

Na fronteira do átomo

Pesquisas em nanotecnologia abrem perspectiva para a produção de bens com menor quantidade de matéria-prima e energia

MANUEL ALVES FILHO
manuel@reitoria.unicamp.br

ISABEL GARDENAL
bel@unicamp.br

Fotos: Neldo Cantanti

No futuro, todo o conhecimento da humanidade poderá ser armazenado numa esfera com apenas dois milímetros de diâmetro. A previsão, que num primeiro momento pode soar como parte do enredo de um filme de ficção científica, é factível. Quem garante é o físico Cylon Gonçalves da Silva, ex-professor da Unicamp e atual diretor geral do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), com sede em Campinas. De acordo com ele, graças à nanotecnologia, os cientistas já estão aprendendo a mexer no átomo, que é a menor parte da matéria. "Nossa capacidade de manipular a informação numa escala cada vez menor significa nossa capacidade de manipular a matéria e a energia de forma mais criativa", afirma. Em outras palavras, os pesquisadores estão trabalhando em escalas muito pequenas, para atingir grandes objetivos. Na Unicamp, há grupos envolvidos com pesquisas nessa área. Na Faculdade de Ciências

Médicas (FCM), por exemplo, pesquisadores se preparam para construir um manipulador robótico controlado por computador, que será utilizado em cirurgias minimamente invasivas (leia na

Setor deverá movimentar dentro de 15 anos cerca de US\$ 1 trilhão

página 3) estágio imediatamente anterior ao da nanomedicina.

O prefixo "nano", do grego, significa "anão". A partícula vem sendo emprestada pelos cientistas para designar várias unidades de medida. Um nanômetro, por exemplo, corresponde a 1 bilionésimo de metro. De acordo com o professor Cylon, o Brasil já dispõe de instrumentos que permitem enxergar o átomo. Um deles é a fonte de luz síncrotron, que possibilita estudar as propriedades químicas, físicas e biológicas de diversos componentes da natureza. "Ora, se a gente já consegue ver, o próximo passo é mexer. No futuro, teremos condições de armazenar e recuperar a informação dentro do átomo", assegura.

Para explicar melhor como isso pode se dar, o físico recorre à imagem de um prosaico livro. Segundo ele, o objeto nada mais é do que um depósito de informações, que tem volume e superfície. "A informação - a impressão - está na superfície do livro. Quando abro esse livro, eu não mudo o seu volume, nem seu número de páginas, mas consigo dobrar a sua superfície disponível. É um truque trivial, mas é muito bem bolado", compara. Atualmente, prossegue o professor Cylon, os cientistas já conseguem "escrever e recuperar" informações num nível quase atômico.

Isso pode ser constatado num laptop, que guarda textos e imagens em dispositivos que medem 100 nanômetros. "No dia

O físico Cylon Gonçalves da Silva: "Teremos condições de armazenar e recuperar a informação dentro do átomo"



em que conseguimos reduzir o tamanho do armazenamento da informação a 100 átomos, aí teremos condições de depositar todo o conhecimento gerado pela humanidade numa esfera de dois milímetros de diâmetro", antecipa o físico, reforçando a figura usada inicialmente neste texto. A nanotecnologia, no entender do professor Cylon, tem uma função social importante. Seus conceitos e processos tendem a se estender para variadas áreas, como a medicina, a biologia, a informática, entre outras.

Mas por que os objetos têm que passar por um processo ainda mais intenso de redução de tamanho, já que os rádios gigantes dos nossos avós funcionavam tão bem? A resposta, acompanhada de um sorriso generoso, é do próprio diretor geral do LNLS: "A população mundial é muito grande [cerca de 6 bilhões de habitantes] para que possamos oferecer um padrão de vida confortável para todas as pessoas. Para que continuemos a produzir bens em quantidade razoável, sem agredir a natureza, teremos que encontrar um meio de fazê-lo com menos matéria-prima e energia. Isso será quase inevitável para a sobrevivência da humanidade", adverte.

