

## NICHOLAS J. TURRO

### CO-AUTOR DO LIVRO “PRINCIPLES OF MOLECULAR PHOTOCHEMISTRY - AN INTRODUCTION



ENTREVISTA CONDUZIDA POR JOSÉ PAULO DA SILVA\*

O Professor Nicholas J. Turro e o seu grupo estão no imaginário da maior parte dos estudantes de Fotoquímica ou dos que simplesmente necessitaram dos fundamentos desta área do conhecimento. Já praticamente todos nós consultámos o seu famoso livro ou lemos algum artigo científico dos mais de novecentos e cinquenta publicados até agora. É o resultado de uma vida de trabalho onde a paixão pelo ensino e pela investigação esteve sempre presente e continua como se fosse a primeira lição ou o primeiro projecto de investigação.

**JPS:** Professor Turro, como começou a carreira em Química?

**NJT:** Bem, o primeiro ciclo foi numa universidade<sup>1</sup> na minha terra natal, em Middletown, Connecticut, onde trabalhei em Química Inorgânica; fiz estudos de oxidação-redução do ferroceno. Depois fui fazer o doutoramento para o Caltech<sup>2</sup>, pensando que ia continuar em Química Inorgânica, mas nessa altura não havia lá nenhum químico inorgânico e acabei por trabalhar com George Hammond.

**“GOSTO DE TRABALHAR EM VÁRIAS IDEIAS AO MESMO TEMPO EM VEZ DE ME FOCAR APENAS NUM ASSUNTO.”**

**JPS:** Porquê George Hammond?

**NJT:** Nessa altura Hammond estava a trabalhar em Química-Física Orgânica e eu estava interessado em mecanismos. Eu não sabia nada de Fotoquímica, mas a ideia de compreender o porquê e como as moléculas reagem era bastante atractivo para mim. Comecei a trabalhar e ele deu-me um projecto que, na realidade, nada tinha a ver com Fotoquímica. Era mais um projecto sobre mecanismos; era sobre

a decomposição térmica do etilpiruvato. Ele pensava que a reacção podia ocorrer a partir do estado tripleto, que nós agora conhecemos bem, mas que na altura não estava bem compreendido. Eu não sabia o que era o estado tripleto, mas ele pensava que a reacção podia ser catalisada pela presença de espécies paramagnéticas. Num sábado pedi a outro investigador alguns metais, catiões metálicos que ele entretanto estava a usar, e descobri que não havia qualquer relação entre o paramagnetismo e a catálise; era um processo de transferência de electrão. Decidimos então tentar vários destes materiais com a benzofenona como foto-sensibilizador e começámos a ver uma libertação de gás; estava a ser libertado dióxido de carbono. Telefonámos a Hammond, ele veio e percebeu imediatamente o que se estava a passar: estava a ocorrer transferência de energia da benzofenona para o piruvato e era assim que tudo começava. Estas coisas acontecem... não estavam planeadas, mas o resultado foi fantástico.

**JPS:** Mas podia ter escolhido outro grupo...

**NJT:** Havia vários grupos. Um deles era o de Jack Roberts, que fazia Química Orgânica mecanística. Mas

eu pensei que era muito quantitativo. Hammond era mais exploratório. Hammond olhava para as coisas a um nível mais qualitativo, o que era bastante mais atractivo para mim. Gosto de trabalhar em várias ideias ao mesmo tempo em vez de me focar apenas num assunto. E com Hammond eu vi um conjunto de possibilidades que se ramificavam em várias direcções. A partir da transferência de energia, foi de onde arrancámos, pensámos, “vamos fazer transferência de energia de tudo!” Por isso fomos tentando várias coisas. Necessitávamos de uma boa técnica analítica e a técnica analítica na altura era a cromatografia gasosa. Tínhamos três ou quatro cromatógrafos a trabalhar simultaneamente até se encontrar algo de interessante que era depois seguido.

