Alquimistas modernos

Algumas se concentram em resolver problemas críticos, outras ensaiam maneiras inéditas de abordar desafios e há também as que realizam façanhas de engenharia. Todas com um só objetivo: fundar as bases de um amanhã melhor. Reportagem apresenta algumas das principais usinas do futuro e seus pesquisadores, os alquimistas

Na Idade Média, os alquimistas, dublês de cientistas e loucos que trabalhavam em segredo normalmente, buscavam criar um futuro melhor de três maneiras: transformando metais inferiores em ouro (o que garantiria riqueza e bem-estar à humanidade), procurando o elixir da longa vida (um remédio que curaria todas as doenças) e criando os *homunculi* (gerando vida humana artificialmente com finalidades diversas).

Hoje, os pesquisadores, mistos de cientistas e visionários que atuam em universidades e centros do conhecimento, buscam criar um amanhã melhor em três vertentes principais: gerando produtos e serviços mais avançados (que aumentem a qualidade de vida das pessoas), desenvolvendo medicamentos (que melhorem sua saúde e prolonguem a vida) e gerando novas formas humanas, reais ou artificiais, que contribuam para a evolução da humanidade (de robôs a pessoas com *chips*).

Muitos povos praticaram a alquimia, no Ocidente e no Oriente. A diferença é que em alguns países ela foi protegida e incentivada, enquanto em outros foi ignorada ou, pior, perseguida e reprimida. Conceitualmente serão os alquimistas do passado tão diferentes assim dos pesquisadores da atualidade? Selecionamos quatro usinas do futuro –ou *think tanks*, tanques de pensamento– de excelência, onde atuam esses pesquisadores, para que o leitor possa fazer sua própria avaliação.

Media Lab, do MIT

Quando a internet era apenas uma promessa, Nicholas Negroponte já falava em "ser digital". E prenunciava um mundo no qual a música, as imagens e os textos deixariam o formato analógico e o suporte material para se transformar em conjuntos de *bits* que viajam de um ponto a outro do planeta à velocidade da luz. Mais do que o sonho de um visionário, suas palavras descreviam experiências desenvolvidas no Media Lab, o centro de pesquisas em mídia do Massachusetts Institute of Technology, que ele fundou em 1985, ao lado do então reitor do MIT, Jerome Wiesner. (Recentemente, Negroponte se afastou para se dedicar ao projeto "Um *laptop* por criança".)

Desde o princípio, o laboratório –cujo lema é "inventar um futuro melhor"– destacou-se com seus projetos inovadores e a estatura de seus pesquisadores, como Marvin Minsky, considerado o "pai" da inteligência artificial, e Seymour Papert, especialista em epistemologia e aprendizado. Também sobressaiu pela beleza de seus protótipos

e projetos, nos quais as formas parecem ser tão importantes quanto o rigor científico. O gosto pela estética talvez seja sua marca original, já que o Media Lab nasceu dentro da faculdade de arquitetura do MIT e ali continua funcionando.

Um exemplo da ênfase no *design* é o *city car* (carro da cidade), veículo para dois passageiros movido a eletricidade, com um sistema de suspensão e tração inovador que permite manobras em espaços reduzidos. O projeto, a cargo do grupo de pesquisas "Cidades Inteligentes", vislumbra o desenvolvimento de um sistema de mobilidade urbana mais eficiente, já que prevê situar várias unidades em postos distribuídos em diferentes pontos da cidade, a fim de criar uma rede de transporte que aproveite a infra-estrutura de metrôs e linhas de ônibus. Quando um *city car* chegar ao posto, receberá uma recarga elétrica e ficará à disposição dos usuários.

Tecnologias emergentes

Todos os anos, a revista *Technology Review,* do Massachusetts Institute of Technology, publica uma lista das dez tecnologias emergentes que, a critério de seus editores, terão importância decisiva em bem pouco tempo. Trata-se, essencialmente, de um conjunto diversificado de desenvolvimentos realizados por cientistas em universidades, empresas e órgãos públicos –neste caso, todos nos Estados Unidos– prestes a surgir dos laboratórios ou que já estão na etapa de protótipos. Veja a seguir a lista mais recente:

Enzimas celulolíticas. Nos Estados Unidos, a maior parte do etanol é fabricada atualmente do amido dos grãos de milho, que se converte facilmente em açúcar com a atividade de uma única enzima, que logo fermenta e tem propriedades combustíveis. Entretanto, os processos para produzir etanol a partir da celulose –o material orgânico mais abundante da Terra– são ainda muito caros para permitir sua comercialização em grande escala. Mas Frances Arnold, professora de engenharia química do California Institute of Technology (Caltech), está abordando um dos maiores desafios nesse campo: desenhar melhores celulases, complexos grupos de enzimas que, por ação da água, separam os componentes da celulose, a fim de poder empregá-la como matéria-prima dos biocombustíveis. Se obtiver êxito, o impacto de seu trabalho será enorme: o uso de etanol celulósico como combustível em automóveis, no lugar da gasolina, reduziria a emissão de gases de efeito estufa em 87%, enquanto o uso de etanol de milho só consegue reduções de algo entre 18% e 28%.

