



# A química de olho na biologia

Mariluce Moura

A química francesa Nicole Moreau, presidente da União Internacional de Química Pura e Aplicada (Iupac) nos anos de 2010 e 2011, é autora, junto com François Le Goffic, do primeiro artigo científico que relatou bons resultados na purificação de uma enzima envolvida na resistência de bactérias a antibióticos [ver entrevista completa e link para o artigo em nosso site]. O *paper* foi publicado em fevereiro de 1973 na *FEB Letters*, revista da Federação das Sociedades Bioquímicas Europeias, e embora ela tenha desenvolvido numerosos outros estudos vinculados ao tema, sempre na interface da química com a biologia molecular, de seu ponto de vista nenhum foi mais decisivo em sua carreira. “Era a primeira purificação!”, ela deixa escapar com certo encanto, olhos azuis brilhantes encontrando a memória do feito da jovem cientista que teve que enfrentar não poucos obstáculos para se firmar no cenário um tanto machista da comunidade científica francesa.

“Mas eu tive muita sorte”, Nicole Moreau comenta, ao rever sua trajetória em entrevista para *Pesquisa FAPESP*, concedida no final de junho em sua sala no Palácio da Química, em Paris. Foi sorte, segundo ela, casar com Gilles Moreau, seu colega no doutorado e parceiro da vida inteira. Químicos ambos, ele podia compreender como ninguém a necessidade de sua mulher gastar longas horas, por dias a fio, no trabalho no

PURIFICATION BY AFFINITY CHROMATOGRAPHY  
OF AN ENZYME INVOLVED IN GENTAMICIN INACTIVATION

François LE GOFFIC and Nicole MOREAU  
Laboratoire de Chimie, Ecole Normale Supérieure,  
24, rue Lhomond, 75231 Paris, Cedex 05, France

Received 29 November 1972  
Modified version received 14 December 1972

Artigo de 1973 sobre a primeira purificação de uma enzima inativadora de antibióticos, que cria bactérias superresistentes

laboratório para resolver um problema. Assim como podia ser companheiro nas peripécias indispensáveis para conciliar as exigências da carreira científica com o papel de mãe de duas saudáveis crianças, incluindo levá-las para inusitados percursos de férias dentro das viagens de trabalho dos pais. “A sorte de casar bem, ter filhos que não ficavam doentes e iam muito bem nos estudos foi encaminhando minha vida numa boa direção.”

Ativa, charmosa, discorrendo sobre a imagem dos químicos na sociedade, sobre as diferenças entre homens e mulheres na condução da carreira ou sobre si mesma, Nicole Moreau passa a impressão de uma pessoa bem resolvida e realizada. Completamente envolvida com as atividades do Ano Internacional da Química em 2011, ela contou que, por conta disso, de janeiro a junho já fizera 15 viagens ao exterior. “Não sou jovem”, comentou, “ontem foi meu aniversário [26 de junho], mas não vou dizer quantos anos fiz”, completou com coqueteria bem feminina. A seguir os principais trechos de sua entrevista.

### O que a levou a escolher a química?

Na escola eu gostava de literatura, grego e latim, e gostaria de ter sido arqueóloga, jornalista ou espeleóloga. Era filha única e meu pai – a família influencia muito, mesmo em países livres como a França da minha infância – me disse que eu seria “rato de biblioteca”. E já que ia bem na escola, deveria escolher outra coisa. Concordei, continuei a estudar grego e latim e, ao mesmo tempo, matemática. Depois pensei em ser médica. Meus pais não tinham muitos recursos e ficaram maravilhados.

Mas quando eu estava no secundário fui com a escola visitar o hospital da cidade e, como não se pode levar as crianças a qualquer ala, fomos à dos idosos. Eu tinha uns 14 anos, fiquei apavorada e a vocação desapareceu. Perdi meus avós ainda muito pequena, nunca tinha convivido com pessoas idosas, meus pais eram jovens e, ao descobrir aquela realidade associada à profissão de médico, pensei, “Nunca!”. Decidi que ia estudar ciências. Eu gostava muito de manipular coisas, umas ampolas, pequenas lixas... Estudei depois para entrar na École Normale Supérieure e, ao final de um ano – eram dois de preparação –, decidi que não queria ser professora em uma escola secundária, mas fazer faculdade. Fiz o exame e fui aprovada. Na França, o secundário vai até os 17 anos e aí há duas possibilidades: a universidade, onde se entra sem seleção depois do *baccalauréat*, um exame que sanciona os estudos secundários, e as grandes *écoles*, algo muito específico do país. São instituições de alto nível, onde se entra por concurso. Na época, poucas eram abertas às mulheres, a Polytechnique mesmo só abriu em 1973. Eu queria estudar numa grande *école*, era boa aluna, mas, enfim, continuei o curso universitário.