**JPS:** Depois regressou à Costa Este e conseguiu uma posição na Universidade de Colúmbia...

**NJT:** Antes disso houve um ano de pós-doutoramento com Paul D. Bartlett em Harvard<sup>3</sup>. Hammond foi estudante de Bartlett... Como podes ver, Bartlett, Hammond e eu, três gerações da Química-Física Orgânica. O meu chefe, Hammond, queria que eu ficasse na Costa Oeste. Consegui-me mesmo criar condições para um em-

\* Universidade do Algarve, jpsilva@ualg.pt

prego na UCLA<sup>4</sup>, o que foi excelente, mas a Sandy<sup>5</sup> não queria ficar na Costa Oeste. Descobri então que havia uma posição aberta na Universidade de Columbia, fiz alguns telefonemas e fui convidado a fazer uma comunicação oral. O engraçado é que essa comunicação oral estava para ser dada por um cientista russo que, entretanto, não veio. Por isso, consegui a comunicação oral e também o emprego... Mais uma vez nada estava planejado. Simplesmente aconteceu.

**JPS:** Qual foi o seu primeiro projecto de investigação na Universidade de Columbia?

**NJT:** A primeira coisa que decidi foi ficar afastado da Fotoquímica, pois poderia ser acusado de estar a fazer coisas semelhantes às do meu orientador de doutoramento. Comecei com um projecto que consistia em produzir materiais de alta energia. Um dos compostos era a ciclopropanona. Ninguém a tinha sintetizado nessa altura, mas dizia-se que podia ser obtida por reacção entre o ceteno e o diazometano a baixa temperatura. Trabalhei com diazometano enquanto estudante. É uma coisa terrível... é venenoso, é um gás, é explosivo... e o ceteno é parecido. Mas... bom, temos que viver com isso. Nunca tinha sido isolada porque reage com a água, consigo própria... faz várias coisas. Por isso nessa altura pensei: vou tentar determinar os intermediários de reacção por espectroscopia de infravermelho. Tive um estudante de doutoramento fabuloso nessa altura. O seu nome era Hammond, mas não havia qualquer relação com George Hammond. O meu primeiro estudante de doutoramento chamava-se Willis Hammond e era espectacular! Ele foi capaz de isolar a ciclopropanona e fizemos várias coisas a partir daí. Foi uma grande descoberta porque era um desafio de topo e consegui trabalhar os mecanismos de várias maneiras. Há outra coisa interessante. George Hammond decidiu, no final da década de sessenta, mudar-se para outra universidade da qual se tornou reitor. O seu grupo começou a diminuir. No final da década de sessenta e princípios de setenta já praticamente não fazia Fotoquímica e, por isso, a área caiu-me no laboratório. Isto permitiu-me fazer muito

mais coisas em Fotoquímica do que estava à espera. Com o livro, escrito durante o meu pós-doc, enquanto estava com Bartlett, e com os trabalhos sobre a ciclopropanona consegui a minha posição permanente na Universidade de Columbia.

### FAMÍLIA E PROFISSIONALISMO

**JPS:** Está a dirigir um grupo de investigação há cerca de 50 anos. Já teve mais de 75 estudantes de doutoramento e 200 pós-docs. É uma família de químicos espantosamente grande. Quando eu penso no grupo do Professor Turro lembro-me imediatamente de duas palavras: família e profissionalismo. Pode explicar estes dois conceitos na primeira pessoa?

**NJT:** Família e profissionalismo. Há uma tensão aqui. Se por um lado há muita família, o profissionalismo pode perder-se; se fores muito profissional perdes a capacidade de tirar partido das relações familiares. É um equilíbrio muito delicado e, por vezes, não funciona. As minhas relações com os alunos são familiares no sentido de se criar uma confiança e essa confiança nunca deve ser violada. O profissionalismo, para mim, é uma consciência que diz o que está correcto. Diz quando estás a fazer as coisas correctamente. A combinação de ambos tem significado para os que gostam da situação familiar, e são estimulados a interagir, e do profissionalismo, que lhes diz como interagir. Quando as coisas não correm bem devem inter-

rogar-se e perceber porque não correram bem. Se os estudantes apreciarem isto, sabem que podem lidar com qualquer situação, por mais difícil que seja porque têm uma base de entendimento e boa prática. Por isso, a mistura é algo que deve ser cultivado e não são de todo incompatíveis. Podem mesmo reforçar-se mutuamente! Uma analogia é a relação universidade-empresa. A empresa, num dos extremos, só pretende ganhar dinheiro. A universidade pretende trocar ideias. A empresa pretende proteger as ideias e a universidade também necessita de dinheiro para funcionar. Para as tornar compatíveis necessitamos de compreender ambos os lados, conhecer quais os seus objectivos. Se não concordarem com o outro lado, simplesmente não se envolvem.

