

# 100 ANOS DA QUÍMICA EM PORTUGAL SOB OS AUSPÍCIOS DA SPQ

## Parte III. Indicadores de Modernidade na Química do Século XX

SEBASTIÃO J. FORMOSINHO\*

Após a 2ª Grande Guerra começa a reconhecer-se para a ciência uma forte *função social* e a Química, que já havia desempenhado papel de relevo na industrialização tecnológica do século XIX, vai surgir progressivamente desagregada em subdisciplinas, como uma *ciência de serviço*, vindo a tornar-se a *ciência central* no contexto e hierarquia de todas as ciências. Um pouco por toda a ciência, e também na química, a multiautoria dos artigos científicos é um indicador do progresso científico, do fomento da especialização e do caráter interdisciplinar dos problemas com que a ciência se tem vindo a defrontar e resolver. É perante este indicador que podemos avaliar a rutura que Andrade de Gouveia introduz no panorama da investigação em química em Portugal, com o estabelecimento de equipas de investigação. Se a partir dele o panorama da química portuguesa não retrocedeu na modernidade da sua investigação é porque surgiram novas levas de químicos nas diferentes universidades portuguesas, nomeadamente em Lisboa, Coimbra e Porto, que asseguraram a existência de uma massa crítica de doutorados. É a esta luz que, nas vicissitudes históricas da ciência em Portugal, se pode compreender melhor o facto de, quando comemoramos o 1º Centenário da fundação da “Sociedade Portuguesa de Química”, ser precisamente a Química a área da ciência portuguesa com maior número de citações científicas.

Na *Big Science*, a investigação situa-se num plano que, mesmo para o cidadão comum, ultrapassa o do investigador isolado, na responsabilidade pessoal, na iniciativa, no controlo; o cientista tem de trabalhar integrado numa “equipa de investigação” para atacar qualquer problema de pesquisa. O reconhecimento do problema, a conceção do projeto, os trabalhos de pesquisa e a respetiva supervisão são algumas das etapas que requerem a intervenção de diversos investigadores, e a ciência tem vindo a tornar-se cada vez mais colaborativa. Ao ponto de em 2010 se ter alcançado o recorde de autores num artigo científico: 3332 autores de 32 países e 225 instituições [1, 2]. Dizia-se com ironia em passado recente que «havia artigos com mais autores do que parágrafos». Hoje verifica-se que há artigos com mais instituições do que parágrafos. Obviamente, em condições de equipas de muitos autores, vai-se diluindo o prestígio decorrente da autoria da comunicação científica. Mas tais equipas, em muito menor dimensão do que nos dias de hoje, remontam já ao século XIX – o professor com os seus discípulos.

### AS TRANSFORMAÇÕES DA CIÊNCIA DURANTE O SÉCULO XX

Em 1963, o sociólogo das ciências Della de Solla Price [3] mostrava que a atividade científica, expressa em termos do número de revistas científicas de caráter periódico, havia crescido exponencialmente durante cerca de 300 anos (desde 1665 até essa data). O número de artigos publicados duplicava em cada 10-15 anos, a uma taxa de crescimento anual entre os 5% e 7%. A ciência moderna foi claramente uma *ciência em expansão* desde o século XVII. No século XIX foi incorporada nas universidades e a investigação associada ao ensino superior volveu-se numa profissão regular.

A manter-se o referido ritmo de crescimento, já em 1963 Solla Price [4] alertava para o facto de que as despesas com a investigação, de cerca de 1% do Produto Nacional Bruto (PNB) nesse ano, seriam de 5% do PNB no ano 2000 e atingiriam os 20% do PNB no ano 2030. Como tal era claramente impossível, Solla Price previa um declínio neste ritmo de crescimento. No que concerne às despesas com I&D, a estabilização deu-se por meados da década de 70 ao nível dos 2% a 3% do PNB em países avançados como os Estados Unidos, Japão, Reino Unido e Alemanha.

Hoje a ciência adquiriu uma dimensão, um custo e uma importância para o progresso económico das nações que já não pode mais ser deixada só nas mãos dos cientistas. Nos países mais avançados a ciência encontra-se “num regime estacionário”. Regime em que a ciência está condicionada pelos fundos para a pesquisa, pelas posições académicas e de investigação, e pelas páginas em revistas de prestígio (*era da competição por recursos escassos*). Em oposição à *idade da pura competição intelectual*, em que o progresso da ciência estava condicionado pelos limites da imaginação e criatividade dos cientistas. Como referimos, a *autoria múltipla* dos artigos científicos é um dos indicadores que revela uma alteração progressiva no modo de fazer ciência no decorrer do século XX, por aumento progressivo das equipas de investigação.

Um tal aumento das equipas deve-se, em muito, à necessidade de a ciência atacar e procurar resolver problemas cada vez mais complexos. Em 1939, o cristalógrafo britânico John Desmond Bernal advogava que a ciência poderia resolver muitos problemas de interesse social, e mostrava que nessa época a eficiência social da investigação científica seria somente de cerca de 2%, mormente na Grã-Bretanha. O

\* Departamento de Química, Universidade de Coimbra,  
Rua Larga 3004-535 Coimbra  
E-mail: sformosinho@qui.uc.pt

começo da 2ª Grande Guerra veio a pôr à prova as suas ideias. Mas havemos de reconhecer que a função social da ciência era diminuta até aos tempos da 2ª Grande Guerra.