### Na Sorbonne?

Sim, tudo deu certo e terminei logo. Fui a primeira, talvez a única, a precisar de uma autorização do pai para entrar no Centro Nacional de Pesquisa Científica, o CNRS, porque era menor (a maioridade era aos 21 anos). Fiz uma carreira muito rápida, porque tive a sorte – hoje acho que foi realmente uma sorte – de me casar. Conheci meu marido, Gilles Moreau, que estudara na Polytechnique, quando fazíamos nosso doutorado no mesmo laboratório. Faz mais de 40 anos que nos casamos e acho que isso foi muito útil para minha carreira.

### Vocês são da mesma idade?

Ele é três anos e meio mais velho. Estávamos juntos no doutorado em razão de seu serviço militar, que durava 27 meses naqueles anos da guerra da Argélia. Meu doutorado foi em química orgânica e métodos físicos porque meu orientador, Marcel Fetizon, era muito bom nisso. Ele era da Polytechnique, assim como quase todos os doutorandos. Naquele momento os métodos físicos modernos, como a ressonância magnética nuclear, estavam começando. Escrevi a tese e a defendi quando estava grávida do primeiro filho. Tenho dois filhos, um menino e uma menina que nasceram no mesmo dia, na mesma hora, mas com dois anos de intervalo. E tenho três netos. Mais ou menos um ano depois da defesa de tese, meu marido foi trabalhar na indústria farmacêutica – na Roussel-Uclaf, que, depois de muitas compras e vendas, é a Sanofi-Aventis – e eu continuei no mesmo laboratório. Tive o segundo filho e não podia fazer pós-doutorado nessas condições. Fiz mais tarde, em Genebra. Era perto, assim meus pais cuidavam das crianças e eu podia voltar para casa todos os fins de semana. Entre uma coisa e outra eu mudara de laboratório e meu novo chefe, Le Goffic, da École Normale, me propôs tentar purificar “como químicos” enzimas que inativam os antibióticos, ou seja, são responsáveis pelo mecanismo de resistência das bactérias aos antibióticos. E sugeri que no pós-doutorado eu fosse estudar um pouco de microbiologia e enzimologia no laboratório do professor [Jean Samuel] Pitton, muito famoso por trabalhos com as penicilinas. Isso era em 1975-76. Fui, aprendi isso e quando voltei, indo seguidas vezes ao Instituto Pasteur, aprendi a manipular bactérias.

### Assim veio a desenvolver o high-throughput screening (HTS), em português, método de varredura em larga escala.

Sim. Eu sabia manipular bactérias e enzimas, tentamos as purificações e funcionou. Fomos os primeiros no mundo a purificar enzimas. Daí, passamos a assinar contratos com laboratórios farmacêuticos que pediam que estudássemos o mecanismo de ação de seus novos antibióticos, a resistência das bactérias etc. Também tínhamos muitos contatos com a rede hospitalar francesa, o que fez com que Le Goffic e eu nos tornássemos uma equipe muito conhecida nesses meios naque-

le momento. Era o início das pesquisas na interface da química com as ciências biológicas, que foi tão importante para a minha carreira. Acredito que é muito mais fácil para um químico estudar ciências biológicas do que o oposto, porque a química é uma ciência dura, exata, lógica, e se a pessoa não foi educada dentro de seus parâmetros mais tarde será muito complicado lidar com ela.