### ESTUDANTES

**JPS:** Após todos estes anos de investigação e ensino, quais considera serem as principais capacidades que os estudantes devem ter ou adquirir durante o doutoramento para serem bem sucedidos?

**NJT:** Há dois tipos de faculdades. Uma é a técnica, que tem a ver com o uso de equipamento e da literatura. A segunda é uma aptidão cognitiva, como pensar, como compreender, como é que os processos integrados de família e profissionalismo ajudam a avançar. A expressão que costumo usar é "relações interpessoais". Esta aptidão desenvolve-se e vem das nos-



Profissionalismo



sas reuniões de grupo e da interação pessoa a pessoa. Não pode ser descrita nos livros. A noção de como fazer investigação, como decidir o que é importante, como trabalhar com os outros e integrar tudo isto, é realmente importante. Os estudantes que fazem o doutoramento comigo, posso dizer, não são fotoquímicos, são cientistas. Por isso não me preocupo muito se eles não arranjam um problema de Fotoquímica. “Dê-me algo que me entusiasme, algo que eu consiga compreender a razão e eu começo a partir daí”. É o tipo de estudante que eu quero doutorar.

**JPS:** É fácil arranjar emprego em Química nos Estados Unidos?

**NJT:** Bem. Não é tão fácil como costumava ser. Posso dizer que todos os meus estudantes arranjaram emprego. Qualquer estudante que trabalhe comigo a fazer investigação conseguirá, eventualmente, um emprego de que goste. Penso que uma das razões é que as pessoas que nós temos na universidade e no grupo são reconhecidas como vindo de uma família com provas dadas. Isto é a melhor evidência da qualidade de um candidato. Posso conseguir entrevistas, mas convencer o empregador é com eles.

**JPS:** Teve que gerir, durante todos estes anos, estudantes diferentes, pessoas de diferentes origens. Qual o segredo para manter todas estas pessoas unidas?

**NJT:** Numa palavra: Sandy! A Sandy está em primeiro lugar. Tem sido uma integradora formidável. Ocasionalmente, tive alguns problemas. Cometi um erro uma vez. Tive um pós-doc da Alemanha que ficou lado a lado com outro da Rússia. Não foi boa ideia. Não percebi logo. Quando estava por perto eles pareciam calmos, mas descobri mais tarde que discutiam bastante por motivos políticos. Separei-os e falei com eles individualmente. Provavelmente, até foram beber uma cerveja juntos depois disso. Isto remete-nos outra vez para o profissionalismo. Por outras palavras, tem que se mostrar que não há lugar na ciência para isto. A família e o profissionalismo resolvem situações destas completamente. Esta é uma atitude. A outra é ser aco-



Reunião do Grupo

lhedor. A Sandy é bastante acolhedora e eu tento ser tanto quanto possível. Um dos maiores problemas é quando alguém não compreende uma cultura onde tudo pertence a todos. Não é bom e o profissionalismo diz “Ei, levaste algo emprestado, ok, mas tens que deixar uma nota, podes ter levado algo muito importante para uma experiência.” Isto tem que ser explicado.

**JPS:** Grande parte dos estudantes de Química gosta de estar no laboratório a fazer experiências e não gosta muito de fazer pesquisa bibliográfica. Como gere este problema no seio do seu grupo?

