

Minatec CrossRoads'08 : micro e nanotecnologias a passos largos e de mãos dadas.

Oswaldo Luiz Alves

LQES- Laboratório de Química do Estado Sólido
Instituto de Química, UNICAMP
<http://lqes.iqm.unicamp.br>

O evento e o Minatec

Mesmo com a ausência da neve, as montanhas são impressionantes! Foi num cenário assim que se realizou, em Grenoble, França, o evento **Minatec CrossRoads'08**, tendo como premissa levantar e mostrar os diferentes caminhos das micro e nanotecnologias no mundo.

Organizado na forma de sessões plenárias, simpósios, apresentações de trabalhos e uma feira de exposição, a programação foi desenvolvida em cinco dias.

O evento foi realizado nas moderníssimas instalações do Minatec Innovation Center. Os números do Minatec são realmente impressionantes. Centro voltado para a Micro e Nanotechnology, conta com um orçamento de cerca de 320 milhões de euros/ano, mais de 11.000 metros quadrados de sala limpa e 5000 empregos. Dado seu forte relacionamento com o setor produtivo, tem em carteira cerca de 220 milhões de euros em contratos e parcerias industriais. Segundo **Jean-Charles Guibert**, seu atual Diretor, em 2007 o Minatec publicou 1360 trabalhos científicos, depositou 230 patentes (são 1000 patentes no total) e 200 contratos com empresas. Ainda segundo Guibert, as metas, alvos para 2008, são atingir 2000 publicações e 300 novas patentes. Um outro dado merece destaque: em Grenoble há cerca de 60.000 estudantes universitários, distribuídos em quatro universidades, sendo que cerca de 50% fazem cursos nas áreas de ciências e engenharia.



Vista das instalações do MINATEC em Grenoble, França.

Créditos OLA/LQES.

Conferências Plenárias: *high-lights*

As conferências plenárias, introduzidas por Jean-Charles Guibert, tiveram lugar no Auditório principal do Minatec, tendo sido proferidas pelos professores: **Hee Chul Lee**, presidente do Nanofab Center, Korea; **Ghavan Shahidi**, IBM Fellow, Diretor da Silicon Technology, TJ Watson Research Center, USA e **Mihail Roco**, Senior Advisor Nanotechnology, National Science Foundation, USA.

O Professor Lee em sua conferência “**Opportunities and Challenges to Nanotechnology in National Nanofab Center, Korea**” destacou o Plano Korea 2001, que permitiu ao país não só ingressar na área de nanotecnologia, mas também construir sua infra-estrutura de facilidades instrumentais e laboratoriais. Segundo ele, em 2007 a Coréia acumulava 1769 patentes e 2236 trabalhos científicos em nanotecnologia. Foram destacadas algumas dificuldades que, segundo o professor coreano, devem ser vencidas: falta de padrões, questões ligadas à ética e riscos, recursos limitados de capital de risco (*venture capital*), etc. Sublinhou, ainda, a importância da educação e a preparação de mão-de-obra, tendo sido enfático nesse momento: “... pesquisas de alto nível de criatividade são fundamentais”.



Professor Hee Chul Lee, Presidente do Nanofab Center, Coréia.
Créditos OLA/LQES.

Foram apresentados dados relacionados à infra-estrutura de pesquisa e tecnológica com que conta a Coréia para micro e nanotecnologias, sendo que as atividades estão concentradas no NCNT, em Pohang, onde está em construção, com parte já em operação. São cerca de 5100 metros quadrados de salas limpas (*clean rooms*), de classe 1-100.

Entre os principais resultados do programa coreano destacou os transistores de 5 nm, memórias não-voláteis para a próxima geração de computadores de 8 nm, memórias modificadas (Flash + 1T DRAM) e componentes CMOS de 180 nm. “Os MEMS Bio serão uma tecnologia-chave e altamente promissora”, concluiu o professor Lee.