***Mas em sua visão os químicos podem obter bons resultados se absorvem também os métodos das ciências biológicas.***

Sim, se eles aceitam aprender. E aprende-se mais facilmente quando não se fica fechado em regras científicas muito estritas. Na interface eu tinha ótimas relações, principalmente com os médicos, que não tomam um químico, ainda que estude biologia, como um concorrente, seus caminhos são muito diferentes. Já entre biólogos e químicos há rivalidade, incompreensão. Porque se o biólogo diz que é ele quem conhece as enzimas, o químico argumenta que as reações enzimáticas são reações químicas, feitas por enzimas que não estão vivas, que são proteínas, moléculas químicas muito grandes, mas, ainda assim, moléculas. Enfim, minha experiência da interface foi muito frutífera.

***Esse foi um momento especial para sua carreira?***

Sim. Já por volta de 1980 eu queria respirar outros ares e, como o Ministério da Pesquisa procurava um encarregado de missão – alguém que é professor, funcionário do CNRS e dá um dia de trabalho por semana ao ministério –, me propus a fazer isso. Lá eu trabalhava com um vice-diretor científico que era químico e farmacêutico. A França tinha lançado as convenções farmacêuticas – se a indústria farmacêutica pesquisava para inovar, o Estado isentava de impostos o que ela investia em parcerias com laboratórios acadêmicos. Quando as convenções cessaram, voltei para meu laboratório. Só que gostara do trabalho de encarregada de missão e assumi esse mesmo posto no CNRS. A diferença era que aí lidava só com cientistas.

Tratava-se de uma política de pesquisa cujos atores eram os cientistas.

***E digamos que a política de pesquisa na França está longe de ser tranquila.***

É verdade, a França não é um país tranquilo. Na pesquisa acadêmica somos funcionários públicos, e se para nós isso é uma vantagem, para a ciência não o é. Quando se é trabalhador, a tranquilidade que a estabilidade no emprego assegura pode resultar em mais produção e criatividade. Mas quando não, a pesquisa não avança. O CNRS passou por reformas recentemente, mas ele tinha então um presidente e um diretor, e os departamentos de matemática e física, química, ciências biológicas, ciências humanas e sociais.

momentos extraordinários. Pouco antes dessa época eu tinha decidido também ser professora na universidade. Eu já dava aulas na Paris VI. Era “horista” no começo, substituí um professor que morrera repentinamente. Ele ensinava a estrutura dos glúcidos e lípidos em ciências biológicas e, como não havia outro que soubesse ensinar química ali, pediram-me para dar as aulas dele. Mais tarde, um professor efetivo tirou uma licença sabática e me pediu para dar seu curso de enzimologia. Portanto, eu era horista numa disciplina e efetiva em outra, funcionava bem. Quando abriu uma vaga nesta universidade, me candidatei e fui escolhida. Já vice-diretora do CNRS, eu tentava juntar as aulas no mesmo dia e nesse dia não ia ao conselho. E trabalhava em um laboratório do Inserm [Instituto Nacional da Saúde e da Pesquisa Médica], no Centre des Cordeliers, no Quartier Latin.

***O que era mesmo sua pesquisa com as bactérias resistentes aos antibióticos?***

Logo depois do meu pós-doutorado, mais ou menos em 1975, começamos com essa pesquisa e a primeira coisa foi a purificação das bactérias. Se um antibiótico não funciona porque as bactérias que ele deve combater ficaram resistentes, a razão é que há uma enzima nessa bactéria que neutraliza o antibiótico, modifica-o

quimicamente e o impede de matá-la. Meu chefe, Le Goffic, me propusera purificar as enzimas trabalhando como químicos e isso funcionou porque, afinal, as enzimas são entidades químicas. Mais adiante, meus colegas médicos me propuseram trabalhar com eles no Inserm. Eu já estava na Paris VI, eles estavam ligados à mesma universidade, portanto só tínhamos a ganhar. Criamos então uma pequena infraestrutura para a pesquisa química e, junto com uma colega química, pegávamos montes de antibióticos da mesma família e íamos verificando, comparando, vendo que determinado antibiótico tinha um grupo químico funcional que o outro não tinha, um ficava inativado, o outro não, então podíamos dizer, por exemplo, a bactéria deve ata-

## Devíamos purificar as enzimas como químicos. E funcionou. As enzimas são entidades químicas

Havia um departamento de química com um diretor e três vice-diretores científicos, um para química orgânica e interface com as ciências biológicas, outro para físico-química e um terceiro para química inorgânica. Cobia-me auxiliar o primeiro vice-diretor científico e isso funcionou tão bem que, quando o mandato do meu chefe terminou – em geral, esses postos duram cinco anos –, me propuseram seu cargo. Isso me deixou só um dia para o laboratório, mais o fim de semana, e uma grande responsabilidade no CNRS.