**NJT:** Resolvemos o problema recorrendo ao conceito de família. Temos no grupo uma comissão para a bibliografia. Esta comissão está encarregada de nos sensibilizar e manter actualizados sobre novos trabalhos. Fundamental aqui é a noção da erudição que tens em determinada área (scholarship). Quando alguém expõe uma determinada ideia, eu pergunto: O que há publicado sobre isso? As pessoas agora não aparecem sem estar preparadas! O passo a seguir é tornar efectiva e fácil a pesquisa bibliográfica. Podes ir à minha página de internet. Escolhe “Info” e depois “favourite e-journals”. Vais encontrar vários motores de pesquisa de literatura. Clica em “iBookshelf” e selecciona por exemplo *Accounts of Chemical Research* ou vai para a secção de livros... Ao escolher qualquer um destes itens, o sistema direcciona-te para a biblioteca da Universidade de Colúmbia. O que pretendo mostrar aqui é que os estudantes têm dispo-

nível esta ferramenta para pesquisar. A literatura é um recurso tremendo. Uma vez motivados para a pesquisa bibliográfica, a verificação de que é fácil e o estímulo intelectual associado fazem com que o processo tenha lugar naturalmente.

#### O LIVRO DE FOTOQUÍMICA

**JPS:** Veio para a Universidade de Colúmbia em 1964 e publicou a primeira edição do livro nesse mesmo ano...

**NJT:** Quando escrevi o livro eu queria um lugar onde pudesse encontrar tudo sobre Fotoquímica. Estava a dar um curso de Fotoquímica, juntei referências e resolvi escrever o livro. Pensei... estas são as minhas notas, posso transformá-las em livro. Quando o escrevi estava convencido que sabia todas as reacções fotoquímicas publicadas; e levava isso muito a sério. Em 1978, eu sabia que não era exactamente verdade e nos anos noventa era impossível. Em 1964 era verdade que eu possuía um cartão para cada reacção fotoquímica publicada... acredita? Era simplesmente a combinação do conhecimento com a pequenez do mundo nessa altura. Mas havia outros grupos a fazer o mesmo. Se fores ver na literatura, encontrarás excelentes livros dessa altura. Eu tinha seis livros na minha prateleira enquanto estudante de doutoramento e isso era o mundo... Um livro de síntese, um livro de mecanismos, um livro de Espectroscopia... era de facto um mundo pequeno!

**JPS:** A segunda edição do livro foi em 1978 e agora temos a terceira edição

(2009-2010). Há um grande intervalo de tempo entre a segunda e a terceira edição. Porquê? Considera que os paradigmas principais da Fotoquímica não mudaram muito?

**NJT:** Penso que foi uma combinação de factores. Primeiro, de facto os paradigmas não mudaram muito. Penso que a transferência de electrão foi um dos que, entretanto, se desenvolveu durante esse tempo. À medida que comecei a escrever, verifiquei que se estava a transformar numa bola de neve e a afastar-se de mim. Por isso, nos anos noventa decidi que necessitava de ajuda. Falei então com Ramamurthy e Scaiano. Isso foi em 1992-93. Começámos a trabalhar e depois havia sempre qualquer coisa, alguém ficava doente, alguma coisa acontecia... Finalmente, há cerca de quatro anos, pensei: É agora! Vou tomar conta do assunto e vou acabar de o escrever. Desbravámos o nosso caminho para ter algo cá fora. Não é que não quiséssemos. Foi bastante difícil. Tínhamos partes do livro, mas juntá-las foi bastante difícil!

**JPS:** Porquê dois volumes? Pretende, com o primeiro volume, alcançar leitores que não sejam químicos?

**NJT:** Exactamente. Quando começámos a olhar para todo o material recolhido verificámos que iria ser excessivo para um só livro. Então pensámos: os sete primeiros capítulos serão apelativos para leitores de outras áreas. Vamos publicar esta parte primeiro. E publicámos (2009). Adicionámos um capítulo sobre transferência de electrão e transferência de energia que é novo. Não tem muitas reacções químicas, mas é uma mais-valia. Com o livro novo temos mecanismos, síntese, química supramolecular, etc. O capítulo da química supramolecular não estava na versão original, mas eu e Murthy compreendemos que seria importante.