Magnetômetros atômicos. Os equipamentos para gerar imagens surpreendentemente detalhadas do corpo humano, assim como os utilizados no estudo de proteínas e outros compostos (o petróleo, por exemplo), dependem essencialmente da informação proveniente de campos magnéticos.

Todos os sensores empregados na atualidade têm desvantagens: alguns são portáteis e baratos, mas não muito sensíveis; outros, de alta sensibilidade, são enormes, caríssimos e ávidos consumidores de energia.

Com uma equipe de físicos do National Institute of Standards and Technology, dos Estados Unidos, John Kitching construiu um dispositivo do tamanho de um grão de arroz, capaz de detectar até os mais tênues sinais magnéticos. É muito provável que, na próxima década, esses diminutos e potentes magnetômetros sejam utilizados em equipamentos portáteis de imagens por ressonância magnética, em ferramentas para detectar dispositivos explosivos sob a terra e como meio de avaliar depósitos de minerais remotos.

Modelagem de surpresas. Apesar de os atuais modelos de computação prognosticarem muitos acontecimentos de que dependem a vida com bastante precisão, ainda aparecem surpresas que não puderam ser antecipadas. Entretanto, Eric Horvitz acredita ser possível minimizar a quantidade de fatos imprevistos mediante uma técnica que acabou se chamando "modalizador da surpresa", baseada na combinação de enormes quantidades de dados e melhor compreensão da psicologia humana. Trata-se, definitivamente, de analisar o tipo de eventos que já surpreendeu a humanidade, para criar modelos dos que poderiam vir a surpreendê-la.

Membro da equipe de pesquisa da Microsoft, Horvitz estima que a técnica seria de muita utilidade para tomadores de decisão em diversos campos: desde os mercados financeiros e a medicina preventiva até o planejamento militar, de negócios ou o controle do tráfego. Até agora, um protótipo que alerta os motoristas, na cidade de Seattle, sobre gargalos imprevistos ou pontos de engarrafamento crônicos que magicamente se liberam tem sido experimentado com sucesso por centenas de funcionários da Microsoft.

Conectômica. Uma tecnologia nova que busca traçar mapas dos circuitos neuronais do cérebro encarregados de recolher, processar e armazenar a informação ajudaria a decifrar a origem de doenças como autismo ou esquizofrenia. Segundo Jeff Lichtman, neurocientista e professor de Harvard, os avanços em computação, biologia molecular e geração de imagens muito em breve permitirão fazer um diagrama completo do "cabeamento" de uma porção do cérebro.

***Chips* probabilísticos.** Krishna Palem, professora de computação da Rice University, acredita que introduzir certa dose de incerteza nos *chips* de computação aumentaria a vida útil da bateria dos dispositivos móveis. Sua postura parece herética, já que, em matéria de *chips*, precisão e perfeição sempre foram imperativas. Mas ela garante que, para muitas aplicações –particularmente processamento de áudio e vídeo, cujo resultado final não é um número–, o máximo de precisão é desnecessário.

Continua na próxima página

Com o apoio da Intel e do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, Palem e seus colaboradores estão trabalhando em uma tecnologia para projetar *microchips* denominada PCMOS (sigla de semicondutor de óxido de metal complementar probabilístico), que permite aos engenheiros renunciar a pequeno grau de precisão computacional em troca de economia substancial de energia.

Prevê-se uma aplicação crescente dos *chips* probabilísticos em telefones celulares, *laptops* e outros dispositivos móveis, porque neles o processamento de gráficos e som consome grande parte da vida útil da bateria.

Garimpagem da realidade. A partir de dados recolhidos pelos sensores dos telefones celulares, Sandy Pentland, professora do MIT, se propôs entender mais profundamente o comportamento humano e a maneira de se relacionar das pessoas. Em uma experiência realizada com cem estudantes do MIT, Pentland foi capaz de determinar o dia, a hora e o lugar em que cada um deles se encontraria com algum membro de sua rede social.