***Como foi possível conciliar naqueles anos trabalho e vida familiar?***

Meus filhos nunca ficavam doentes, isso conta muito! E eu dava um jeito: trabalhava, saíamos de férias com eles, vivemos

car o grupo amina e modificá-lo, já que quando não há grupo amina o produto permanece ativo. Portanto, levantávamos hipóteses químicas, fazíamos crescer bactérias resistentes, lhes dávamos o antibiótico, deixávamos que crescessem bastante tempo. Depois retomávamos as bactérias, quebrávamos para ver o que tinha dentro e recuperávamos o antibiótico para ver em que ele havia se transformado. E isso era verdadeira química. Minha colega, bem química, não queria tocar nas bactérias. Meus alunos e eu cuidávamos da parte mais biológica e depois eu discutia com ela os resultados. Raciocinávamos como químicas. Nesse período me tornei vice-diretora científica do CNRS e mesmo quando só podia ir um dia por semana ao laboratório, funcionava bem.

### ***Qual era o procedimento para ver em que o antibiótico se transformara?***

Pegam-se as bactérias e, se elas crescem muito, cerca de 20 gramas de bactérias se formam no fundo de um frasco. Aí centrifuga-se para tirar o caldo, sobra um pequeno precipitado de bactérias que então são quebradas por via física, ultrassom, por exemplo, ou quimicamente. O suco que está nas bactérias sai e é novamente centrifugado. Joga-se fora a membrana das bactérias e fica-se com o suco onde há todas as enzimas, o DNA e

todos os produtos químicos existentes na célula viva. Há muitas substâncias químicas, como as vitaminas. Depois se separam as grandes moléculas – macromoléculas, enzimas, ácido nucleico – das pequenas moléculas, porque algumas são solúveis na água, outras não. É purificação química feita por pessoas que não temem trabalhar em fase aquosa.

### ***Por que essa referência a trabalhar com água?***

Os químicos mais antigos em geral não trabalhavam na fase aquosa, isso já é a química sustentável, mais recente. No entanto, nós o fazíamos. A água era a matéria viva, a química eram os solventes e combinávamos os dois. Então descobrimos por que se devia evitar a utilização

de um ou por que utilizar dois ao mesmo tempo. O Augmentin (amoxicilina), por exemplo, veio dessas pesquisas. Informávamos aos laboratórios farmacêuticos se o novo produto deles se tornaria resistente muito depressa, isso lhes interessava. As enzimas, as bactérias, aprendem, isso significa que as mutações se produzem o tempo todo. Uma bactéria se reproduz a cada 20 minutos, mutações permanecem, se remultiplicam e ocorrem mesmo sem antibióticos. Uma enzima sofre mutações porque há erros. Quando uma criança, cujos pais nunca tiveram câncer, desenvolve a doença, é porque houve erros na multiplicação do DNA. O fato é que há uma bactéria resistente em 1 bilhão e se você tomar an-

## **Antes, os químicos não trabalhavam com água, isso já é a química sustentável**

tibióticos, eles matam logo as bactérias sensíveis. Se tomar bastante antibiótico, mata também as bactérias resistentes. Mas se parar o tratamento cedo demais porque se sente bem – todas as bactérias sensíveis estão mortas, a impressão é de estar curado –, pode restar uma única bactéria resistente, mais difícil de matar, e que se multiplica pouco a pouco. Assim elas ficarão mais do que resistentes. E se o enfermeiro que trata um paciente lava mal as mãos e vai ver outro, transmite as bactérias resistentes. No começo o antibiótico era maravilhoso, nos anos 1960-70 a resistência começou e meu grupo se beneficiou disso.