**JPS:** Além do capítulo sobre química supramolecular, quais são as novidades introduzidas nesta nova edição?

**NJT:** A primeira é o spin, que em 1978 estava a ser lançado como conceito. O spin está agora incluído. Não havia praticamente nada em transferência de electrão, a teoria de Marcus ainda

não estava cá fora. Decidimos integrá-la com a transferência de energia. Também mudámos a filosofia das reacções no segundo volume. Em vez de uma base mecanística, decidimos fazê-lo em termos de grupos funcionais. Depois de acabarmos, dissemos: Temos que fazer um capítulo em Química/Fotoquímica Supramolecular. Tivemos várias conversas. Foi divertido porque estávamos a criar algo. Não sabíamos exactamente por onde ir. Estou bastante orgulhoso da integração e da colaboração com Tito... Foi uma grande, grande colaboração.

#### UMA MANEIRA TOPOLÓGICA DE ENSINAR QUÍMICA<sup>6</sup>

**JPS:** Nas suas aulas recorre a muitos esquemas e *cartoons* para explicar vários conceitos; raramente recorre a equações. Porquê?

**NJT:** Faz parte da minha experiência como educador. Se olharmos para o ensino universitário verificamos que nem todos os estudantes têm a mesma predisposição para assimilar os assuntos. Alguns são mais visuais, outros mais concretos, outros mais abstractos... Há no entanto um nível comum de compreensão visual que vem do processo evolutivo. Num mundo tridimensional, o cérebro compreende bem relações espaciais. O método matemático para as relações espaciais é a geometria. Um método mais fundamental é a teoria dos grafos. Nós compreendemos bem ligações, compreendemos que algo implica outra coisa. Partindo destas ideias podemos tornar um assunto atractivo sem qualquer matemática formal. Eu desenho um gráfico e tu tens a sensação de algo, mesmo que não saibas onde está o referencial... É uma linha recta, é uma curva, é uma figura, é uma forma... Isto vem da teoria da educação. Um *cartoon* tem elementos básicos correctos e pode sempre ser traduzido em matemática. Se começares com a matemática errada, nunca vais obter a forma correcta... É muito importante obter a forma topologicamente correcta e depois acabar o processo com matemática.

#### INVESTIGAÇÃO E RECURSOS

**JPS:** Sei que esteve em Portugal no XI IUPAC International Symposium on

Photochemistry. Sabia que o próximo vai ter lugar outra vez em Portugal?

**NJT:** Não, não sabia. Quando é? Daqui a dois anos?

**JPS:** Sim, em 2012...

**NJT:** Excelente! Talvez vá... vai ser em Lisboa ou onde?

**JPS:** Vai ser em Coimbra, uma cidade no centro de Portugal.

**NJT:** Ok. Lembro-me do XI Encontro bastante bem. Nessa altura, estávamos a entrar nos zeólitos e na Química Supramolecular.

**JPS:** Acerca da Fotoquímica em Portugal, qual a sua ideia?

**NJT:** Bem, está a decorrer trabalho em superfícies, em Química Supramolecular... Tenho seguido a investigação ao longo dos anos e tem-se desenvolvido trabalho que tenho lido e apreciado. Penso que, para um país onde os recursos são limitados, nos devemos focar no que pensamos fazer melhor. Tu e os teus colegas têm desenvolvido um bom trabalho. Penso que a chave será compreender as limitações, juntar os conceitos de família e profissionalismo para melhorar dentro dessas limitações e fazer mais do que outros estariam à espera. A situação é semelhante em Itália. Eles têm condições difíceis e têm desenvolvido ciência de boa qualidade nas áreas do spin, da ressonância magnética... As circunstâncias são difíceis mas a ciência é excelente.