Mesmo que os modelos gerados mediante a análise de comportamentos de indivíduos e grupos proponham problemas ligados à privacidade, sem dúvida gerarão benefícios se forem empregados para o monitoramento da saúde da população: alertar sobre possíveis epidemias, por exemplo.

Aplicações web *off-line*. Graças ao trabalho de uma equipe liderada por Kevin Lynch, a Adobe Systems lançou o Adobe Integrated Runtime (AIR), ferramenta para desenvolver aplicações web capazes de serem executadas no computador do usuário. Uma vez que o sistema –baseado em HTML e Flash– também poderá interagir com servidores web, combinará as vantagens das aplicações *on-line* e *off-line*.

Transistores de grafeno. Uma nova forma de carbono, desenvolvida pelo professor de física Walter de Heer, do Georgia Tech, permitirá que os processadores dos computadores sejam mais compactos e velozes. Os atuais, cujo componente principal é o silício (que age como semicondutor), só podem realizar certo número de operações por segundo sem superaquecer. Ao contrário, o novo material –lâminas de grafeno com a espessura de um átomo– oferece escassa resistência à passagem dos elétrons, razão pela qual gera pouco calor, mesmo a altíssima velocidade de operação. Diferentemente do silício, que perde suas propriedades eletrônicas quando é dividido em peças menores do que dez nanômetros, o comportamento físico básico do grafeno não se modifica em peças do tamanho de um nanômetro. Portanto, também seria útil se aplicado às comunicações e às tecnologias de geração de imagens, que demandam transistores ultra-rápidos.

Nanorrádio. Desde 1955, quando a RCA lançou no mercado seus modelos de rádio de bolso a transistor, uma das metas da indústria tem sido reduzir o tamanho deles. O físico Alex Zetti, com seus colegas da University of California, em Berkeley, trabalhou nesse sentido: o coração de seu minúsculo aparelho é um nanotubo de carbono que pode receber sinais de rádio e amplificá-los.

Zetti estima que o nanorrádio poderia ser fabricado em série muito em breve e utilizado com grandes benefícios de economia de energia em diversos dispositivos sem fio: desde telefones celulares e sensores ambientais até equipamentos para diagnóstico e tratamento médico.

Energia sem fio. Há alguns anos, farto do som de seu telefone celular quando anunciava que a bateria estava a ponto de acabar, Marin Soljacic sonhou com um mundo em que a eletricidade fosse transmitida sem a necessidade de fios. E começou a pesquisar isso, até que se lembrou do clássico exemplo de um conjunto de taças de cristal, cada uma com um nível de líquido, de tal modo que vibram a uma freqüência de som diferente. Professor de física do MIT, Soljacic não desconhecia o fenômeno do acoplamento ressonante: dois objetos afinados à mesma freqüência trocam energia, mas não o fazem com outros. Daí nasceu a idéia de uma instalação muito simples, que carrega, sem fio, uma lâmpada de 60 watts. Soljacic e um grupo de estudantes construíram duas bobinas ressonantes de cobre e as penduraram no teto de uma casa, a 2 metros de distância uma da outra. Ao conectar uma bobina à fonte de energia na parede, o fluxo de corrente alternada gerou um campo magnético. A segunda bobina, afinada na mesma freqüência e conectada com a lâmpada, ressonou com o campo magnético e gerou energia suficiente para acender a lâmpada, ainda que houvesse uma divisória entre as duas.

A tecnologia, que pode converter fios e cabos em coisa do passado, já despertou o interesse da indústria automobilística e de empresas que fabricam produtos eletrônicos de consumo de massa.

Um dos grupos de pesquisa mais produtivos é o dos robôs pessoais, dedicado à incorporação de tecnologias de automação a objetos do cotidiano (de lâmpadas a peças de vestuário) e ao desenvolvimento de "robôs sociais". Leonardo, por exemplo, é um brinquedo animado parecido com um esquilo de orelhas grandes, capaz de fazer 32 gestos faciais (daí sua expressividade "quase humana", segundo seus criadores). Outro projeto interessante é o Huggable (em português, "abraçável"), urso com sensores na pele, idealizado para atuar como dispositivo de monitoramento médico (transmitiria constantemente para as enfermeiras dados sobre o estado das crianças internadas em hospitais). E na lista também constam os robôs MDS (móvel, destro, social), autômatos de aparência humana que, graças a suas capacidades de movimento e comunicação, têm aplicações potenciais em educação e em cuidados com a saúde.

