

Nanotecnologia e Desenvolvimento

Oswaldo Luiz Alves

Laboratório de Química do Estado Sólido
Instituto de Química, UNICAMP, CP 6154, Campinas, SP, Brasil
lqes@iqm.unicamp.br

1. Os “dez mais” usos da nanotecnologia.

No mês de abril de 2005, o site BBC News [1] veiculou artigo denominado “*Nanotech Promise for Global Poor*”, no qual destaca resultado de um painel realizado com 63 especialistas mundiais, que identificaram para o *JCB - Canadian Joint Centre for Bioethics* [2], as áreas mais promissoras da Nanotecnologia. No painel, uma das áreas que poderá sofrer um grande impacto da Nanotecnologia é a agricultura.

Na verdade, tal resultado leva-nos a uma questão de fundo, ligada à potencial influência da Nanotecnologia sobre o desenvolvimento, sobretudo dos países em vias de ou em desenvolvimento. Diversas são as opiniões sobre a apropriação e utilização da nanotecnologia por países com o status apontado. Em artigo publicado na revista **Parcerias Estratégicas**, em 2004 [3], chamávamos atenção para esses pontos, fazendo, sobretudo, referência especialmente às oportunidades que a nanotecnologia poderia aportar aos países em desenvolvimento, entre eles, o Brasil.

Os autores do painel mencionado foram além: propuseram o primeiro *ranking* das nanotecnologias e nanociências (N&N), considerando uma perspectiva para países em desenvolvimento. Segundo o Dr. Peter Singer, Diretor do JCB da Universidade de Toronto, “o desenvolvimento econômico e o consumo de energia estão infalivelmente ligados”.

Apresentamos abaixo os “dez mais” usos da nanotecnologia, apontados pelo estudo do JCB.

“Os dez Mais” Usos da Nanotecnologia

1. Armazenamento, produção e conversão de energia.
2. Incremento da produtividade da agricultura.
3. Tratamento de água e remediação ambiental.
4. Diagnóstico e *screening* de doenças.
5. Sistemas de “entrega de drogas” (drug delivery).
6. Processamento e armazenamento de alimentos.
7. Poluição do ar e remediação.
8. Construção.
9. Monitoramento da saúde.
10. Vetores, detecção e controle de pragas.

Uma análise, mesmo que rápida, dos “dez mais” usos, evidencia um alto recobrimento dos itens elencados, com diferentes pontos das chamadas Políticas Públicas.

2. Nanotecnologia para o desenvolvimento.

Nunca é demais lembrar que a nanotecnologia está envolvida com a manipulação de átomos e moléculas, naquilo que chamamos de “nanoescala”, ou seja: um nanômetro é a bilionésima parte do metro, ou um milhão de vezes menor que o diâmetro da cabeça de um alfinete, ou 80.000 vezes menor que a espessura de um fio de cabelo, ou, ainda, numa representação numérica **0, 000 000 001 do metro** (10^{-9} m).

Hoje já se tem claro que, em tais dimensões, isto é, na nanoescala, é possível obter materiais, cujas propriedades não-usuais podem ser sintonizadas, a ponto de permitir que sejam construídos não só sistemas mais rápidos, mais luminosos, mais resistentes mais eficientes,... como, ainda, ter acesso a novas e diferentes classes de materiais, tais como nanotubos de carbono funcionalizados, derivados de fulerenos, nanopartículas, nanocompósitos, entre outros. Na rubrica ***Em Foco – Nanotecnologia***, do LQES website, pode ser encontrado um inventário bastante representativo destes avanços, repertoriados ano-a-ano, desde 2001 [4].

Dr. Singer enfatiza, ainda, um aspecto altamente significativo da nanotecnologia, dizendo que “se ela puder ajudar países em desenvolvimento ganhar auto-suficiência em energia, os benefícios do crescimento econômico tornar-se-ão muito mais acessíveis”.

Tais idéias apresentam forte aderência com os desafios lançados pelas Nações Unidas em seu documento “*Millenium Development Goals*” [5], que considera a perspectiva de que sejam resolvidos, até 2015, alguns dos problemas mais sérios que enfrentam os países em desenvolvimento.