Ele toma como exemplo dessa exigência a agricultura. Conforme o professor Cylon,

a tendência será de aplicar os defensivos em partículas de dimensões nanométricas. "Ou seja, vamos utilizar quantidades extremamente baixas para obter o mesmo efeito de hoje em dia". Outra aplicação futura dos recursos proporcionados pela nanotecnologia está na medicina. Num prazo máximo de 10 anos, calcula o físico, um indivíduo engolirá uma cápsula que terá em seu interior sensores nanométricos. Essa pílula percorrerá o seu organismo e realizará uma série de análises clínicas, podendo inclusive gerar imagens.

Esses dados serão transmitidos, via onda de rádio, para um equipamento preso à cintura da pessoa. Depois, os dados serão encaminhados ao médico, que terá na tela do computador um diagnóstico preciso sobre a situação do seu paciente. "Com isso, será possível identificar, por exemplo, uma célula inicial na qual viria a se instalar um tumor", afirma o professor Cylon. Todo esse "admirável mundo novo" antecipado pelo físico já tem despertado o interesse das autoridades governamentais, sobretudo nos países desenvolvidos. Prova disso é que os Estados Unidos, que investiram US\$ 400 milhões em nanotecnologia em 1997, ampliaram esses recursos para US\$ 2 bilhões em 2000.

Estimativas da Fundação Nacional de Ciência dos EUA dão conta de que o mercado mundial para produtos e processos baseados em nanotecnologia deverá movimentar, dentro de 15 anos, algo em torno de US\$ 1 trilhão. O Brasil, informa o professor Cylon, está se preparando para lançar um programa nacional de nanotecnologia. Ele acredita que os recursos públicos ainda deverão custear o setor por mais uma geração, pois a iniciativa privada ainda não demonstrou disposição para participar desse esforço. O físico ressalta que o país, além de ferramentas, dispõe de mão-de-obra especializada para dar prosseguimento às pesquisas em nanotecnologia.

Algumas universidades, como a Unicamp, mantêm grupos que se dedicam a essa área do conhecimento. Além da experiência que começa a ser tocada na FCM, há, de acordo com o físico, cientistas trabalhando com nanotecnologia nos institutos de Química e Física, nos segmentos de novos materiais e optoeletrônica, respectivamente. Além disso, a Unicamp está oferecendo de forma pioneira no país, no curso de Física, a disciplina "Introdução à Nanotecnologia". "Estamos, definitivamente, na fronteira do átomo", pontifica o professor Cylon.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

Reitor Carlos Henrique de Brito Cruz. Vice-reitor José Tadeu Jorge. Pró-reitor de Desenvolvimento Universitário Paulo Eduardo Moreira Rodrigues da Silva. Pró-reitor de Extensão e Assuntos Comunitários Rubens Maciel Filho. Pró-reitor de Pesquisa Fernando Ferreira Costa. Pró-reitor de Pós-Graduação Daniel Hogan. Pró-reitor de Graduação José Luiz Boldrini.

Elaborado pela Assessoria de Imprensa da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Periodicidade semanal. **Correspondência e sugestões** Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13081-970, Campinas-SP. **Telefones** (0xx19) 3788-5108, 3788-5109, 3788-5111. **Fax** (0xx19) 3788-5133. **Homepage** <http://www.unicamp.br/imprensa>. **E-mail** imprensa@unicamp.br. **Coordenador de imprensa** Clayton Levy. **Editor** Álvaro Kassab. **Redatores** Antonio Roberto Fava, Isabel Gardenal, Luiz Sugimoto, Manuel Alves Filho, Maria Alice da Cruz, Nadir Peinado, Raquel do Carmo Santos, Roberto Costa e Ronei Thezolin. **Fotografia** Antoninho Perri, Neldo Cantanti e Dário Crispim. **Edição de Arte** Oséas de Magalhães. **Diagramação** Dário Mendes Crispim. **Ilustração** Félix. **Arquivo** Antonio Scarpineti. **Serviços Técnicos** Dulcinéia B. de Souza e Edison Lara de Almeida. **Impressão** ArtPrinter Gráficos & Editores (0xx11) 6947-2177. **Publicidade** JCPR Publicidade e Propaganda: (0xx19) 3295-7569.