Quando em 1939 Bernal publica "*The Social Function of Science*" [5], o autor reconhecia que «a Ciência, à época, não estava a trabalhar ao máximo ao serviço do homem». «A ciência já não podia ser um divertimento intelectual de índole individualista, em pessoas abastadas ou mentes engenhosas apoiadas por mecenas, nem podia ser aplicada para inventar novas armas e meios ainda mais destrutivos, como a guerra química da 1ª Grande Guerra, ou ser um mero desperdício das energias do homem. O campo da saúde e do bem-estar tinha sido, em muito, ignorado pela ciência, o que havia levado a um desenvolvimento muito desigual das diferentes ciências, mormente da física e da química, em detrimento das ciências biológicas e das da vida» [6].

A ciência já não podia ser uma atividade civil descoordenada, mas teria de ser uma atividade com uma coordenação do Estado, e disso se apercebeu o regime soviético antes dos países ocidentais. Não que no passado, como na Era dos Descobrimentos, tais responsabilidades não tivessem sido exercidas pelo Estado, mas eram tempos longínquos e que haviam conduzido também a declínios e crises. Em suma, a ciência teria de ter uma *função social*, associando-a mais à agricultura, à indústria e à saúde [7].

Na emergência deste novo desiderato, marcadamente após a 2ª Grande Guerra, a Química vai surgir desagregada em subdisciplinas, como uma *ciência de serviço*. A química está em toda a parte no mundo que nos rodeia – naquilo que comemos, no que nós respiramos, na maneira como vivemos, e naquilo que somos. Os químicos não só estudam como as "coisas" são, mas também o que fazem e como o fazem, a partir de partículas subatômicas, essencialmente eletrões e prótons, até aos grandes conjuntos de moléculas.

A química é também muito criativa: produz novas substâncias todos os

dias, numa constante busca por novos materiais, novos medicamentos e novas formas de fazer as coisas melhor, com menos gastos de reagentes e de átomos, de energia, de tempo de preparação e impactos cada vez menores no ambiente, bem como na busca de novos modos de compreensão de como a Natureza funciona.

Há 50 anos deu-se uma revolução na Biologia que a uniu à Química. A biologia transformou-se numa ciência de base química com a descoberta da estrutura da dupla hélice do DNA por James Watson e Francis Crick. A química é das ciências mais rigorosas, porque se baseia não só no rigor lógico-matemático, como no ultra rigor do confronto com a realidade experimental. A precisão e o rigor experimental algemam os químicos; não é, pois, uma ciência de índole especulativa. Mas com o desvelar da estrutura do DNA, a Química tornou-se verdadeiramente a *ciência central* no contexto e hierarquia de todas as ciências, pois a ela se tem sempre de recorrer para estudar os fenómenos biológicos, físicos, médicos e do meio ambiente, bem como os da engenharia dos materiais e da nanotecnologia. Uma nanociência que se está a construir a partir da química, mas que se antecipa no final poder vir a ter uma enorme importância, com inúmeras aplicações.

#### ISOLAMENTO CIENTÍFICO: "A MORTE DO HOMEM DE CIÊNCIA"

Debrucemo-nos, por momento, no abrangente trabalho de Nunes dos Santos sobre a Química Orgânica do século XIX, no que ao nosso país diz respeito. «Quando, em 1861, o Embaixador em Paris Conde de Lavradio, a pedido do Duque de Loulé, então Presidente do Conselho de Ministros do Reino, influenciava [Agostinho Vicente] Lourenço a regressar a Portugal e a ocupar a Cátedra de Química que a jubilação de Júlio Máximo d'Oliveira Pimentel, bacharel em Matemática, militar, "professor de Química intimado pela disciplina", deixaria livre, dificilmente poderia imaginar que as práticas orientadoras da *école* onde provinha – a investigação e a utilização do Laboratório para prosseguir o treino e o ensino dos iniciados – iriam

ser diminuídas. Na verdade, Agostinho Lourenço, após o seu regresso, reduz drasticamente a sua ação na investigação, a atestar o pequeno número de trabalhos que publica até à sua morte, apenas três [...]. O impacto das suas lições também não foi notável, como o demonstram as palavras de Eduardo Burnay na oração fúnebre [...]: "Discursar não era, ao contrário, o dom natural de Lourenço, em quem a dificuldade se agravava pela tantas vezes irresistível confusão da língua pátria com o idioma francez, que lhe era especialmente sympathico e com o qual quasi exclusivamente se familiarizara na sua estada em França". Que diferença se a compararmos com as palavras de Gautier acerca das aulas do mestre de Lourenço, Adolphe Wurtz: "As suas aulas estavam cheias e o ensino de Wurtz era de grande entusiasmo e 'performances' exuberantes. Wurtz prendia logo à partida o seu auditório pelo charme do seu discurso, a clareza das suas palavras, a cor das suas imagens, a elegância das suas demonstrações, mas sobretudo pela convicção que emanava da sua pessoa» [8].

Agostinho Lourenço era contudo um sagacíssimo espírito, com «grande instrução e educação química». «Lourenço era estimado na comunidade dos químicos de então, e, a par com Roberto Duarte Silva, já mencionado, constituíam as figuras portuguesas mais proeminentes da Química do século XIX» [9].