Com o título “**New models for nanoelectronics development**”, o professor Shahidi apresentou, através de vídeo-conferência desde os Estados Unidos, informações sobre as características do TJ Watson Research Center: suas facilidades para pesquisa, conceitos e algumas metas da instituição. Apresentou também dados referentes à instalação de facilidades industriais para chips de 65, 45 e 22 nm. Com relação aos últimos, comentou o Professor Shahidi que “só valerão a pena se houver uma movimentação de 14,3 bilhões de dólares” (detalhes em Synopsis-EE Times, 30 de março de 2007). “Este nível de investimento somente é possível através de *joint process*: reunião de empresas que se juntam para fazer face a tal volume de recursos”, destacou.

Durante sua exposição, Shahidi destacou que “para se chegar e incrementar a qualidade dos transistores da IBM até 180 nm utilizou-se um *scaling tradicional*, ao passo que para se chegar aos de 32 nm, aí sim, tivemos um ganho vindo através da inovação”.

Um dos pontos que chamou a atenção diz respeito à importante capacidade analítica do Centro da IBM, baseada em modernas técnicas: RBS, AFM, STM, XPS, Auger, entre outras.

Fazendo coro às palavras do professor Lee, Shahidi também acentuou que “o desenvolvimento e aplicação da nanotecnologia dependem da criatividade”, aditando: “associada a uma excelente formação”.

Falando dos interesses da IBM ligados às pesquisas em desenvolvimento em seu Centro estariam as temáticas de *High k Metal Gate*, *Dual Silicide*, *ETSOI e FINFET*, *BEOL Metallization (copper grain structure)*, *Advanced air gap technology*, *Virtual patterning flow*, *3D technology*, *Nanodevices*, *Silicon enhanced* e *Chip-scale optical buffers*.

Apresentou um possível *roadmap* para 2007-2018 onde figuram chips com 25,8 bilhões de transistores em 450 mm²!

Finalizou sua conferência deixando uma pergunta no ar: “Como fazer chips com 10 bilhões de transistores por centímetro quadrado? Arriscou uma resposta: “Colaboração é a chave!”

A terceira Conferência Plenária - “**Challenges for Nanotechnology Development**” - foi proferida pelo professor Mihail Roco, da National Science Foundation, dos Estados Unidos. Destaque-se que Roco teve um papel importante na concepção da NNI (National Nanotechnology Initiative), programa de Nanotecnologia dos Estados Unidos, lançado oficialmente pelo Presidente Bill Clinton, em janeiro de 2000, no Caltech.



Professor Mihail Roco, Sênior Advisor Nanotechnology, NSF, Estados Unidos.

Créditos: OLA/LQES.

A conferência de Roco foi bastante abrangente e tratou de diferentes aspectos da nanotecnologia, alguns de forma aprofundada e outros como citações. Iniciou sua conferência dando uma definição ampla de nanotecnologia, na qual reforça aspectos como habilidade de controlar e reestruturar a matéria, aparecimento de novos fenômenos, propriedades e funções decorrentes da nanoescala. Comentou os modelos sintético e biológico natural (do individual para o coletivo) na obtenção dos “objetos” nanotecnológicos.

Traçou um panorama atual da tecnologia tendo considerado “2002 como caracterizado pelas nanoestruturas passivas; 2005, pelas nanoestruturas ativas; para 2015 perspectivou a presença de nanosistemas moleculares e para 2020 a convergência tecnológica como, por exemplo, a nanoescala nano-bio-info-cognitiva”. Para caracterizar os diferentes momentos valeu-se dos seguintes exemplos: nanoestruturas passivas: cosméticos; nanoestruturas ativas: nanobiotecnologia; sistemas de nanosistemas - nanorobótica, interfaces de máquinas cerebrais (*brain-machines interfaces*), agricultura; nanosistemas moleculares - engenharia neuromórfica, interfaces homem-máquina e, finalmente, tecnologias convergentes: híbridos nano-bio-info-médicos. Não deixou de salientar que em todas estas premissas os riscos mediatos e imediatos devem ser fruto de grande atenção.

Ainda se valendo de séries históricas recentes, comentou que no período 2001-2002 houve uma expansão nano de todas as disciplinas; em 2002-2003 ocorreram novos desenvolvimentos nano; 2003-2004 observou-se a presença da nano em vários campos da medicina e a nano presente em todos os países desenvolvidos; 2004-2005 entrada em

cena da mídia, do público e das organizações internacionais. Em 2007, novos *insights* ligados sobretudo às reservas naturais, água, alimentos, meio ambiente, energia e materiais.

