

As máquinas mais pequenas do mundo que eles inventaram

Um elástico, um elevador e um carro são algumas das máquinas moleculares desenvolvidas por Jean-Pierre Sauvage, Fraser Stoddart e Bernard Feringa. Pensa-se que estas nanotecnologias vão ser tão importantes como é agora o motor eléctrico

Nobel da Química Nicolau Ferreira

As palavras podiam entrar numa conversa de oficina: motores, rotores, elevadores, chassi. Mas ontem o mundo associou-as a uma realidade completamente diferente, onde impera a escala dos átomos. O Prémio Nobel da Química de 2016 foi para os três cientistas que desenvolveram máquinas moleculares: o francês Jean-Pierre Sauvage, o escocês Fraser Stoddart e o holandês Bernard Feringa. Em menos de 20 anos, puseram moléculas a mexer e a trabalhar, com pouca energia.

Estas são as máquinas mais pequenas de sempre feitas pelo homem, mil vezes mais pequenas do que a espessura de um cabelo. A Real Academia Sueca das Ciências, que atribui os Nobel, explica que estamos na alvorada de uma nova tecnologia. As próximas décadas trarão novidades, mas da informática à medicina, muitas áreas serão transformadas.

“O motor molecular está no mesmo estado de desenvolvimento do que o motor eléctrico na década de 1830, quando os cientistas exibiam máquinas eléctricas capazes de mover pedais e rodas, mas não sabiam que essas máquinas se iriam tornar comboios, máquinas de lavar”, lê-se no comunicado da academia. “Estas máquinas moleculares podem vir a ser usadas no desenvolvimento de sensores e sistemas de armazenamento de energia.”

Por isso, “pela concepção e síntese de máquinas moleculares”, nas palavras do comité que atribuiu o Nobel, Jean-Pierre Sauvage (Universidade de Estrasburgo, em França), Fraser Stoddart (Universidade Northwestern, nos EUA) e Bernard Feringa (Universidade de Groningen, na Holanda) irão dividir o prémio de oito milhões de coroas suecas (833 mil euros).

“Não soube o que dizer e fiquei um pouco chocado. Foi uma surpresa”, disse ao telefone Bernard Feringa, durante uma breve sessão de per-

guntas de jornalistas no anúncio do prémio, em Estocolmo, lembrando o que sentiu quando lhe deram a notícia. Bernard Feringa acredita que estas máquinas moleculares poderão vir a estar na origem de robôs (que viajarão até células cancerosas para administrarem medicamentos que as matem) ou de novos materiais (que recebem estímulos químicos para fazerem uma qualquer tarefa).

“Para uma máquina ser capaz de executar uma tarefa, tem de ser composta por partes que se movem umas em relação às outras”, explica-se no comunicado. Ao longo da evolução, a natureza já criou mecanismos moleculares que produzem movimento. Os flagelos das bactérias, com forma em espiral como os saca-rolhas, giram e elas movem-se.

Jean-Pierre Sauvage foi quem fez o primeiro avanço na construção de máquinas moleculares artificiais. Em 1983, conseguiu ligar moléculas em forma de anel, formando uma “corrente” com a ajuda de um ião de cobre. Nas décadas anteriores, outros químicos tinham conseguido fazer estas correntes moleculares, mas a muito custo, e este ramo da química estava praticamente esgotado. Com a nova técnica de Jean-Pierre Sauvage, a produção destes elos moleculares

subiu de 10% para 42%. “De repente, as correntes de moléculas eram mais do que uma mera curiosidade científica”, explica o comunicado.

Oito anos depois, Fraser Stoddart desenvolveu o rotaxano (ou vaivém): uma estrutura de duas moléculas em que uma se parece com um pequeno eixo, com rodas na extremidade, e a outra com uma argola. A argola está presa ao eixo e é capaz de se movimentar, de uma forma que os cientistas conseguem controlar, entre as suas extremidades.