«Lourenço regressou a Portugal apesar das recomendações do químico Malagutti, seu amigo, que profetizava o seu isolamento, e vaticinava que este "é a morte do homem de ciência". Embora o professor da Escola Polytechnica e sócio da Academia das Ciências de Lisboa continuasse a ir com regularidade a França e fosse membro correspondente do corpo Editorial do *Bulletin de la Société Chimique*, juntamente com o espanhol Ramon Luna, o italiano Agostinho Frappoli e o russo V. Sawitsch, todos *élèves* de Wurtz, o que lhe permitia estar em contacto direto com os trabalhos dos *savants* da época [...] o facto é que, Lourenço, entregue a uma atividade industrial, a exploração do estabelecimento dos "banhos sulfúreos" de S. Paulo, e ao

seu *hobby* de colecionador de arte, não ativou o Laboratório da Polytechnica, falhando assim na missão de ser o átomo “primevo” da formação de uma escola portuguesa; ele não deixou florescer o germe de que vinha imbuído da *école* de Wurtz» [10].

Prossigamos na análise de Nunes dos Santos sobre o percurso de Agostinho Lourenço em Lisboa. «É sempre difícil para o historiador da ciência analisar o impacto de transmissão de conhecimento, o *corpus* das ideias que um cientista transmite durante o processo de instrução, se não existir um programa de investigação, se não se conhecerem os sistemas de aprendizagem e de difusão do conhecimento. Embora Lourenço tivesse trabalhado num grupo de investigação com uma grande atividade científica e dispusesse de um laboratório na Escola Polytechnica, que no dizer de Hoffmann, em carta enviada a José Júlio Rodrigues, não hesitava em afirmar que não conhecia um laboratório “mieux installé pour l’enseignement et pour la recherche, em que as salas de trabalho e o auditório possuíam uma profusão de espaço, de ar e de luz que não encontrava noutros lugares”, na verdade este cientista não soube criar em Portugal um grupo de investigadores que desse continuidade e desenvolvesse o seu trabalho iniciado em França. [...] Que razões teriam levado Lourenço a não fundar uma comunidade de aprendizes e mestres, uma *escola*, que é lugar privilegiado da inovação conceptual? Porque não conseguiu ele ser o guia que oferece linhas orientadoras, que reformula a estrutura de uma disciplina, que gera o entusiasmo e a inspiração de muitos jovens? Porque não se impôs como mentor carismático, ele que já tinha reputação internacional? Porque não foi dinamizador de técnicas experimentais, e de um novo estilo a perpetuar na escola portuguesa? Porque não quis ser uma personalidade com um papel na emergência e continuidade das ideias científicas conducentes a uma visão programática que abalasse o ambiente científico português, individual e institucional dessa época?» [11] Nunes dos Santos proporciona-nos algumas respostas plausíveis, mas entendendo a mais profunda ser a intuição preditiva de Malagutti.

## UM INDICADOR DE MODERNIDADE PARA A QUÍMICA PORTUGUESA NO SÉCULO XX

A investigação científica em Portugal começou a ser financiada de forma mais ou menos regular a partir de 1929, com a criação da Junta de Educação Nacional, criada por decreto de 16 de janeiro de 1929. «Surgia como um organismo permanente e autónomo, integrado no Ministério da Instrução Pública. Como missão, são-lhe cometidas as funções, entre outras, de: fundar, melhorar ou subsidiar instituições destinadas a trabalhos de investigação e propaganda científica, organizar e fiscalizar um serviço de bolsas de estudo; promover o intercâmbio cultural, a expansão da cultura portuguesa». Com a passagem do tempo e a alteração dos contextos políticos, económicos, sociais, a Junta de Educação Nacional foi «transformada em Instituto para a Alta Cultura, mantendo-se como tal entre 1936 e 1952, quando a sua designação foi alterada para Instituto de Alta Cultura» [12]. Este instituto foi posteriormente extinto para dar lugar ao Instituto Nacional de Investigação Científica em 1977.

É neste contexto nacional que a Universidade de Coimbra, mediante proposta do diretor do *Laboratorio Chimico*, Egas Ferreira Pinto Basto, enviou, em janeiro de 1931, o assistente de química António Jorge Andrade de Gouveia preparar o seu doutoramento na Universidade de Liverpool em Inglaterra. Esta estadia prolongou-se até julho de 1934, tendo Andrade de Gouveia apresentado a sua tese de doutoramento à Universidade de Liverpool em abril do mesmo ano, com o título “*Contributions to the study of the rôle of the double bond in the absorption spectra of organic compounds*”.

Mesmo em química, campo no qual, como refere John Ziman, o projeto de investigação típico era de um único pesquisador auxiliado por instrumentos sofisticados, a autoria múltipla começou a ocorrer [13]. Por 1900, o número de artigos de um só autor já correspondia a cerca de 82% da produção, para alcançar os 65% por 1940, e se situar em cerca de 15% quando extrapolado para 1970.

Uma contagem da autoria nos artigos das revistas das “Sociedades de Química” apresenta-se na Tabela 1 no primeiro biénio após o seu surgimento e em alguns biénios posteriores. Como era reduzido o número de colaboradores regulares da “Revista de Química”, não ultrapassava a dúzia, e cerca de um terço dos artigos tinha a autoria de Ferreira da Silva [14], não causa surpresa o acentuado declínio que se verifica na Revista após o falecimento deste eminente químico português. No período de 1936/37, quase uma década após o falecimento de Ferreira da Silva, o grande obreiro da Revista e da Sociedade de Química em Portugal, o número de artigos publicados vê-se reduzido por fator de 6,5 vezes. No biénio 1968/69 o ritmo de publicação já é aceitável, para uma comunidade que ainda não tinha visto os frutos da primeira geração de doutorados que havia mandado preparar com regularidade em universidades estrangeiras. Portanto, durante mais de meio século que decorre após a fundação da *Sociedade Chimica Portuguesa*, a química nacional situa-se longe deste indicador de modernidade para o século XX, fruto de uma investigação prosseguida por «equipas de investigação».