#### FOTOQUÍMICA, UMA CIÊNCIA MADURA

**JPS:** Quais as características que julga mais importantes num projecto de investigação?

**NJT:** Primeiro que tudo devem ser boas ideias, compreender o que é importante e começar para ganhar visibilidade e arranjar financiamento. Segundo, é ter técnicas novas. Mas, mais importante do que ter técnicas novas, é utilizar todas as técnicas disponíveis e aplicá-las de um modo novo, diferente. Há pessoas que inventam métodos e há pessoas que utilizam os métodos disponíveis de modo diferente. Ambas



são importantes. Se fores ver como a ciência evoluiu, verás que os grandes avanços foram sempre resultado do desenvolvimento de técnicas que permitiram medir algo que era uma ideia que não podia ser testada até então. Há vinte anos atrás, praticamente tudo acerca de química de superfícies não era considerado grande ciência porque não havia métodos disponíveis. Não tínhamos a AFM<sup>7</sup>, não tínhamos a STM<sup>8</sup>... Todos estes métodos que agora permitem ver as superfícies não estavam disponíveis. Os cientistas sempre foram algo conservadores e dizem que não debes promover uma ideia que não podes testar. E por isso, muitas destas ideias sobre superfícies... não havia meio de as testar directamente. Assim que aparece um modo directo, a área explode. Tens na tua universidade um departamento de Química Analítica?

**JPS:** Temos laboratórios de Química Analítica, mas não temos um departamento de Química Analítica.

**NJT:** Mas chamaste-lhe Química Analítica. Agora, o que acho que aconteceu à Química Analítica foi que se generalizou e deixou de ser uma área de investigação. Alguém que faça RMN trabalha em Química Analítica, alguém a traçar espectros de ultravioleta-visível faz Química Analítica... Actualmente, considero que todas estas técnicas se vulgarizaram. A Fotoquímica está-se a tornar igual. Há trinta anos atrás um fotoquímico sabia fazer certo tipo de coisas como por exemplo fluorescência, medição de rendimentos quânticos... Agora a fluorescência e a Fotoquímica misturaram-se e entraram na Ciência dos Materiais, na Bioquímica... Quando uma área do conhecimento atinge um determinado ponto de maturação as coisas novas começam a diminuir porque se atingiu um ponto de saturação. Assim, e de algum modo, o futuro da Fotoquímica é continuar a difundir-se e a ser utilizada em diferentes sistemas e áreas. Por um lado, as coisas realmente novas virão da utilização de técnicas também novas. Os lasers tornar-se-ão cada vez mais importantes, equipamento sobre o spin, sobre vibrações, processos que não ocorrem apenas com um fotão... Esta será uma área de investigação nova, mas infelizmente cara.

O que toda a gente quer fazer em ciência é coisas novas e baratas. É aqui que aparece a Química Supramolecular! Podemos tomar cada reacção fotoquímica estudada na década de sessenta e setenta e fazer centenas de coisas, algumas delas mudando apenas o ambiente. Ir das micelas aos zeólitos... uma reacção fotoquímica pode agora ser estudada durante uma vida. E é barato, não é? Química Supramolecular mais algo, mais microondas, mais seja o que for... As pessoas vão começar a juntar as coisas. Quando se excita uma molécula ela vai para uma superfície e, dessa superfície, se olhares para baixo, vês várias estruturas. Se controlares o modo de ir para baixo podes ter produtos diferentes... o produto que te interessa.

**“OS NOVOS PARADIGMAS SERÃO  
TODOS OS PARADIGMAS JUNTOS DE  
MODOS DIFERENTES.”**

**JPS:** Está, neste momento, muito interessado no C<sub>60</sub>. Quais serão os principais paradigmas de investigação no seu laboratório?