### ***Que trabalho teve mais consequências sobre sua carreira?***

A primeira purificação das enzimas de inativação, porque era a primeira vez no mundo que se fazia isso. Não teve uma grande repercussão porque era algo muito específico, com antibióticos. Mas para minha carreira foi muito importante. Depois, sempre que havia um problema nesta área, estávamos presentes. Os médicos diziam, “Encontramos um problema no hospital”, nós identificávamos e a publicação era conjunta. À exceção de minha tese, pouco publiquei sozinha.

### ***Qual foi a originalidade do método usado para essa primeira purificação?***

O fato de purificar as enzimas como se fossem um produto químico, usando os conceitos e as propriedades químicas.

Ousamos colocá-las numa coluna de cromatografia, guardava-se o material numa câmara fria, colocávamos todas as nossas coisas dentro de armários de confeitaria, transparentes, comprados para esse fim. Um fio saía, a gente recuperava o produto como os químicos fazem. Foi realmente a vitória da interface. Quando fiz minha tese sobre as substâncias naturais, nos anos 1970, a síntese química orgânica fazia muito sucesso. Isso se reduziu e agora está voltando.

### ***Gostaria de ouvi-la sobre a técnica de high-throughput screening. Como era isso?***

Explicando: nos anos 1990, de um lado, um colega [Jean-Marc Paris] e eu criamos a Quimioteca Nacional no CNRS, a partir de uma proposta aos laboratórios para que colocassem ali seus produtos químicos, naturais ou sintéticos, num padrão geral (características da solução, marca de tubos etc.) que possibilitasse testar todos eles. De outro lado, qualquer especialista da rede de laboratórios associados que estivesse trabalhando com moléculas ativas de uma determinada forma – por exemplo, células tumorais – poderia compará-la com o que estivesse disponível *on-line* na quimioteca e, encontrando semelhanças, solicitar o produto materialmente. Funcionou. Logo depois fui convidada a dar aulas na École Nationale de Chimie, que propôs



que eu montasse lá meu laboratório. Deixei o anterior e, com apoio do Inserm, do CNRS e do Ministério da Educação, criamos um laboratório dotado de um robô onde podíamos testar cerca de 500 produtos por dia, tudo rápido e benfeito. Pedimos patentes, foi muito interessante, e foi esse meu último trabalho com pesquisa. Meu colega Paris, que também trabalhava com antibióticos na interface, pesquisador na Rhône-Poulenc, depois Rhodia, e que saíra da empresa para o CNRS, assumiu tudo depois que saí.

### **Mas e a Iupac?**

A Iupac é membro do Conselho Internacional de Ciência, o ICSU, organismo em que alguns países são representados por sua academia de ciência, mas que também aceita um segundo tipo de membros, monodisciplinares e internacionais. Já na Iupac cada país é representado por sua organização química e a associação se dá por meio do NAO, National Adhering International. Quando era vice-presidente científica no CNRS, nem sempre meu chefe, diretor internacional de química, tinha tempo para ir às reuniões do Conselho Nacional de Química e me enviava para representá-lo. Um dia me informaram que haveria uma assembleia-geral da Iupac, que ocorre a cada dois anos, e gostariam que eu fosse no grupo francês (a França tem cinco votos nesse fórum). Assim, em 1999 participei da primeira assembleia, em Berlim. Voltei em 2001 e a certa altura me propuseram fazer parte do gabinete da Iupac. Fui nomeada para o comitê executivo, que é mais restrito. Em 2007 me apresentei para a vice-presidência, *president elect*. Na Iupac, o vice-presidente é um *president elect*, ou seja, é eleito e dois anos depois será o presidente. Fui eleita em agosto de 2007.

**A senhora já recebeu muitos prêmios...** Nem tantos. Tive sorte por ter escolhido a interface. Não sou Nobel de Química, não sou uma química conhecida, mas trabalhei muito. E acho que tenho um temperamento agradável, não sou ambiciosa. Todas

as coisas importantes que fiz me foram propostas. Não disse, “Vou ser diretora científica um dia ou quero ser presidente da Iupac”. Disseram-me que eu ia representar a França, fui e trabalhei bem.