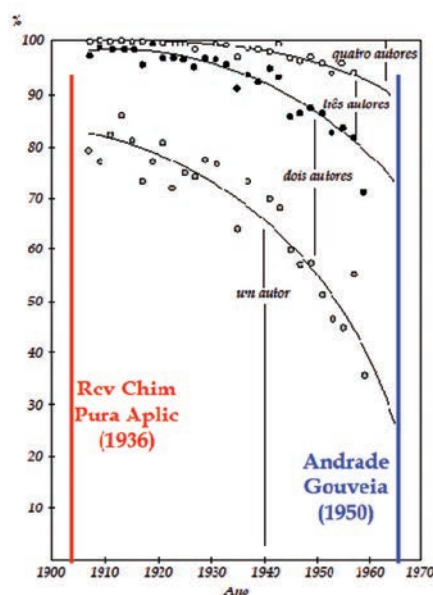
É só com António Jorge Andrade de Gouveia, que estabelece uma rede

**Tabela 1** – Contagem do número de autores nos artigos das revistas de química das “sociedades científicas” de química em Portugal e de A. J. Andrade de Gouveia

	período	nº autores				Total artigos
		1	2	3	≥4	
Revista de Chimica Pura e Aplicada	1905-1906	95,2%	4,8%			104
	1936-1937	87,5%	12,5%			16
Revista Portuguesa de Química	1968-1969	41,0%	45,0%	10,0%	4,0%	51
A. J. Andrade de Gouveia	1930-1950	25,0%	35,0%	35,0%	5,0%	20
	1930-1970	17,3%	32,7%	36,5%	13,5%	52



de colaboradores científicos, que o panorama da química nacional vai mudar na Universidade de Coimbra e seguidamente em todo o país. Trata-se já de passada segura no período de institucionalização da investigação científica da química em Coimbra, que Redinha situa já na segunda década do século XX [15]. Andrade de Gouveia regista no seu *curriculum vitae* publicações regulares em química – largamente em temas de determinações quantitativas de moléculas orgânicas por espectrofotometria –, de 1930 a 1976 num total de 52 artigos; de autoria única são tão-só 17% (Tabela 1) [16]. A Figura 1 patenteia bem a modernidade da carreira deste químico no panorama português. Em 1950, os artigos de único autor já representavam somente 25% do total, enquanto na comunidade internacional em 1950 esse valor rondava os 55%. Esta realidade situa Andrade de Gouveia cerca de 15 anos à frente do panorama médio internacional. Por contraste, o panorama dos artigos publicados na *Revista de Chimica Pura e Applicada* em 1936/37 coloca a comunidade dos químicos portugueses cerca de 33 anos atrás do panorama internacional.



**Figura 1** – Incidência da autoria múltipla de artigos em química a nível internacional entre 1900 e 1970 e de artigos publicados na *Revista de Chimica Pura e Applicada* no biénio 1936-1937, bem como do químico português A. J. Andrade de Gouveia a meio da sua carreira científica em 1950. Figura adaptada da Fig. 9.32 em John Ziman, “*The Force of Knowledge. The scientific dimension of society*”, Cambridge Univ Press, Cambridge, 1976, p. 237

Artigos de quatro autores na comunidade internacional alcançavam os 10% por volta de 1965, mas no final da carreira universitária ativa de Andrade de Gouveia, em 1976, este tipo de artigo já representava no seu curriculum 13,5%.

Andrade Gouveia, para além do cargo de Diretor do Laboratório de Química, que exerceu sem interrupção de dezembro de 1945 até à sua jubilação em 1976, foi Secretário da Faculdade de Ciências de 1944 a 1947, Diretor da mesma Faculdade a partir de 17 de março de 1960 até ser nomeado Reitor da Universidade de Coimbra, em 14 de junho de 1963, cargo que exerceu até fevereiro de 1970. Apesar deste intensa atividade de gestão universitária, Andrade Gouveia teve o engenho de não se deixar isolar cientificamente, ao agregar discípulos à investigação que coordenava. E tal como Agostinho Lourenço, Andrade Gouveia tinha um *hobby* – o dos pombos-correio, com diversos prémios conquistados. Em contraste com os seus antecessores na Química de Coimbra, «consciencializou-se da ciência como empreendimento coletivo e não individual», e se não prosseguiu um verdadeiro programa de investigação, profissionalizou os seus colaboradores já num ambiente nacional com suficiente massa crítica de químicos para dispor de uma sociedade científica com uma revista de química portuguesa.

Cerca de 75 anos medeiam entre as atividades de investigação regulares em Portugal destes dois químicos orgânicos portugueses. A partir de Andrade Gouveia o panorama da química portuguesa não retrocedeu na modernidade da sua investigação, pois surgiram novas levas de químicos nas diferentes universidades portuguesas, nomeadamente em Lisboa, Coimbra e Porto, que asseguraram a existência de uma massa crítica de doutorados. O facto de o “Instituto Superior Técnico” ter aderido na química a este esquema de formação doutoral do seu corpo académico, foi determinante para a sustentabilidade desta medida. A química sobreviveu sem profundos danos à miopia perseguidora do regime salazarista. Carlos Fiolhais e Décio Martins na sua “*Breve História da*

*Ciência em Portugal*” abordam a ciência no Estado Novo. Como realçam, «os anos 40 viram, porém, uma das páginas mais negras da história da ciência em Portugal. Foram alvo nessa altura de perseguição política alguns dos melhores cientistas portugueses» [17]. Impressiona que dos *dezassete* nomes que a obra destaca, *oito* hajam sido alvo de demissões compulsivas e expulsão do ensino. Nesse tempo, o regime não demonstrava apreço pela ciência. Mas «pese embora as purgas, o Estado Novo proporcionou nos anos 50 e 60 alguma afirmação da ciência e da técnica, nomeadamente, para além do progresso proporcionado por professores que não foram exilados» [18].