Por fim, Bernard Feringa produziu em 1999 o primeiro motor molecular. O cientista construiu um rotor molecular, estrutura que se movimentava circularmente sob o seu próprio eixo, com ajuda da energia dos raios ultravioletas. A equipa de Feringa aperfeiçoou depois o sistema, transformando-o num motor capaz de fazer algo como 12 milhões de revoluções por segundo. Com estes motores, foi possível rodar um cilindro de vidro 10.000 vezes maior do que os próprios motores.

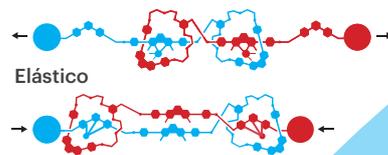
Entretanto, já se produziram “carros” moleculares, elevadores, sistemas semelhantes aos músculos que se esticam e se contraem e um robô molecular capaz de ligar aminoácidos (os tijolos das proteínas).

“Comecei por construir interruptores moleculares, que davam informação [no sistema binário] de zeros e uns. O objectivo era ter uma alternativa para armazenar informação”, disse Bernard Feringa, explicando como tudo começou. Mas, rapidamente, o cientista percebeu que tinha à sua frente algo especial. “Quando se consegue controlar o movimento, então é possível pensar em todo o tipo de funções mecânicas, como caminhar e transportar coisas, e ter pequeníssimas máquinas”, disse. “Mas tudo começou a partir de interruptores, de uma ideia muito simples.”

“Quando se consegue controlar o movimento, então é possível pensar em todo o tipo de funções mecânicas”

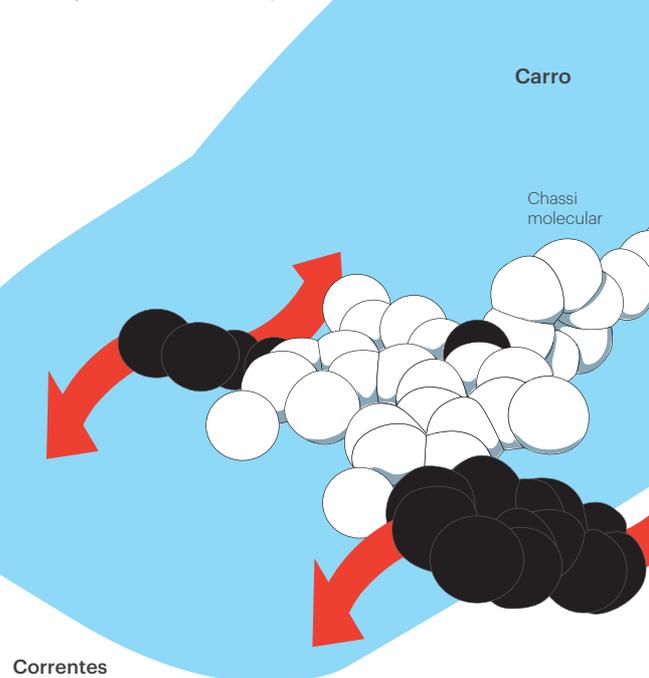
Bernard Feringa
Químico

nicolau.ferreira@publico.pt



Elástico

Carro

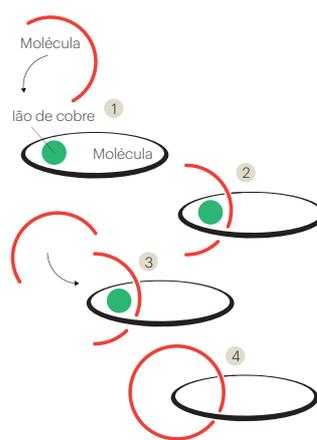


Carro

Chassi molecular

Correntes

Moléculas que vão formar uma corrente são atraídas para um ião de cobre. Depois de se unirem por uma ligação mecânica, o ião de cobre é removido



Radiação UV

Motor

Raios UV fazem girar um rotor 180 graus. Isto cria tensão na molécula, que é libertada quando a pá do rotor se encaixa noutra pá e impede que se ande para trás

Raios UV originam outra rotação de 180 graus no mesmo sentido. E aumenta-se a temperatura, levando os grupos metilo a encaixarem-se nas pás do rotor, e o ciclo recomeça