Os avanços da nanomedicina



Procedimento na Medicina Laser da Unicamp: cirurgia minimamente invasiva



O professor Alberto Cliquet, que participa do projeto de construção do manipulador robótico

Embora ainda seja uma área relativamente nova, a nanotecnologia já tem conceitos e procedimentos aplicados em diversas atividades. A Unicamp, por exemplo, participa do esforço para a evolução da nanomedicina no país. Entre outras iniciativas, a Universidade está pronta para integrar o projeto de construção de um manipulador robótico controlado por computador nas cirurgias minimamente invasivas ou nas realizadas a distância, como as osteotomias (seção cirúrgica de um osso) e laparoscopias sobretudo de joelho. No início do próximo ano, este trabalho, desenvolvido em conjunto com o departamento de Engenharia Elétrica da USP-São Carlos e financiado pela Fapesp, será concretizado com a visita, ao campus de Barão Geraldo, do pesquisador Alan Slade, especialista em tecnologia robótica pela Universidade de Dundee, na Escócia.

Representando a Unicamp, estará uma das maiores autoridades na área de engenharia biomédica, o professor Alberto Cliquet, atual responsável pelo departamento de Ortopedia e Traumatologia do HC, que auxiliará no processo de criação do manipulador, em planejamento há pelo menos dois anos. O desenvolvimento partirá da mesma tecnologia do dedo utilizado pela Nasa para realizar cirurgias ópticas, uma das mais precisas de que se tem notícia na atualidade. Para Cliquet, o projeto brasileiro contribuirá para o avanço da nanomedicina. “É uma área de ponta que firmará a medicina deste século”, prevê.

Cliquet acaba de retornar de uma viagem à Escócia, onde já residiu por quatro anos para se especializar. Ele compareceu ao Technology Meets Surgery International. Das novidades observadas lá, especificamente no Ninewells Hospital and Medical School, da Universidade de Dundee, a prática cirúrgica é muito adiantada e eleva a formação médica. Para exemplificar, em uma ampla sala existem alguns bonecos semelhantes ao homem, projetados de forma a produzir reações mediadas por sensores – isso para conferir maior realidade aos procedimentos, ainda que feitos virtualmente.

Em salas anexas à do treinamento, computadores previamente programados ficam conectados cada qual aos diferentes tipos de procedimento. “Para isso, é necessária a nanotecnologia. Uma imagem virtual no computador-mestre ensina, passo a passo, as diretrizes que deverão ser seguidas pelo cirurgião”, explica Cliquet.

Em outras palavras, quando são inseridos os dados pessoais de um determinado paciente (boneco), incluindo sua anamnese, aparece, de pronto, na tela a simulação do caso, tal como foi definido

nos blaquets. E a cirurgia parece tão real que, quando pinçado o tecido errado, a máquina sinaliza acusando a falha.

No caso então da telecirurgia, feita a distância, atrelada à moderna tecnologia, é indispensável o uso de sensores para que transmitam as sensações de profundidade, temperatura e força.

Existem sensores em estudo em vários países, conta Cliquet, como os mioelétricos (sinais elétricos da contração muscular), de fibras ópticas (que fornecem a posição dos ângulos), de força (que determinam a quantidade de força a ser dispensada) e de temperatura. Em se tratando da garra mecânica, movida por impulsos, ela será monitorada por computadores, permitindo visualizar, por exemplo, o tecido ou o órgão que se pretende atingir a distância.

E o cirurgião? Bem, ele usa um tipo de joystick – transmitido por ondas de rádio ou de satélite – e visualiza, pelo monitor do computador, suas respostas, como numa cirurgia em que estejam envolvidos todos os instrumentais do mundo real (pinças, bisturis, afastadores, tesouras, agulhas de sutura, etc.). “O uso desses chamados robôs conferirá avanços inestimáveis à educação médica e, o melhor: com aplicabilidade cirúrgica. É certo que veremos cada vez mais a medicina misturada à tecnologia. É fato consumado: silício e molécula fisiológica estarão lado a lado”, diz Cliquet.