O Media Lab foi, sem dúvida, a grande sementeira das inovações que impulsionaram a chamada "revolução digital" nos anos 90. Atualmente, porém, seus esforços estão orientados para outra direção: colocar a tecnologia a serviço das pessoas com capacidades físicas e mentais reduzidas. Um exemplo de seu trabalho é a prótese de pé e tornozelo que permite um andar natural –ela gera um leve impulso para frente e evita que o usuário manque.

Outro exemplo é o grupo de neuroengenharia, que se dedica ao estudo dos circuitos cerebrais, guiado pelo objetivo de desenvolver tecnologias para compensar deficiências como as produzidas pelo mal de Parkinson ou o de Alzheimer. O grupo de "computação afetiva" se aproxima dos indivíduos com problemas graves de comunicação e isolamento, como os autistas, e está desenhando técnicas baseadas na análise de sinais fisiológicos relacionados à emoção. A plataforma de biossensores sem fio facilmente integráveis a dispositivos eletrônicos de uso corrente, como os telefones celulares, teria aplicações no monitoramento de pacientes ambulatoriais e idosos.

Além da diversidade de disciplinas, outra característica inconfundível do Media Lab tem sido a criatividade. Tanto que também tem equipes trabalhando em comunicação viral, com Andrew Lippman à frente; em programas de computação que podem converter desenhos em composições musicais; em um inovador *software* para aprendizado; em brinquedos educativos inteligentes; e, acredite se quiser, até existe um grupo denominado "A Ópera do Futuro".

Presidido por Frank Moss desde 2006, o Media Lab tem orçamento anual de US$ 30 milhões, dividido em 30 grupos de pesquisa. O financiamento provém, em sua maior parte, do aporte de cerca de 60 patrocinadores, entre os quais se destacam grandes corporações.

Caltech

O California Institute of Technology, mais conhecido como Caltech, tem um recorde difícil de igualar: soma 32 prêmios Nobel entre seus estudantes, professores e pesquisadores (o primeiro, em 1923, foi outorgado ao físico Robert Millikan).

Com forte ênfase nas ciências exatas e naturais, os projetos do Caltech tentam decifrar desde os enigmas do espaço até as profundezas da Terra. A divisão de geologia e ciências planetárias, por exemplo, é líder em estudos sobre terremotos. E foram seus pesquisadores que fizeram os primeiros cálculos confiáveis sobre a idade do planeta e da Lua.

Outro grupo de especialistas opera o Jet Propulsion Laboratory (JPL), o centro da Nasa (a agência aeroespacial norte-americana) responsável pelas missões não tripuladas, a cujos computadores chegam os dados e imagens transmitidos por várias sondas espaciais: a Phoenix, encarregada de explorar a superfície de Marte em busca de água; a Cassini, destinada a orbitar ao redor de Saturno, esquadrinhando o planeta e suas luas; e as Voyager, que chegaram aos confins do sistema solar, entre outras.

Além disso, o Caltech gerencia nove observatórios: os maiores são o de Monte Palomar, onde funcionam cinco telescópios utilizados em pesquisas astronômicas, e o Chajnantor, localizado a 5.080 metros de altitude nos Andes chilenos, dedicado ao estudo das microondas cósmicas. Em breve, deve estar concluído um telescópio de 30 metros de diâmetro, empreendimento conjunto com a University of California e a Association of Canadian Universities for Research in Astronomy.

Outro trabalho conjunto é o que o Caltech assumiu com pesquisadores do MIT: o projeto e a administração do Ligo (sigla de Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), laboratório especializado em detectar ondas cósmicas gravitacionais, ou seja, aquelas produzidas por fenômenos violentos no Universo, como o choque de dois buracos negros.

Fundado em 1891 pelo empresário e político Amos Throop, em Pasadena, Califórnia, o instituto teve sua orientação científica definida pelo astrônomo George Hale, que era diretor do observatório Mount Wilson. Em 1907, Hale se uniu às fileiras do Caltech, de onde impulsionou um ambicioso centro de pesquisas em ciências e tecnologias, depois de convocar destacados especialistas da época para que encabeçassem os departamentos de engenharia e ciência aplicada, física, matemática e astronomia, química e engenharia química, geologia, humanidades, ciências sociais e biologia.

Com mais de mil professores e pesquisadores, o Caltech é reconhecido pela originalidade de suas inovações. Entre as mais recentes está um novo método para criar "metais líquidos". Fortes, resistentes e dúcteis, sua principal aplicação será em estruturas que

incluam titânio –muito comum na indústria aeroespacial, uma vez que, devido a sua baixa densidade, reduz o peso das aeronaves e, conseqüentemente, o consumo de combustível.