Ainda, Dr. Singer, “a maioria das ondas tecnológicas podem vir a aumentar o *gap* existente entre os países pobres e os ricos, entretanto, o aporte da nanotecnologia pode representar uma chance para diminuir este *gap*”. Vai mais além, dizendo que “a aplicação focada da nanotecnologia tem enorme potencial para promover substanciais melhorias no padrão de vida das pessoas no mundo em desenvolvimento” e, finaliza: “Ciência e Tecnologia não são capazes, sozinhas, de uma maneira mágica, de resolver os problemas dos países em desenvolvimento, contudo são componentes críticos e fundamentais para o desenvolvimento”.

Atualmente já é possível surpreender a presença da nanotecnologia em suas múltiplas aplicações. Recentemente, abordamos tal aspecto no artigo: “**Nanotecnologia Cumprindo suas Promesas**” [6]. Não obstante, sempre é interessante mencionar - sobretudo quando se considera este contexto -, o fato que os materiais denominados nanoestruturados vêm sendo usados na construção de células solares de última geração, e também em células a combustível.

A nanotecnologia também vem sendo cogitada para a resolução do problema da estocagem do gás hidrogênio. Com relação a este ponto, admite-se que o adequado armazenamento do gás seria uma alternativa não só importante, mas também limpa, para países que não possuem reservas de combustíveis fósseis não-renováveis, ou ainda, para aqueles mais bem

aquinhoodos mas que, todavia, precisam diversificar sua matriz energética. Várias alternativas para a questão da energia podem ser vistas em *Em Foco – Energia* [7].

Embora não muito comentadas, já existem aplicações da nanotecnologia voltadas para o desenvolvimento. Sua presença é notada na melhoria da fertilidade do solo e na produção de sementes, na fabricação de nanosensores, destinados ao monitoramento da saúde animal, na qualidade de sementes e, ainda, na remoção de contaminantes do solo, via utilização de nanopartículas magnéticas. Tratam-se todas de aplicações claramente identificáveis tanto com setores importantes quanto com problemas salientes do contexto brasileiro.

O estudo dá destaque aos *Lab-on-Chip* (Lab-num-chip), considerando que tais dispositivos poderiam ter um impacto significativo para as nações em desenvolvimento. Uma das grandes significâncias desta tecnologia está, sem dúvida, na possibilidade de realização de testes “laboratoriais” fazendo-se uso de apenas uma gota de sangue. No caso, os dispositivos utilizados caberiam num cartão plástico - de tamanho semelhante ao de um cartão de crédito -, contendo micro ou nano canais, nos quais seria possível separar e quantificar os componentes de interesse. Tais testes poderiam levar a diagnósticos médicos completos, análises para detecção de doenças infecciosas, a AIDS, entre elas, malária, dengue, febre amarela, etc., tudo em poucos minutos e a preços módicos. As possibilidades em questão estão associadas aos conhecimentos oriundos da área de microfluídica [8].

O terceiro ponto da lista do JCB requer um detalhamento. Que não seja por outros aspectos, mas pelo conhecimento dos dados críticos apresentados por Dr. Salamanca-Buentello, um dos líderes do estudo. Enfatiza ele que “um sexto da população mundial não tem acesso a suprimentos de água seguros” e, ainda, que “mais de um terço da população de áreas rurais na África, Ásia e América do Sul não tem água limpa e que 2 milhões de crianças morrem a cada ano devido a doenças relacionadas com a água”.

É neste cenário que poderão entrar as nanomembranas e as nanoargilas, as quais estão na base de sistemas de purificação, eliminação de toxinas e dessalinização de águas, com eficiência superior aos filtros convencionais antibacterianos e antivirais. Tais sistemas têm, ainda, uma vantagem adicional: são baratos e portáteis.

Outra alternativa importante no tratamento de água pode ser representada por filtros feitos com nanotubos de carbono, visto que a fabricação destes materiais já atingiu a escala de “produção em massa”.