A área científica que entre nós estava mais desenvolvida, pois era a que a nível universitário tinha uma componente prática intensa bem antes da Reforma Pombalina, era a Medicina. Entre nós, a Universidade de Lisboa alcança um período de ouro, graças à sua Faculdade de Medicina. Dos cinco artigos publicados por esta universidade, e registados no *Web of Knowledge* [19] na década de 1935-1944 com a afiliação de “Portugal”, quatro são de medicina e nele figura o que valeu a atribuição do Prémio Nobel a Egas Moniz. Com o dismantelamento da Faculdade de Medicina de Lisboa e a perseguição política a professores universitários, a Universidade de Lisboa esteve sem publicar em revistas do *Web of Knowledge* de 1942 a 1966 (24 anos, exatamente o período de uma geração e vem a fazê-lo em domínios da Física); a Faculdade de Medicina de Lisboa só volta a publicar em 1972 (30 anos depois) [20].

## O RANKING DA QUÍMICA PORTUGUESA NO ANO DE 2011

É altura de virmos a abandonar o percurso histórico que percorremos para, de forma breve, atentarmos no patamar que a academização e profissionalização dos químicos em Portugal promovida pela SPQ nos permitiu alcançar no presente. Das 22 áreas científicas do ESI, em Portugal a “Química” é, em 2011, a área do topo em termos de número de *artigos* e, com maior significado, em termos de número de *citações* (*default* de ESI);

seguem-se a “Medicina Clínica” e a “Física” (ver Tabela 2). A nível mundial em “Química”, entre 94 países, Portugal, ocupa o 24º lugar em número de artigos, o 29º em citações e o 30º em citações/artigo (ESI julho 2011).

A Tabela 3 apresenta-nos o panorama dos temas cultivados na química nacional no ano da celebração do 1º Centenário da SPQ e que deve ser confrontada com a da Tabela 1 publicada na Parte-II deste série de trabalhos, uma compilação dos artigos de química publicados na revista *O Instituto* entre 1852 e 1952. Na química portuguesa, a temática que agora prepondera é a de Química-Física, o dobro da Química Analítica, dominante até meados do século XX.

Em 2007 Wren *et al.* estudaram a evolução da frequência de distribuição do número de autores por trabalhos publicados desde 1966, onde 86% são artigos científicos correntes [21]. O gráfico ilustrado na Figura 2 foi obtido a partir da bibliografia apresentada em MEDLINE com um limite superior de autores por trabalho fixado em 15. Este estudo indica-nos que a evolução do número de autores por artigo permanece como um *indicador* da evolução dos modos de fazer ciência durante todo o século XX.

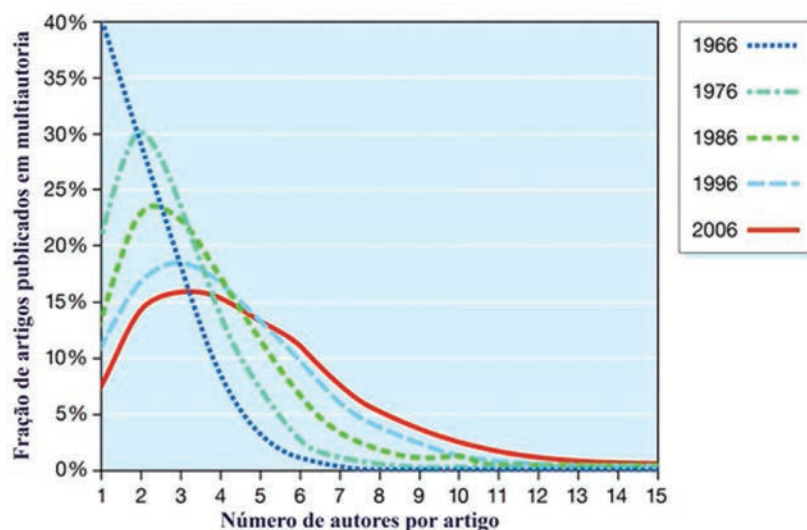
O último *buzz-word* (“Innovation Union” (IU)) de Bruxelas é aparentemente equacionar a “excelência” em ciência com mobilidade e intercâmbio de investigadores. Uma medida imprudente, pois uma cada vez mais forte globalização social da ciência criará comunidades mais fortes na geração de *consensos* nas suas convicções e paradigmas e ainda mais resistente à *inovação* fora dos paradigmas vigentes, à *ciência extraordinária* na lingua-

**Tabela 2** – Desempenho das três melhores áreas científicas de Portugal em 2011, expresso em termos da fração do total de artigos e de citações num período de cerca de 10 anos anterior a julho de 2011. Dados ESI julho 2011, cobrindo um período de 10 anos e 4 meses entre 1 de janeiro de 2011 e 30 de abril de 2011

Áreas científicas	artigos	citações
Química	15,0 %	16,1 %
Medicina Clínica	11,3 %	15,3 %
Física	9,7 %	10,7 %

**Tabela 3** – Compilação dos artigos de química publicados com a afiliação “Portugal” e registado no ISI Web of Knowledge no ano 2010 e 2011 até 28 de junho de 2011