Outro tema de interesse na instituição são as máquinas "infinitesimais", produto da nanociência. Na verdade, o Caltech selou uma aliança com o Laboratório de Eletrônica e Tecnologia da Informação de Grenoble, na França, um dos centros de pesquisa em microeletrônica mais avançados do mundo. Diferentemente da maioria dos estudos sobre o tema, que se concentram nos componentes isolados e nos efeitos físicos individuais em escala nanométrica, o objetivo está focado nos sistemas complexos.

Mais ligadas ao corpo humano são as investigações sobre as regiões do cérebro responsáveis pelos movimentos voluntários; elas tendem a desenvolver próteses neuronais

E as usinas brasileiras?

Uma borracha reprocessável de alto desempenho, que poderá ser utilizada na fabricação de pneus ecológicos, é um novo material nanoestruturado desenvolvido no Brasil, combinação de látex com argila, com elasticidade mais controlável, maior resistência a esforço e possibilidade de reciclagem bem maior. Pode ser a solução para os cerca de 1 bilhão de pneus descartados todo ano no mundo, que criam grande problema ambiental. Essa inovação vem do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e foi apresentada na 59ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em 2007, por Fernando Gallembeck, professor do instituto.

Quem pensa que não existem usinas do futuro no Brasil se engana. A Unicamp é uma delas, líder de registro de patentes, com cerca de 50 solicitações por ano. Em 2000, todo o pólo tecnológico de Campinas liderado pela Unicamp foi incluído na lista dos 46 *technology hubs* mundiais de excelência reconhecida pela revista *Wired*. É um pólo de biotecnologia e também de telecomunicações e tecnologia da informação. Talvez não faça experimentos futuristas da dimensão dos desenvolvidos no MIT, mas certamente gera os "aumentos radicais de eficiência" que o especialista Peter Schwartz considera extremamente necessários e oportunos *(veja entrevista de Schwartz, na página 94)*.

Há muitas usinas do futuro brasileiras, ainda que algumas mais atuantes e outras menos: agências de inovação de universidades públicas –como as da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal de Minas Gerais; 350 incubadoras de empresas –como o Cietec, a segunda maior incubadora do mundo, que trabalha muito com o que chama de "tecnologias portadoras de futuro", como biotecnologia, nanotecnologia e telemedicina; 40 parques tecnológicos –não sustentados apenas por governos, mas também por instituições como a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, onde funciona o Tecnopuc, e não concentrados apenas no Sul, como mostra o Porto Digital, no Recife, ligado à Universidade Federal de Pernambuco.

Além disso, já temos alguma facilidade para imaginar o futuro em certo número de áreas. O Programa Brasileiro de Observação da Terra, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), foi considerado recentemente pela revista *Nature* como "invejado pelo mundo", como lembra o professor Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor-científico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), em entrevista nesta edição *(veja página 34)*. Em São José dos Campos, no interior paulista, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e o Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA) ajudam o Brasil nos avanços da indústria aeroespacial. O *campus* da USP em São Carlos, também no interior paulista, é fortíssimo em fotônica e telecomunicações, e o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), na mineira Santa Rita do Sapucaí, em telecomunicações.

Isso sem mencionar os setores agropecuário e ambiental, tidos como cruciais para o planeta neste milênio, em que contamos com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com grande número de pesquisadores experientes nas áreas de recursos genéticos, biotecnologia, nanotecnologia, agroenergia etc. A Embrapa é competitiva em termos mundiais, como destaca o especialista Vicente Falconi em sua entrevista nesta edição *(veja página 20)* –e tão importante, segundo ele, que deveria ser blindada contra qualquer influência política.

Tirando o atraso

Boa parte dessa estrutura foi criada do ano 2000 para cá; o Brasil ainda está tirando o atraso nessa área de inovações para o futuro. Mas, ao menos aparentemente, acordou de vez para o assunto. Por exemplo, este ano, o Prêmio Finep de Inovação, da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), ganhou maior abrangência e distribuirá recursos de R$ 500 mil a R$ 10 milhões aos inovadores vencedores em seis categorias.

Outro exemplo é a nova política industrial do governo federal, lançada em maio último, que prevê renúncia fiscal de R$ 21,4 bilhões para estimular o investimento de empresas de 25 setores da economia entre 2008 e 2010, tais como tecnologias da informação e comunicação, energia nuclear, complexo industrial de defesa, nanotecnologia, biotecnologia, biocombustíveis, plásticos e complexo aeronáutico. A política inclui um pacote específico de apoio à inovação e, a grande novidade, tem metas específicas.