### **Em seu olhar, tudo é consequência de sua maneira de trabalhar?**

Acho que as mulheres são melhores do que os homens nisso de aceitar uma tarefa, um desafio. Por exemplo, uma jovem pesquisadora logo aceita um trabalho difícil e decide fazer o melhor possível, enquanto o rapaz pensa primeiro se isso servirá para sua carreira, ainda que aceite a tarefa porque o chefe lhe passou. A mulher é menos ambiciosa – e sem dúvida está errada, o resultado é que ganha me-

## **A mulher logo aceita um trabalho difícil, o rapaz pensa primeiro se isso servirá para sua carreira**

nos. Ela pensa primeiro no trabalho e com frequência o faz bem melhor, sem pensar direto, “se eu fizer isso, um outro logo vai fazer aquilo que é mais fácil”.

### **Foi já como presidente da Iupac que a senhora teve que responder ao desafio de lançar o Ano Internacional da Química.**

Quando me tornei *president elect*, o presidente em exercício, professor Bryan Henry, do Instituto de Química da Universidade de Guelph, um canadense, disse, “E se pedíssemos à ONU um ano internacional da química?”. O conselho e a assembleia-geral aprovaram a proposta por unanimidade e o representante de cada país ficou encarregado de avisar seu embaixador na Unesco. Eu, além disso, deveria também

pedir apoio à Academia de Ciências da França. Propusemos à Federação das Sociedades Químicas Africanas apresentar o projeto, porque para a Unesco a África é muito importante. Como a federação era dirigida pelo presidente da sociedade da Etiópia, foi este país que levou as cartas de todos. Isso, junto com o argumento de que em 2011 teríamos os 100 anos do Prêmio Nobel de Química de Marie Curie, o que implicaria homenagear as mulheres de ciência, agradeu à Unesco. Em abril de 2008 sua assembleia-geral concordou em apresentar o pedido à ONU, que o aceitou por unanimidade e anunciou em 30 de setembro que 2011 seria o Ano Internacional da Química, organizado pela Unesco e pela Iupac. Já *president elect*, participei muito dos preparativos, que envolviam organizar três grandes eventos: a cerimônia de abertura, na Unesco; a assembleia-geral e o congresso internacional da Iupac em San Juan, Porto Rico, e a cerimônia de encerramento em 1º de dezembro, em Bruxelas. Organizamos também cafés da manhã de mulheres espalhadas pelo mundo todo uma semana antes da abertura. Todas juntas, no mesmo momento, mas em horários diferentes, nos reunimos e falamos sobre a química. E pequenos trechos filmados desses cafés foram projetados nessa cerimônia na Unesco.

### **A senhora acha que a reputação da química pode melhorar?**

Espero que sim, até porque em alguns países ela é mais bem vista do que em outros. A Alemanha, onde os Verdes têm mais peso, é paradoxalmente o país em que a química é mais bem vista. No começo a química era alquimia e os químicos eram os feiticeiros que sabiam usar as plantas para tratar as pessoas. Mais tarde ela passou a ser bem vista e havia até aulas públicas dadas pelos químicos nos museus de história natural. Inventou-se o plástico e as matérias plásticas eram vistas como formidáveis. Depois começamos a ser malvistas, porque a “química é algo perigoso, sujo, cheira mal, polui”, e houve o acidente de Bhopal [megadestastre industrial, talvez o maior da his-

tória, em que 40 toneladas de gases tóxicos vazaram da fábrica de pesticidas da Union Carbide em Bhopal, Índia, na madrugada de 3 de dezembro de 1984. Mais de 500 mil pessoas foram expostas aos gases e pelo menos 27 mil morreram]. Na França houve o Apelo de Paris, em que biólogos escreveram contra a química, dizendo principalmente que todo tipo de câncer era causado por moléculas químicas. Foi um pouco por isso que, em 2007, dissemos, “Chega, precisamos de um ‘ano’ para tentar explicar ao público o que é a química”. Por que a química é tão malvista? É sobretudo a indústria química que é atacada e é ela quem tem os recursos para se defender pela imprensa, o que não funciona muito bem. Nós, os químicos acadêmicos, não temos dinheiro senão para a pesquisa. O público lê as defesas da indústria, conclui que são só um esforço de convencimento e propõe que se controle a química.