Temas de química	Artigos	Fração (%)
<i>Chemistry, Physical</i>	868	30,1
<i>Chemistry, Multidisciplinary</i>	501	17,4
<i>Chemistry, Analytical</i>	402	13,9
<i>Chemistry, Applied</i>	286	9,9
<i>Chemistry, Organic</i>	268	9,3
<i>Electrochemistry</i>	154	5,3
<i>Chemistry, Medicinal</i>	212	7,3
<i>Chemistry, Inorganic &amp; Nuclear</i>	197	6,8



**Figura 2** – Frequência de distribuição do número de autores por trabalhos publicados desde 1966 em MEDLINE (Wren *et al.*, *EMBO Rep.*, 8(11) (2007 Nov) 988-91)

gem de Kuhn. Claro que conduzirá a uma ciência com um maior número de citações, mas um tal indicador não é necessariamente uma medida da excelência.

Em retrospectiva, bem podemos avaliar quão longe se foi desde os “Gabinetes de Curiosidades” até aos nossos dias. A *curiosidade* é um estímulo cognitivo mas também uma estratégia de sobrevivência para o ser humano, que se prolonga por toda a nossa vida – *a burning curiosity, a tormenting need to know* [22]. E propicia-nos um «gozo intelectual», o estímulo mais relevante para todo o ato de conhecer, e muito em particular conhecer o novo, quer na observação, quer na compreensão. Interroga-se Jorge Wagensberg: «¿Que papel desempeña el gozo intelectual? El gozo intelectual quizá sea un logro de la selección natural en favor de la selección cultural, la pieza precisa y preciosa que hace posible el tránsito de una a la otra» [23]. Mas

esconder as *contradições* em ciência é ocultar o *estímulo*, e este é mais um risco da busca de uma “excelência” baseada no fomento da mobilidade e no intercâmbio de cientistas.

## INOVAÇÃO, CRIATIVIDADE E CULTURA

A revista científica *Nature* vem dedicando alguns dos seus editoriais ao tema da *inovação*, que faz refletir na sociedade e na economia descobertas científicas e tecnológicas convertidas em novos produtos ou serviços. Um desses editoriais acentua que a *inovação* é um «ecossistema complexo» e que o modelo de um *desenvolvimento linear* – assente numa investigação em ciência básica, que se converte em aplicada, depois em desenvolvimento e que dele surge uma ideia relevante com valor para o mercado, a que se segue a fase de comercialização e difusão do produto ou serviço inovador – é extraordinariamente simplificado; ignora o papel desempe-

nhado pelo *design*, pela *manufatura* e pelo *negócio* [24]. E a verdade é que o modelo de um *desenvolvimento linear* para a inovação tende a dar aos decisores políticos a impressão de que a inovação é muito mais previsível e controlável do que realmente é. A observação comum é a de que algumas *culturas* parecem ser particularmente produtivas e recetivas no que diz respeito à inovação e outras culturas não o são.

Richard Florida vem demonstrar que há fatores determinantes para explicar o sucesso/insucesso dos *clusters* regionais de inovação: *talento*, *tecnologia* e *tolerância*, os “3 T’s” de Florida [25]. O mesmo autor em artigo no “*The Atlantic Monthly*” em 2005, vem argumentar que «*the world is spiky*»; o mundo não é plano mas proporciona-nos uma paisagem com um apreciável número de *picos*, *colinas* e *vales* para o desenvolvimento e a inovação. Florida revela que tais “*picos*”, a respeito do número de *patentes* e de *citações* científicas, se acumulam em certas cidades [26]. Nas patentes são notórios os picos em cidades do Japão, Coreia do Sul, zona Leste dos Estados Unidos e mesmo no Oeste, países do Centro da Europa, Xangai, na China, e Hong Kong.

Assim, nesta linha procura encontrar “ambientes criativos” e estabelecer *índices de criatividade*. As regiões e cidades mais tolerantes atraem *ideias*, *pessoas* e *capital*. Certas cidades ficaram atrativas para a “inovação” e nelas as universidades são os seus “nós de criatividade”. O *locus* da competitividade é muito mais a cidade/região do que o país [27]. Se os picos mundiais são mais acentuados para as patentes do que para as citações ou para os artigos, eles verificam-se claramente a nível de publicações. Neste campo as *Top 20* cidades mundiais em 2004-2008 são: na Europa – Berlin, London, Madrid, Moscow, Paris, Rome; América do Norte – Boston, Los Angeles, New York, Philadelphia, Toronto, Washington D. C.; América do Sul – São Paulo; Ásia – Beijing, Hong Kong, Nanjing, Seoul, Shanghai, Taipei, Tokyo [28]. Atente-se que a cidade de São Paulo subiu 21 lugares no *ranking* na última década.

Numa visão bem mais recuada no tempo, o positivismo construiu-se a partir da perspectiva cartesiana de que todo o conhecimento científico é conhecimento explícito, e que o «homem-máquina» consegue erguer-se a um ponto arquimediano acima do mundo onde vive para exercer os seus juízos críticos e ajuizamentos. Daí a visão de uma ciência que é *independente das culturas* onde é realizada. E a generalidade dos cientistas e do cidadão comum tem sido dominada por estas ideias aprofundadas no campo da filosofia pelo positivismo do século XIX e o neopositivismo do século XX. Contudo, tal contrasta com o entendimento que se dispõe a respeito da influência das culturas na inovação. Há que conciliar as duas perspetivas, porque a ciência é indiscutivelmente a base da inovação tecnológica, que começou com a síntese da mauveína por William Perkin em 1856, na altura um jovem de 18 anos. Porém, uma tal conciliação é tarefa que requer algum espaço editorial e remetemo-la para a Parte-IV desta série de trabalhos, nos quais se baseou a minha conferência sobre os 100 Anos da Sociedade Portuguesa de Química no seu XXII Encontro Nacional em Braga.