Culturalmente, o cenário também está melhorando: vem se construindo no Brasil ambiente propício à inovação, como comprova a existência de uma pesquisa específica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para mensurá-la –a Pintec– e de uma entidade sem fins lucrativos para promovê-la –a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), entre outros indicadores.

Com mais de mil professores e pesquisadores, o Caltech é reconhecido pela originalidade de suas inovações

que serviriam de interface entre os sinais do cérebro e os membros artificiais, a fim de poder controlá-los com o pensamento. Uma equipe de bioengenheiros, por sua vez, está a cargo dos estudos sobre o "tecido transparente". Partindo da análise da dispersão das partículas de luz no organismo, idealizaram uma técnica para o diagnóstico e tratamento de doenças que se baseia em diminuir a "opacidade" do corpo para que se possa ver através dele.

Desde sua fundação, o Caltech se posicionou na vanguarda da tecnologia e da ciência. E nesse posto Jean-Lou Chameau, que se tornou seu presidente em 2006, quer mantê-lo, alinhado com a missão que guiou seus predecessores durante mais de um século: melhorar a experiência humana e incentivar a pesquisa.

Rocky Mountain Institute

Há anos, Amory Lovins repete a mesma coisa e se pergunta sobre que parte de seu discurso não é entendida. Ele diz: "Imagine um mundo de cidades serenas, com veículos silenciosos que funcionam a vapor d'água. Nesse mundo, o preço do barril de petróleo caiu a US$ 5 porque alternativas energéticas, mais eficientes e baratas, tomaram o lugar dos combustíveis fósseis. Os países industrializados reduziram o uso dos recursos naturais em 80%. Os níveis de carbono na atmosfera diminuíram de maneira notável. E os efluentes das fábricas são mais limpos que a água que chega até elas. Com a tecnologia disponível atualmente, tudo isso é possível".

Durante décadas, por sua própria conta e por meio do Rocky Mountain Institute (RMI) –uma usina do futuro muito particular, fundada por ele em 1982 para dedicar-se à pesquisa aplicada de energia e à promoção do uso eficiente dos recursos em áreas relacionadas ao clima, à água, ao transporte e à construção–, Lovins pregou a empresários e governos os benefícios de uma economia mais "limpa" e sustentável.

Em 1999, anunciou, no título de seu livro, *Capitalismo Natural* (ed. Cultrix), a possibilidade de um mundo melhor, com base na premissa de que os problemas ambientais são, na verdade, oportunidades de negócios lucrativas. Só seria necessário mudar as práticas empresariais para aproveitá-las, explicou Lovins. Um exemplo? Empregar esquemas de produção inspirados na biologia, aumentar a produtividade dos recursos, substituir o modelo de negócio de venda de bens pelo de "fluxo de serviços" (em vez de vender lâmpadas, vender iluminação) e reinvestir o capital natural.

Enquanto o mundo parece preocupado em obter mais energia a qualquer preço, Lovins faz a pergunta inversa: "Para que queremos energia?". E argumenta: "Ninguém quer barris de óleo cru ou uns pedaços de carvão. O que as pessoas querem é comodidade, iluminação, mobilidade, pão assado. E para cada um desses usos finais deveríamos nos perguntar de quanta energia necessitamos, de que tipo e de que fonte, de tal modo que cumpra sua função da forma o mais barata possível, enfoque que denomino 'uso final/menor custo'. Se alguém se pergunta 'por quê?' em quantidade suficiente de vezes, como aconselhou Taiichi Ohno, o inventor do sistema de produção da Toyota, ele chegará à raiz do problema". E, segundo Lovins, o problema é, quase sempre, o projeto do modelo.

Apontado como "herói do meio ambiente" pela revista *Time* em 2007, Lovins e sua equipe de pesquisadores do RMI assessoram tanto organizações privadas como governos. Mas seus clientes preferidos são as empresas mesmo. "Queremos que as coisas sejam feitas e, para isso, exploramos a pressão corporativa que obriga a cortar custos e melhorar os resultados", explica ele.

O grupo supermercadista Wal-Mart é um exemplo que ele gosta de citar. A empresa trabalha com o RMI para reduzir suas emissões de gás carbônico na atmosfera. Planeja fazê-lo duplicando, em 2015, a eficiência do combustível de sua frota de 6,8 mil caminhões. Assim, economizará mais de US$ 300 milhões por ano. E também se comprometeu a cortar 30% da energia empregada nas lojas e a diminuir os resíduos sólidos em 25%.

