando a mesma é aplicada a ésteres borónicos alifáticos porque embora funcione bem com organoboranos primários, não funciona com ésteres borónicos secundários e terciários (com excepção de alguns exemplos específicos e isolados).

Através de uma estratégia alternativa, que não envolve o uso de metais de transição, uma equipa liderada por Varinder Aggarwal, da Universidade de Bristol, no Reino Unido, conseguiu promover com sucesso a reacção de acoplamento entre ésteres borónicos secundários e terciários enantio-enriquecidos com compostos heteroaromáticos, com elevada enantio-especificidade. O método desenvolvido passou pela utilização de um aril-lítio electronicamente rico, como o 2-litiofurano, para converter os ésteres borónicos em intermediários boronato que reagem com um electrófilo apropriado para originar um catião. Este segundo intermediário, após migração 1,2 e eliminação origina o produto final, estereoespecificamente.



Reacções semelhantes foram sendo tentadas nos últimos 40 anos usando boranos simétricos, aquirais, os quais são também sensíveis ao ar. Por estas razões esta linha de investigação foi abandonada. Aggarwal e a sua equipa mostraram, pela primeira vez, que é possível fazer estas reacções usando ésteres de ácidos borónicos facilmente disponíveis e de fácil utilização, o que amplia consideravelmente a gama de compostos quirais a que se pode aceder a partir de ésteres alquílicos borónicos quirais.

(Fontes: <http://www.rsc.org/chemistryworld/2014/06/carbon-carbon-couplings-3d-suzuki-secondary-tertiary-boronic-esters>; A. Bonet *et al*, *Nat. Chem.* **6** (2014) 584–589 doi:10.1038/nchem.1971)

Paulo Mendes  
(pjgm@uevora.pt)



ChemistryViews

**Alerts  
& Events**

**Videos & Blogs**

**News  
& Articles**

**Join – register – benefit**  
with 300.000+ users on the platform!

**Easy – fast – exciting**  
updated every day for you and  
your work!

Spot your favorite content:

**ChemistryViews.org**



**ChemPubSoc  
Europe**



**WILEY-VCH**