## REFERÊNCIAS

- [1] G. Aad *et al.*, “Search for New Particles in Two-Jet Final States in 7 TeV Proton-Proton Collisions with the ATLAS Detector at the LHC”, *Physical Review Letters*, **105** (2010) 161801.
- [2] *Knowledge, networks and nations. Global scientific collaboration in the 21st century*, The Royal Society, London (2011) 48.
- [3] D.J. de Solla Price, *Little Science, Big Science*, Columbia Univ. Press, New York, 1963; reimpressão em 1986.
- [4] de Solla Price, *ob. cit.*
- [5] J.D. Bernal, *The Social Function of Science*, George Routledge & Sons Ltd., London, 1939.
- [6] S. Formosinho, *Nos Bastidores da Ciência. 20 Anos Depois*, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra (2007) 59-60.
- [7] Bernal, *ob. cit.*, p. 11.
- [8] A.M.N. Santos, “Agostinho Vicente Lourenço e a Química Orgânica do Séc. XIX”, *Colóquio/Ciências*, nº 15, 83-102 (setembro 1994) 97-87.
- [9] *Idem*, p. 98.
- [10] *Idem*, p. 100.
- [11] *Idem*, p. 101.
- [12] <http://www.instituto-camoes.pt/noticias-ic-portugal/da-junta-de-educacao-nacional-ao-instituto-camoes-80-anos-de-historia-em-exposicao.html> (acedido 28-04-2011).
- [13] J. Ziman, *The Force of Knowledge. The scientific dimension of society*, Cambridge Univ Press, Cambridge (1976) 237.
- [14] V. Leitão, A. Carneiro e A. Simões, “Portugal: Tackling a Complex Chemical Equation: The Portuguese Society of Chemistry, 1911-1926”, em A.K. Nielsen e Soňa Štrbáňová, *Creating Networks in Chemistry. The Founding and Early History of Chemical Societies in Europe*, RSCPublishing, Cambridge (2008) 263-264.
- [15] J.S. Redinha, Bosquejo Histórico da Química na Universidade de Coimbra”, *Rev. Port. Quím.*, **29** (1987) 140-150.
- [16] Não foram contabilizados os relatórios, nem os 9 artigos publicados a partir de 1976 em domínios da história da química que são sempre de autor único.
- [17] C. Fiolhais e D. Martins, *Breve História da Ciência em Portugal*, Gradiva/Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra (2010) 103-110.
- [18] *Id.*, p. 110.
- [19] Esta base de dados tem uma limitação, a de só permitir a consulta de artigos que indiquem a morada dos seus autores. Em algumas publicações só figura a casa editora (*Publisher*), ao modo de como se citam os livros, mas que os filtros atuais não selecionam. Esta limitação parece particularmente notória de 1945 a 1970.
- [20] S.J. Formosinho, “Repensar o paradigma científico”, em publicação.
- [21] J.D. Wren, K.Z. Kozak, K.R. Johnson, S.J. Deakynne, L.M. Schilling, R.P. Dellavalle, “The write position. A survey of perceived contributions to papers based on byline position and number of authors”, *EMBO Rep.*, **8** (2007) 988-91. Disponível em <http://brainvat.wordpress.com/2007/12/02/too-many-authors-spoil-the-credit> (acedido em 2-07-2011).
- [22] *Knowledge, networks and nations. Global scientific collaboration in the 21st century*, p. 34.
- [23] J. Wagensberg, *El Gozo Intelectual. Teoría y práctica sobre la inteligibili-*



- dad et la belleza*, TusQuets Editores, 2ª ed., Barcelona (2008) 43.
- [24] "Innovation is a complex ecosystem that requires careful cultivation", *Nature*, **454** (2008) 918.
- [25] R. Florida, "The Rise of the Creative Class: And How it's transforming work, leisure, community and everyday life", Perseus Book Group, New York, 2002.
- [26] R. Florida, "The World is Spiky", *The Atlantic Monthly*, October 2005, pp. 48-51; disponível em <http://www.creativeclass.com/rfcgdb/articles/other-2005-The%20World%20is%20Spiky.pdf> (acedido em 23-10-2010).
- [27] R. Florida e I. Tinagli, "Europe in the Creative Age", Carnegie Mellon e DEMOS (fevereiro 2004) 5; em <http://www.inthekzone.com/pdfs/Florida%20Study%20-%20EUCIfinal.pdf> (acedido em 23-10-2010), p. 10.
- [28] *Knowledge, networks and nations. Global scientific collaboration in the 21st century*, p. 38.

## ATUALIDADE CIENTÍFICA

### LIGAÇÕES COVALENTES REVERSÍVEIS

Jack Taunton da University of California, em San Francisco, e colaboradores, reportam que o direcionamento reversível de resíduos de cisteína não catalíticos pode conduzir ao desenvolvimento de moléculas farmacêuticas covalentes de potência e seletividade melhoradas, mas com um menor potencial para a formação de aductos indesejáveis (off-target) (*Nat. Chem. Biol.*, DOI: 10.1038/nchembio.925). Assim, os investigadores afirmam que esta estratégia poderá levar ao desenvolvimento de medicamentos mais seguros.