Mesmo sabendo que a indústria automobilística é um setor de atividade difícil, Lovins se propôs virá-lo do avesso. Nos anos 90 inventou o *Hypercar*, automóvel híbrido de fibra de carbono, mais leve e resistente que o aço, barato e fácil de produzir. Tentou despertar o interesse dos gigantes de Detroit pelo projeto, mas eles não "viram" o negócio. "A

O RMI se divide em três: um se dedica à energia e ao uso de recursos naturais, outro ao transporte e o terceiro à construção

gasolina é barata", disseram. Em 1993, o líder do RMI teve de se consolar com o Prêmio Nissan por ter concebido um automóvel híbrido, supereficiente e ultraleve.

Sem desanimar, também especula que o Pentágono, o maior comprador de petróleo, dê início a uma revolução em matéria de tecnologias automotrizes eficientes, da mesma maneira que criou a internet, o GPS e os *microchips*. O organismo não está alheio às idéias de Lovins, que em 2004 destinou fundos para a publicação de seu estudo *Winning the Oil Endgame* [Vencendo o último estágio do jogo do petróleo], onde explica como "desmamar" os Estados Unidos da dependência do petróleo em menos de 50 anos.

No inverno, nas Montanhas Rochosas, em Colorado, as temperaturas chegam aos 30 graus abaixo de zero. Entretanto, na sede do RMI, que também é o lar de Lovins, frutifica uma plantação de espécies tropicais: goiabas, abacaxis, bananas. O edifício de pedra que emerge da terra, a 2 mil metros acima do nível do mar, é puro "ecodesenho" de 1983: gigantescos painéis solares, paredes curvas que servem como isolantes de ruídos e um sistema eficiente de uso da água. A fatura mensal do serviço de eletricidade nunca passa de US$ 5. E frio não faz: as bananas falam por si.

No setor público, a clientela do RMI inclui a Organização das Nações Unidas (ONU); os governos da Itália, Austrália, Canadá, Alemanha e Holanda; 18 estados, o Congresso e os departamentos de Energia e Defesa dos Estados Unidos. A outra metade das receitas provém da consultoria para empresas –Accenture, BP, Chevron, Coca-Coca, Dow, GM, Lockheed Martin, Monsanto, Rio Tinto e Royal Dutch/Shell, entre outras–, que o RMI atende a partir de suas três unidades de negócios.

Uma delas é dedicada à energia e ao uso de recursos naturais, outra ao transporte e a terceira à construção. Todas são unidas por um projeto maior: descobrir um sistema de energia baseado no hidrogênio, o elemento mais abundante do Universo, que não é tóxico, é renovável e tem maior capacidade do que outros combustíveis. Seu papel se mostrará crucial no novo esquema de infra-estrutura descentralizada, no qual a energia não será produzida em grandes usinas, mas em qualquer lugar onde deva ser usada, em pequena escala. Lovins é otimista: "Antes de ficarmos sem petróleo, o petróleo vai ficar sem clientes".

Santa Fe Institute

Em uma residência de estilo racionalista, inspirada nas casas típicas de adobe da pitoresca cidade de Santa Fé, capital do estado do Novo México, no sudoeste dos Estados Unidos, um grupo de pesquisadores elabora as teorias mais audaciosas sobre a origem e o funcionamento de quase qualquer coisa: os seres vivos, a economia, a linguagem, as epidemias, as cidades, o terrorismo, o cosmos. E não fazem objeção em escrever complexas fórmulas matemáticas nos vidros das janelas panorâmicas. Trata-se do Santa Fe Institute (SFI), um *think tank* focado no estudo dos sistemas adaptativos complexos, cujo enfoque interdisciplinar rompeu com os preconceitos a respeito da impossibilidade de trabalho em equipe entre especialistas de áreas diferentes. Os frutos de seu extenso trabalho, porém, não são palpáveis. "Somos uma instituição independente, privada e sem fins lucrativos", diz o físico Geoffrey West, presidente do SFI desde 2005. "O que oferecemos ao mundo é uma maneira de pensar."

A pesquisa básica, assim como a exploração de áreas como a neurociência computacional (simulação de redes neuronais reais) e a computação biológica (desenho de modelos moleculares por computador), também faz parte dos campos de estudo fundamentais no SFI, mas sempre a serviço do objetivo principal: os sistemas complexos. Falando de outra forma, os cientistas tratam de detectar e entender os padrões emergentes da interação, supostamente aleatória, dos seres individuais (plantas, animais, pessoas, vírus, empresas) e sua posterior adaptação para criar sistemas complexos como bosques ou cidades.