**NJT:** Sim, H<sub>2</sub> dentro de C<sub>60</sub> em particular, moléculas dentro de fulerenos, água... Os novos paradigmas serão todos os paradigmas juntos de modos diferentes. Por exemplo o spin, a química do spin. Partir de H<sub>2</sub> e C<sub>60</sub> e usar o spin. Como fazer isto? Basicamente o H<sub>2</sub> tem dois isómeros de spin nuclear, um singuleto e um tripleto (hidrogénios *orto* e *para*). Falámos de singuletos, tripletos e cruzamento intersistemas para electrões durante anos. Nunca falámos para núcleos porque há apenas alguns casos em que podemos fazer alguma coisa. Podemos fazer isso com o H<sub>2</sub> e podemos interconverter os dois isómeros. Outra questão é: O que podemos fazer com isto? A resposta é que esta interconversão gera um aumento gigantesco no sinal de ressonância magnética, o que é excelente. Uma vez que o C<sub>60</sub> tem sido utilizado em muitas aplicações em medicina, podes imaginar utilizar esse sinal em aplicações médicas como MRI<sup>9</sup>. Estamos a falar de algo que é conhecido para o H<sub>2</sub> há mais de oitenta anos!! Se colocares o H<sub>2</sub> dentro do C<sub>60</sub>, consegues retê-lo... Podes caminhar com ele, transportá-

-lo no bolso; posso enviá-lo para ti e tu podes enviá-lo para qualquer parte do mundo. Ainda é H<sub>2</sub> na forma gasosa no que ao H<sub>2</sub> diz respeito. Depois, se introduzirmos fotões, excitamos o C<sub>60</sub> e conseguimos excitação vibracional do H<sub>2</sub>. E podemos fazer isso dentro de uma célula ou noutra lado... podemos começar a olhar para várias coisas que ninguém ainda viu. É o futuro de uma molécula muito simples dentro de uma molécula engraçada, o C<sub>60</sub>. Funciona bem para o H<sub>2</sub>, mas o H<sub>2</sub> não é muito popular. Uma molécula mais interessante é a água, que tem as mesmas propriedades que o H<sub>2</sub>. Ou seja, há duas águas, uma singuleto e outra tripleto (spin nuclear). O singuleto não apresenta sinal de RMN. Imagina preparar água apenas no estado singuleto. Não tem sinal de RMN. Podes achar engraçado, mas os físicos já fizeram isto para o H<sub>2</sub>. Prepararam H<sub>2</sub> na forma *para* e utilizaram-no como matriz para fazer RMN. Depois adicionaram moléculas que tinham sinal de RMN... Agora a questão é como fazer isto com a água. É nisso que estamos a trabalhar agora. Estamos a tentar perceber como preparar água pura no estado singuleto e no estado tripleto. Será que vamos obter polarização? Será que vamos conseguir fazer o mesmo que fizemos para o H<sub>2</sub>? Colocá-la dentro do C<sub>60</sub> não podemos... não cabe... mas num C<sub>60</sub> aberto entra! Isto é Química Supramolecular, Fotoquímica, química de spin... é uma combinação!! Qualquer uma delas é a mesma, era conhecida. A proeza está na combinação!

**JPS:** O que vê no horizonte para aplicações comerciais da Fotoquímica?

**NJT:** É pouco provável que venha a ser comercial do ponto de vista da produção de produtos por causa do custo da luz. Tão simples quanto isto. Se for possível com a luz natural consegues. Se estimares o custo da produção de fotões verás que é caro. Depois temos as lâmpadas, que são caras de manter e limpar. Mas a Fotoquímica para aplicações biológicas ou outras onde o custo já não é problema, tem possibilidades tremendas. Polimerizações onde um só fotão pode induzir centenas de eventos... Fazer coisas específicas, onde a precisão é importante, como a fotolitografia. Para melhorias

de alta qualidade em determinados processos, a Fotoquímica pode ter um papel fundamental. Existem ainda determinadas áreas, estou a falar do futuro, que têm bastante potencial. Em determinadas aplicações médicas é necessário penetrar no corpo humano. Para o fazer necessitas de radiação de grande comprimento de onda. Parte das microondas atravessam-te, as do infravermelho também um pouco e as do visível e ultravioleta praticamente não. A utilização de dois fótons no vermelho para produzir um fóton no azul é uma ideia que, quando se conseguir manipular o processo, é muito poderosa, tanto do ponto de vista da Fotoquímica como dos sistemas biológicos.