3. Reconhecimento da importância da N&N pelos países em desenvolvimento.

Ressalte-se, aqui, que mesmo países em desenvolvimento, que não contam com elevados recursos financeiros para área, como os disponíveis nos Estados Unidos, Japão e Comunidade Européia, lançaram iniciativas nacionais em nanotecnologia. Dentre eles estão Índia, África do Sul, México, Tailândia, Filipinas, Chile e Argentina. O Brasil conta com quatro importantes Redes Cooperativas de Pesquisas em Nanociência e Nanotecnologia [9], além de três Institutos do Milênio, que também atuam na área.

Neste momento, o Ministério da Ciência e Tecnologia operacionaliza a rede BrasilNano [10], além de induzir, através de vários editais [11], projetos nesta área do conhecimento. Adicionalmente, mencione-se que se encontra em fase final um exercício Delphi, visando a

recolher subsídios para o lançamento de uma iniciativa nacional para a N&N, ainda em 2005.

Estudos realizados recentemente têm mostrado o enorme crescimento da China e da Índia em N&N, especialmente da primeira. A produção científica da China em nanotecnologia (1994-2004) já alcança a metade da produção dos Estados Unidos, é praticamente igual à do Japão e ultrapassa a da Alemanha e França [12]. Para finalizar, ainda mais um dado significativo sobre este país: depois do Japão e Estados Unidos, é a China quem mais tem patentado as aplicações em nanotecnologia [13].

4. Notas e Referências.

Nas referências e *links* a seguir podem ser obtidas informações adicionais e/ou complementares sobre os diferentes aspectos discutidos no texto.

[1] <http://news.bbc.co.uk/>.

[2] <http://www.utoronto.ca/jcb/home/main.htm>.

[3] Este número de **Parcerias Estratégicas** é totalmente devotado à Nanotecnologia e Nanociência. http://www1.cgee.org.br/arquivos/pe_18.pdf.

[4] http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/em_pauta/em_foco_nanotecnologia.html.

[5] <http://www.un.org/millenniumgoals/>.

[6] http://lqes.iqm.unicamp.br/images/pontos_vista_artigo_divulgacao33_1_nanotecnologia_promessas.pdf.

[7] http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/em_pauta/em_foco_energia.html.

[8] http://lqes.iqm.unicamp.br/institucional/vivencia_lqes/vivencia_lqes_biblioteca_mems.html.

[9] Apresentação das Redes Cooperativas de Pesquisas em Nanociência e Nanotecnologia. (Nanobiotecnologia) (NanoMat.) (NanoSemiMat.) (Renami) (2004).

[10] http://www.mct.gov.br/legis/portarias/641_2004.htm.

[11] Veja, por exemplo:

a) [EDITAL MCT/CNPq 012/2004 - Edital para apoio a atividades de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores em Nanotecnologia empreendidos em cooperação com empresas de base tecnológica \(8 de julho de 2004\).](#)

b) [EDITAL MCT/CNPq 013/2004 - Edital para apoio a atividades de pesquisa voltadas para o estudo de aspectos éticos ou impactos ambientais da nanotecnologia e nanobiotecnologia \(8 de julho de 2004\).](#)

c) CHAMADA PÚBLICA MCT/FINEP/Ação Transversal – Nanotecnologia – março de 2005 http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/acao_transversal/editais/Chamada_Publica_MCT_FINEP_Acao_Transversal_Nanotecnologia_03_2005.PDF.

d) [EDITAL MCT/CNPq 01/2005 – Institutos do Milênio – fevereiro de 2005.](#)

[12] Alves, O.L., “*Atividade Prospectiva em Nanotecnologia - Desenvolvimento Científico da Nanociência e Nanotecnologia nos Últimos 10 anos – (Janeiro 1994–Julho 2004)*”, CGEE, Campinas, SP, 2004.

[13] Galembeck, F. e Rippel, M.M., “*Atividade Prospectiva em Nanotecnologia – Nanotecnologia: Estratégias Institucionais e de Empresas*”, CGEE, Campinas, SP, 2004.