A luz do laser – Enquanto a nanomedicina ensaia os seus primeiros passos, o laser torna-se forte aliado da medicina estética e também curativa, limitando as cirurgias extensas. Dentre algumas condutas que a Medicina Laser da Unicamp realiza, estão duas técnicas testadas e já em operação: a “cerclagem” e a “criptolise”, ambas feitas com laser de CO₂, cirurgias minimamente invasivas.

A equipe da Medicina Laser desenvolveu uma nova técnica que se convencionou chamar “cerclagem com laser de CO₂” a partir de pontos profundos sitiando o hemangioma, mas no tecido são, para reduzir o aporte vascular e a lesão após seis a oito sessões de laser de CO₂, sob anestesia local. Ela garante resultados muito satisfatórios na retirada de hemangiomas (lesões arroxeadas, às vezes de volume aumentado), principalmente localizados na boca. Na maioria das vezes, estes hemangiomas situam-se também na língua, atrapalhando a mastigação e causando grande desconforto na região.

A medida que o tratamento obtém êxito, entendendo-se por isso a involução da mancha, vão sendo definidos pontos cada vez mais próximos da lesão, até que o

hemangioma desapareça definitivamente. “Não se trata de uma lesão maligna e nem que precise ser retirada sempre, porém dificulta o processo de limpeza da cavidade bucal”, previne a experiente otorrinolaringologista Ester Maria Danielli Nicola, responsável pela Medicina Laser, que fica no 2º andar do HC. Segundo ela, esta é a técnica indicada para os casos sintomáticos e com dimensões em torno de 3x2 mm.

As primeiras tentativas da cerclagem implementada na Unicamp começaram em 1994, seguindo um protocolo de pesquisa que contemplava os pacientes sintomáticos. De lá para cá, a Medicina Laser otimizou a técnica e atendeu mais de 100 pacientes com resolução completa.

Criptolise – A criptolise com laser de CO₂ é adotada no tratamento de amigdalite crônica caseosa, uma infecção que se caracteriza pelo depósito de secreções nas criptas (pequenas cavidades naturais) amigdalinas, que leva a um quadro de irritação da região e favorece quadros infecciosos. “Devido à retenção do material, ocorre a halitose, o ‘clássico’ mau-hálito e todas as suas consequências sociais já conhecidas”, aponta Ester.

A técnica, que vem sendo efetuada há quatro anos, consiste em fazer uma pequena abertura das criptas com laser, para não haver mais deposição de secreções, em geral ocasionada pela descamação bucal. “A descamação do epitélio é natural, entretanto, na boca, ela realmente provoca o mau-cheiro. Afinal, são células descamadas associadas a detritos alimentares”, esclarece a médica.

É um procedimento simples, apenas com anestesia tópica e, segundo Ester, ele já existia, mas era radical: vaporizava-se parte da amígdala. Hoje, o órgão é preservado.

A Medicina Laser, criada há 13 anos no HC, é uma das primeiras áreas multidisciplinares, com relações mais estreitas com a otorrinolaringologia, cirurgia plástica, bucomaxilofacial e dermatologia. A unidade realiza quase 200 procedimentos cirúrgicos por mês e contabiliza o atendimento a mais de 25 mil pacientes durante esses anos. Foram cirurgias e atendimento a todo tipo de rotina, de consultas a curativos.

Com as recentes tecnologias em execução, os periféricos (acessórios do laser) são dotados de pontos e focalizações menores, atendendo à demanda das cirurgias minimamente invasivas. “O que se faz com o laser também pode ser feito sem ele, mas sua utilização melhora de longe as condições pré e pós-cirúrgicas”, afirma Ester.