**JPS:** Foi realmente bom ouvi-lo falar sobre ciência e ensino com tanto prazer e paixão. Obrigado.

**NJT:** Obrigado. Eu também gostei.

#### NOTAS

- <sup>1</sup> Wesleyan University
- <sup>2</sup> California Institute of Technology
- <sup>3</sup> Harvard University
- <sup>4</sup> University of California, Los Angeles
- <sup>5</sup> Sandy Turro, esposa do Professor Nicholas J. Turro
- <sup>6</sup> N. J. Turro, *Geometric and Topological Thinking in Organic Chemistry, Angewandte Chemie*, 25 (1986) 882
- <sup>7</sup> Atomic Force Microscopy
- <sup>8</sup> Scanning Tunneling Microscopy
- <sup>9</sup> Magnetic Resonance Imaging

#### NOTA BIOGRÁFICA DO PROFESSOR NICHOLAS J. TURRO

Nicholas Turro nasceu em Middletown, Connecticut, em 1938. Foi para a universidade da sua terra natal, a Wesleyan University, e obteve o grau de Bacharel *summa cum laude* em

1960. O Doutoramento levou-o à Costa Oeste onde se juntou ao grupo de George S. Hammond no Caltech. Chegou na altura em que os fundamentos da Fotoquímica Orgânica mecanística estavam a ser definidos por este grupo. Obteve o grau de Doutor em 1963 e regressou à Costa Este para desenvolver trabalho de pós-doutoramento com Paul D. Bartlett na Universidade de Harvard. A sua carreira independente começou quando se tornou Instrutor na Universidade de Colúmbia em 1964. Rapidamente passou para Professor Assistente (1965), Professor Associado (1967) até chegar a Professor Titular em 1969. Quarenta e seis anos depois ainda dá aulas na Universidade de Colúmbia e é agora o Wm. P. Schweitzer Professor of Chemistry.

A sua produtividade científica está bem patenteada nas mais de novecentas publicações científicas. É autor de um dos mais influentes livros de Fotoquímica Orgânica, que publicou pela primeira vez em 1964 como *Molecular Photochemistry*, tendo evoluído posteriormente para *Modern Molecular Photochemistry* em 1978. No ano passado foi editada uma nova edição intitulada *Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules*, em co-autoria com V. Ramamurthy e J. C. Scaiano.

Entre os muitos prémios e distinções estão a Medalha Porter (1994), a Medalha Willard Gibbs (2000), o Prémio Pimentel da Educação em Química (2004), o Prémio Foerster em Fotoquímica (2005), a Medalha Nicholas (2006) e o Prémio Arthur C. Cope Award (2011). É membro eleito da Academia de Ciências Naturais (1981) e da Academia Americana de Artes & Ciências (1981), duas das mais prestigiadas academias dos Estados Unidos.

No início, os seus interesses de investigação estavam centrados em Fotoquímica Orgânica, particularmente em compostos carbonílicos e dióxetanos.

No final da década de setenta foi pioneiro da Fotoquímica Supramolecular com os seus estudos de cetonas em micelas, que posteriormente estendeu aos zeólitos, dendrímeros, ciclodextrinas e outros cavitandos. Os seus interesses de investigação foram sempre bastante variados e abrangentes, incluindo tópicos como Fotoquímica Supramolecular, química do spin e efeitos de campos magnéticos em pares radicalares, química do oxigénio singuleto, carbenos, sondas luminescentes para DNA e Fotoquímica de polímeros e de fulerenos.

Além da investigação é também um professor e um mentor marcante e dedicado. Já doutorou mais de 75 estudantes e supervisionou mais de 200 pós-docs. Grande parte dos seus estudantes são agora cientistas proeminentes a desenvolver trabalho tanto em instituições académicas como na indústria.

Com a ajuda da sua esposa, que conheceu no jardim-escola e com quem casou após o grau de Bacharel, os Turros criam um ambiente familiar a todos os que passam pelo laboratório como estudantes ou investigadores.

Com a idade de 72 anos não há sinais de abrandamento. Lidera um grupo de cerca de 20 estudantes e pós-docs, publica mais de 30 artigos científicos por ano e introduz constantemente inovações nos métodos de ensino da química ao primeiro ciclo.

**Steffen Jockusch**

**VOL** 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 boletim "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.