12 milhões

de voltas por segundo foram atingidas pelo motor molecular desenvolvido pela equipa do químico holandês Bernard Feringa

A química imitou a vida

Comentário Cláudio M. Soares e Joana Lobo Antunes

A humanidade constrói máquinas desde os seus primórdios, e se pensarmos no que significa construir máquinas é claramente uma das características a considerar. Quando pensamos em máquinas, vem-nos à mente uma ideia de algo grande e ruidoso, que transforma combustível em trabalho mecânico, que nos move, que nos transforma e que transforma o planeta à nossa medida. Mas esta noção é redutora e as máquinas não têm de ser grandes.

Richard Feynman, um dos mais conhecidos físicos modernos e laureado com o Prémio Nobel, num célebre e visionário discurso em 1959 no Caltech (*There's plenty of room at the bottom – Há muito espaço lá no fundo*) abriu uma janela sobre um mundo muito pequeno, à escala do nanómetro – 0,000000001 metros –, onde teorizou sobre a existência futura de pequenas máquinas que poderiam executar inúmeras funções, desde movimento a armazenamento de informação. Nanotecnologia foi um conceito cunhado bem mais tarde, mas no fundo é do mesmo que se trata.

Pois bem, os esforços de Jean-Pierre Sauvage, Fraser Stoddart e Benard Feringa foram coroados agora pela Academia Sueca, que os galardoou com o Prémio Nobel da Química de 2016 “pelo design e E foram grandes esforços para produzir coisas muito pequenas – moléculas – capazes de efectuar movimentos controlados após o fornecimento de energia. Química em movimento, capaz de produzir pequenas máquinas moleculares.

Os laureados com o Nobel da Química deste ano fizeram coisas notáveis e extraordinárias com moléculas, tais como as “correntes” e os “músculos” moleculares produzidos pelo

laboratório de Jean-Pierre Sauvage, os “elevadores” moleculares sintetizados no laboratório de Fraser Stoddart e os “motores” moleculares e mesmo o extraordinário “nano-automóvel”, com tracção às quatro rodas moleculares, produzido no laboratório de Benard Feringa.

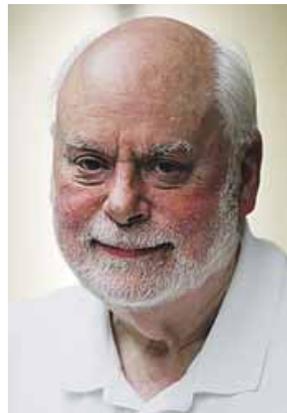
Estes sonhos, tornados realidade, oferecem inúmeras esperanças futuras na criação de pequenas e ainda mais complexas máquinas moleculares, capazes de efectuar funções neste mundo nano, com implicações no mundo maior. Como referido por Olof Ramström, em nome do Comité Nobel da Química no texto relativo a este Prémio Nobel, “estamos na madrugada de uma nova revolução industrial no século XXI e o futuro mostrará como a maquinaria molecular se poderá tornar uma parte integral das nossas vidas”. E talvez cumprir o outro sonho, que é ter essas máquinas a construir novas máquinas.

No entanto, as máquinas moleculares de Jean-Pierre Sauvage, Fraser Stoddart e Benard Feringa, extraordinárias como são, não fazem mais do que já acontece com as moléculas biológicas, verdadeiras máquinas moleculares desenvolvidas pela evolução e selecção natural ao longo de milhares de milhões de anos. As máquinas biomoleculares, normalmente proteínas, trabalham e interagem umas com as outras de forma precisa e bem regulada, como uma grande máquina de relógio. Fazem movimentos, processam sinais, guardam informação e auto-replicam-se. Fazem tudo isto com um propósito, que é manter a vida. São máquinas moleculares de vida. O Nobel que agora atribuído é uma vitória da química, que conseguiu com sucesso imitar a vida.

**Instituto de Tecnologia
Química e Biológica António
Xavier da Universidade Nova
de Lisboa, Oeiras**



Bernard Feringa



Fraser Stoddart



Jean-Pierre Sauvage