Existem leis universais que governam a vida e podem ser expressas em fórmulas matemáticas? Que papel cumprem certos atributos do homem –o altruísmo, por exemplo–, ignorados por ciências como a economia, na evolução das instituições sociais? Por que os seres humanos vivem em torno de 100 anos e não alguns meses ou vários séculos? É possível conceber uma teoria integrada e includente que unifique o envelhecimento

O Santa Fe Institute se destaca pelo enfoque interdisciplinar, que rompeu com muitos preconceitos

das rochas, do planeta, do sistema solar e do cosmos com o envelhecimento dos aviões, das pontes, das cidades, das sociedades e dos organismos biológicos? Essas são algumas das perguntas que, atualmente, são propostas no SFI.

Criado em 1984 por um grupo de pesquisadores de diferentes áreas da ciência –a maioria proveniente do Los Alamos National Laboratory–, tem entre seus fundadores três prêmios Nobel: Murray Gell-Mann, Nobel de Física de 1969 (descobriu os *quarks*); Kenneth Arrow, Nobel de Economia de 1972; e Philip Anderson, Nobel de Física de 1977. Quem reuniu a equipe foi o físico-químico George Cowan, um dos maiores especialistas mundiais em armas nucleares. Todos eles continuam trabalhando no instituto, ao lado de 35 pesquisadores residentes –e são mais de 80 dispersos pelo mundo.

Geoffrey West, o "rei dos sistemas complexos", como o chamou Gell-Mann por sua contribuição a um dos descobrimentos fundamentais da instituição, é outra das mentes brilhantes do SFI. Eleito pela revista *Time* em 2006 como uma das cem personalidades mais influentes do mundo, ainda estava no laboratório de Los Alamos quando os biólogos Jim Brown e Brian Enquist o convocaram, há mais de dez anos, para que colaborasse em um estudo sobre a variação das características dos seres vivos segundo seu peso corporal. Brown e Enquist tinham detectado constantes na escala biológica.

A principal? Que o coração de todos os grupos de mamíferos, desde um diminuto rato até o enorme elefante, bate quantidade igual de vezes ao longo de suas vidas: em torno de 1,5 bilhão. Mas por que um elefante vive mais do que um rato? A fim de quantificar os atributos comuns com um modelo matemático, West concluiu que a longevidade do elefante se deve ao fato de seu coração bater mais lentamente e, portanto, consumir menos energia. Ou seja, a relação entre o ritmo do metabolismo (a velocidade de consumo de energia) e a massa corporal determina o tempo de vida.

O estudo dos modelos complexos da natureza, por sua vez, serviu para que os pesquisadores desenhassem e aprendessem mais sobre os sistemas sociais, outro grande foco de análise do SFI. O mercado de ações, por exemplo, é um sistema complexo que imita o comportamento de um cardume, outro sistema complexo. Assim, os peixes podem nos ensinar muito sobre o funcionamento das bolsas de valores. No mesmo sentido, do estudo dos "insetos sociais" (formigas e abelhas) pode-se aprender como operam os exércitos e grupos terroristas.

Atualmente West está imerso na busca de relações similares às estudadas nos mamíferos em organizações sociais como cidades e empresas. Ele descobriu, por exemplo, que a inovação é essencial para a sobrevivência desses sistemas. As cidades seriam como um grande organismo vivo, mas, diferentemente do que ocorre no reino animal, tornam-se hiperativas e consomem mais energia conforme crescem, o que só pode ser remediado com uma inovação contínua e eficiente, cada vez mais acelerada, para evitar o colapso.

Outra hipótese ainda mais radical é a que investiga uma equipe de arqueólogos, antropólogos, geneticistas e físicos, e que implica o rastreamento de certas raízes de palavras até encontrar o que procuram: uma "protolinguagem" universal. Quando comprovarem a validade dessa teoria, esperam poder reconstruir as culturas originais. Um projeto nada modesto, com orçamento anual de cerca de US$ 8 milhões.

Foco nos pesquisadores

Sem outra certeza além do ponto de partida, mas com ampla disposição para abraçar o incerto e para tentar uma, dez ou mil vezes até obter o resultado desejado, pesquisadores de diferentes áreas da ciência estão gerando desenvolvimento e tecnologia que, cedo ou tarde, as empresas aplicarão. Vale a pena prestar atenção a seu trabalho. ●

A reportagem é da redação de **HSM Management**.