### ***Não há uma influência da escola na certa antipatia nutrida contra a química? A física é mais bem vista.***

Na França os mesmos professores – físicos, em geral – dão aulas das duas matérias na escola secundária. E na química tratam principalmente de questões físico-químicas: equilíbrio, acidez, coisas muito duras que em geral desagradam aos jovens. A química é

uma ciência exata, mas é também uma ciência experimental, o que mal se passa aos estudantes porque experimentar, manipular, custa caro. É justamente a beleza da química que os jovens desconhecem. Então, eles não gostam de química. A química “suja” é das fábricas e a química, como ciência, é próxima da física. Como a educação é ruim, o público vê o químico como alguém que fabrica produtos artificiais, perigosos *a priori*, ao contrário dos produtos naturais. Mas veja, pode-se obter o açúcar de baunilha extraíndo-se a baunilha das favas e colocando-a no açúcar ou, em vez disso, sintetizando o mesmo produto que está presente na baunilha – e este é mais barato e muito mais limpo. Algumas pessoas são alérgicas à baunilha, mas não ao

produto sintético, que tem um perfume bom. Explicamos que é a mesma molécula, só que na baunilha natural há um monte de outras coisas, mas as pessoas desconfiam. Ora, há substâncias naturais que fazem mal! Os venenos de cobra são naturais, o pólen que provoca alergia na primavera também. Temos que educar os jovens para que saibam que a ciência química se encontra na base de todas as indústrias. Por exemplo, os componentes elétricos dependem da química para existirem materialmente, foram os químicos que trabalharam para conceber esses materiais que dão suporte ao princípio da transmissão das ondas. A química é também análise: são os químicos que definem se as batatas contêm

## **Os jovens precisam saber que a ciência química está na base de todas as indústrias**

pesticidas e que as purificam para que o produto fique limpo. E são também eles que alertam sobre a poluição. Mas todo mundo conhece a Rhodia, por exemplo, e não sabe o nome dos prêmios Nobel de Química, a não ser os do próprio país.

### ***Será? O público conhece Marie Curie.***

Marie Curie é uma imagem, é diferente. O público francês não conhece Yves Chauvin, o último Nobel francês de química. E há uma outra coisa importante: a questão do risco. Fala-se de riscos químicos, mas há o princípio de precaução, do qual somos grandes adeptos na França. O risco em geral é composto de dois fatores: a gravidade do que pode acontecer e sua frequência. Um acidente de carro, por exemplo, em geral não é grave, mas

há tantos deslocamentos de carro que a probabilidade de um acidente grave entre eles é muito grande. Na França 4 mil pessoas morrem nas estradas por ano. Já relacionado à química, há 10 anos houve um acidente em Toulouse em que 13 pessoas morreram. É demais. Mas o que significam essas 13 mortes, em 10 anos, comparativamente a 40 mil resultantes dos acidentes de carro? Um acidente de química é grave, o risco é grande, mas a frequência é muito pequena, assim como com a energia nuclear ou os acidentes de avião. O que as pessoas precisam aprender é que o risco químico é pequeno. E, além disso, elas mesmas devem ser conscientes e responsáveis. Por que colocar pesticidas quando se tem três vasos de plantas

na sacada? Basta misturar algumas guimbas de cigarro com água e pulverizar, a nicotina mata os pulgões. Eles também podem ser tirados à mão. É verdade que a química criou as armas químicas, mas tudo tem dois lados, o bom e o ruim, e a indústria está fazendo progressos. Temos o procedimento Reach, Risk Evaluation Assessment of Chemical, regulamentação muito importante, válida para toda a Europa, que está sendo estudada por muitos países para uma eventual adoção. Ela diz aos industriais que, a partir do momento em que utilizarem uma dada quantidade de um produto

para fabricar outras coisas, eles mesmos devem verificar se é tóxico ou não. Isso responsabiliza a indústria, que começa a pensar em encontrar uma alternativa, e o fabricante ainda pode ter lucros, tanto por redução de custos quanto pela melhoria da imagem. Os solventes, por exemplo, são um grande problema e agora os industriais estão tentando fazer química na água. É difícil, mas se conseguirem a economia será enorme. A água é mais barata e para descartar basta purificá-la.

### ***É a química do futuro?***

Já está acontecendo! É a química sustentável, não gosto muito da palavra “verde”, porque algumas pessoas acham que é química feita a partir de substâncias vegetais. Já estamos vivenciando este futuro. ■