Vários inibidores baseados em acrilamida que se ligam de modo covalente a resíduos não catalíticos de cisteína em quinases estão em desenvolvimento para o tratamento de cancro. No entanto, estes inibidores têm potencial para formar aductos irreversíveis com glutatona e outros tióis, o que pode suscitar preocupações de segurança.

Na esperança de reduzir a formação destes aductos off-target, a equipa de Taunton construiu inibidores que possuem dois grupos captadores de eletrões para reações de adição de Michael. Devido à sua natureza dual, estes novos inibidores ligam-se à proteína cisteína mais rapidamente do que os disponíveis anteriormente, que apenas possuem um grupo de ativação. No entanto, segundo Taunton, a reação inversa é igualmente rápida.

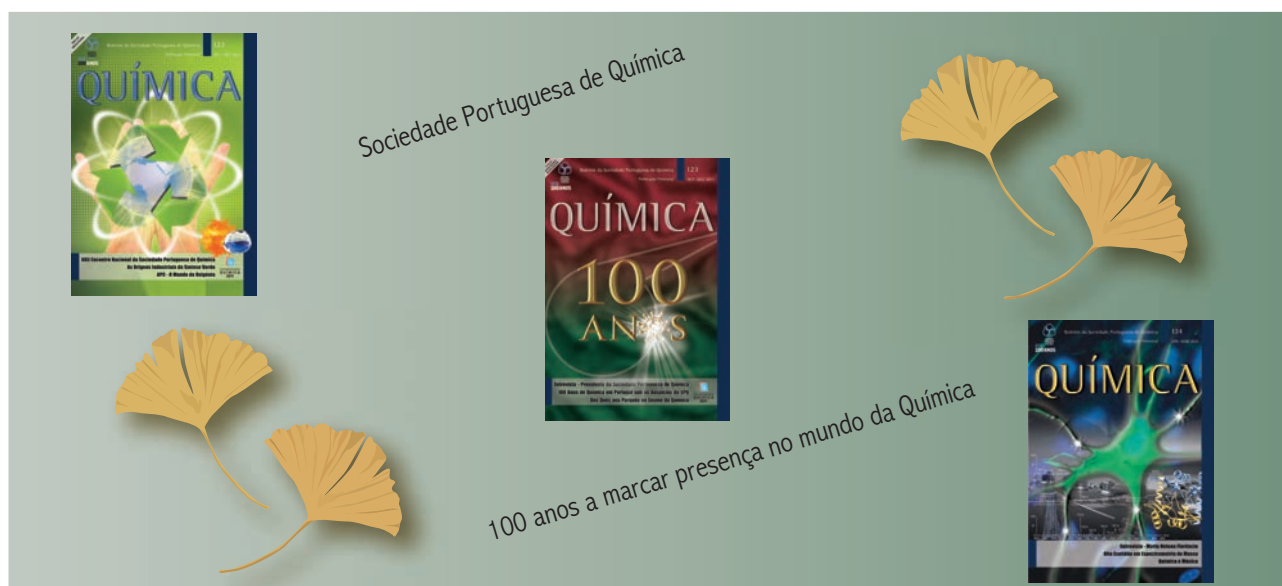
Taunton afirma, "através do aumento da reatividade intrínseca do eletrófilo, entra-se num regime cinético no qual ambas as reações direta e inversa são muito rápidas". Apesar da velocidade elevada da reação inversa, os novos inibidores formam complexos estáveis com as suas proteínas alvo, devido a uma rede de interações específicas entre o inibidor e a proteína. Ao contrário, às cisteínas off-target faltam estas interações estabilizantes e a rapidez da reação inversa impede a formação de aductos permanentes.

Como caso de teste, Taunton e colaboradores sintetizaram inibidores para um dos domínios de uma quinase designado por RSK2 e direcionaram uma cisteína para o centro ativo da enzima.

Kendall N. Houk, professor de Química na University of California, Los Angeles, classifica este trabalho como "um interessante exemplo de como a compreensão da cinética e da termodinâmica pode conduzir a consequências práticas no campo do design de medicamentos".

(adaptado do artigo de 09/04/2012 de Celia Henry Arnaud: Covalent Ties Reversed Chemical & Engineering News – <http://cen.acs.org/articles/90/i15/Covalent-Ties-Reversed.html>)

Paulo Brito (paulo@ipb.pt)  
Instituto Politécnico de Bragança



# Made in Europe for the World

- Full Papers
- Short Communications
- Microreviews

## European Journal of Inorganic Chemistry

- Inorganic ● Organometallic ● Bioinorganic
- Solid-state Chemistry ● Nanochemistry

[www.eurjic.org](http://www.eurjic.org)

## European Journal of Organic Chemistry

- Synthetic Organic ● Bioorganic
- Physical-organic chemistry

[www.eurjoc.org](http://www.eurjoc.org)

**ChemPubSoc  
Europe**

A consortium of 16 European Chemical Societies



\*2010 Journal Citation Reports® (Thomson Reuters, 2011)

**SUBSCRIBE NOW!**

To subscribe or to order a free sample copy,  
please send an email to:

- [cs-journals@wiley.com](mailto:cs-journals@wiley.com)  
(Americas, Europe/Middle East/Africa/Asia Pacific)
- [cs-journals@wiley.com](mailto:cs-journals@wiley.com) (Germany/Austria/Switzerland)
- [cs-japan@wiley.com](mailto:cs-japan@wiley.com) (Japan)

 **WILEY-VCH**