Estética – “Há pacientes com lesões externas mais exuberantes que, além da patologia, carregam o estigma da estética perfeita, o que lhes acarreta problemas imensos”, declara a enfermeira Diva Helena Baldin, especializada em laser e uma das implantadoras, juntamente com Ester, da Medicina Laser.

A tatuagem, estudada no mestrado de Diva, que agora cumpre o doutorado na Unicamp, foi um dos objetos de investigação da enfermeira. Ainda que possam ser vaporizados os pigmentos, o produto final nem sempre exclui as cicatrizes, pois isso depende muito do tipo de pele em questão e do pigmento utilizado. “Estamos cientes de estamos cumprindo um dever social para com esse tipo de paciente aqui na Unicamp, pois, de fato, há muitas doenças graves que pedem nossa intervenção com maior frequência”, acentuam Ester e Diva.

No Laboratório Laser, do Núcleo de Cirurgia Experimental da Faculdade de Ciências Médicas, são efetuados experimentos em animais, em conjunto com o físico Jorge Humberto Nicola, criador do primeiro laser de CO₂ nacional. Agregado a isso, os casos são cuidadosamente documentados por fotografias, arquivando-se as imagens do antes e do depois, que podem ser consultadas pela equipe médica e paramédica para avaliação dos resultados proporcionados pela ação do laser.

Fapesp limita gastos em dólar



Carlos Vogt: “Trata-se de não gastar mais que o arrecadado”

Através de um comunicado publicado em www.fapesp.br, a agência paulista de fomento à pesquisa anunciou nesta segunda-feira “um conjunto de providências” destinado a diminuir o impacto da instabilidade do preço do dólar sobre seu orçamento. Suspender qualquer dispêndio em dólar, em auxílios à pesquisa já contratados ou a contratar, “em caráter emergencial e temporário” é a primeira das três medidas anunciadas no comunicado, que atribui as decisões ao Conselho Superior da Fundação, cuja última reunião ocorreu no último dia 7.

A segunda parte do conjunto de providências diz respeito à utilização dos recursos da reserva técnica – o valor suplementar, proporcional ao valor do auxílio, que os pesquisadores podem utilizar para cobrir “custos indiretos” dos projetos: no caso de gastos indexados ao dólar já contratados, a conta da variação de custo será paga pela reserva técnica; as concessões novas, os custos da importação de equipamentos ou serviços, e “eventuais variações cambiais” passam a onerar obrigatoriamente a reserva técnica; saldos da reserva técnica só poderão ser utilizados a depender de “prévia e explícita autorização da Fapesp” – o que levou um pesquisador a prever que tais sobras passarão a rarear. Como última providência, o comunicado anuncia que “cronograma indicativo” passará a ser exigido para o desembolso dos recursos concedidos pela Fundação.

Dinamismo – O comunicado, que não explicita quando as medidas entram em vigor, teve acolhida favorável entre os pesquisadores que já conheciam seu teor no começo da semana. Intitulada “A Fapesp frente à crise cambial”, a nota começa sua justificativa do conjunto de providências afirmando o dinamismo do sistema de pesquisa do Estado, que se deve, “em grande parte, à atuação vigorosa e inovadora da Fapesp”. Ter uma tal atuação implica investimento – que a fundação tem feito no seus limites orçamentários, situação que a nota descreve como “estado ideal de equilíbrio com relação às suas receitas”. A oscilação no preço do dólar, “brusca e expressiva”, ameaça este equilíbrio financeiro – e impôs as medidas de contenção das despesas associadas a importações.

Segundo Carlos Vogt, que preside o conselho superior, trata-se, simplesmente, “de não gastar mais do que aquilo que é arrecadado”. O orçamento previsto para este ano é de 382 milhões de reais: 284 milhões (estimativa) resultado do repasse de 1% da receita tributária do Estado, e o restante vindo dos rendimentos do patrimônio da Fundação. A nota ainda enfatiza que as medidas visam preservar o apoio à pesquisa no médio e longo prazos; e nas linhas finais, afirma que a Fapesp pretende garantir este apoio “a todas as solicitações de excelência que lhe sejam encaminhadas”.