Roco afirmou que em “2007 e 2008 a nanotecnologia tem sido vista como uma vantagem tecnológica, econômica e estratégica para as nações e para os grandes negócios”.

Outro ponto tratado na conferência foi a governança da nanotecnologia, quando foram, então, enumerados vários desafios que precisam ser superados: a necessidade de que governança seja precoce em termos educacionais, transformadora, inclusiva e colaborativa, visionária e que avance na direção do desenvolvimento responsável, foram alguns dos destaques.

Os desafios científicos da nanotecnologia também foram abordados por Roco. Neste aspecto, chamou atenção para as novas teorias para a nanoescala, processos fora do equilíbrio, *design* de novas moléculas com funcionalidades “engenheradas”, novas arquiteturas para a montagem de nanocomponentes e o caráter emergente dos nanosistemas.

Dentro da perspectiva do desenvolvimento da nanotecnologia, o pesquisador apontou vários pontos que merecem ser considerados: novas ferramentas, sejam elas instrumentais ou computacionais; uso dos fenômenos quânticos; automontagem em larga escala, o gap ciência *versus* comercialização, convergência, inferência e integração, criatividade individual.

Segundo Roco, “a população mundial em 2050 está estimada em 9-10 bilhões de habitantes, o que certamente levará a fortíssimos impactos sobre as reservas de água, alimentos, energia, mudanças ambientais, mudanças na sociedade e, até mesmo, a própria manutenção da paz”.

Ao finalizar, fez um longo inventário de temas perspectivando o desenvolvimento da nanotecnologia. Destacamos alguns deles: filtração de água, interfaces nanobio, nanoinformática, conversão de energia, substituição dos elétrons em informática, criação de sistemas controláveis, nanoneurocirurgia, biomateriais para reparo de nervos e tecidos, paredes porosas automontadas, células artificiais, estruturas 3D de superfícies (materiais poliméricos).

Observações e Comentários finais

Analisando as conferências plenárias - mormente no que diz respeito às suas principais mensagens - fica claro que a questão da educação, ou seja, da formação profissional para a área de nanotecnologia é de fundamental importância. Em nosso entendimento, tal educação não passa somente pelo nível da pós-graduação, que basicamente prepara recursos humanos para pesquisa, desenvolvimento e inovação; passa também pela mão-de-obra que fará as fábricas funcionarem, ou seja, técnicos de nível médio e trabalhadores

especializados. Em outras palavras: a nanotecnologia, segundo cremos, por sua própria natureza será o universo de profissionais muito bem educados e qualificados em todos os níveis.

Outro ponto que ficou evidente é a necessidade de ações concertadas envolvendo governo, iniciativa privada e academia e, especialmente, a articulação destes diferentes atores. Nas palestras de Lee e Roco este aspecto ficou bastante evidenciado, quando descreveram sistemas cooperativos de pesquisa com a participação de um grande número de atores (laboratórios universitários, institutos de pesquisa nacionais, agências de fomento e empresas). No caso da fala de Shahidi, em vários momentos foi colocada também a questão da colaboração não só com a academia, mas também entre empresas, como uma forma de superar mais rapidamente os “gargalos científicos e tecnológicos” de um lado, e para fazer face aos altíssimos investimentos requeridos para seus negócios, de outro. Em nossa avaliação, a colaboração pode avançar ainda mais, no que diz respeito às relações interempresariais e, em alguns casos, no limite, levar à construção de estruturas de fidelização na cadeia de fornecimento de insumos (produtos químicos altamente sofisticados), instrumentação científica/processo dedicada, podendo levar até mesmo a serviços de natureza ambiental (tratamento/remediação de efluentes).

Nas palestras, a questão da criatividade foi também reiterada, o que vem mostrar que tal atributo faz parte não só do ambiente da nanotecnologia, mas também do ambiente da inovação. Temos observado no cenário das nanotecnologias que empresas criativas estão crescendo e se agrupando em regiões específicas, fazendo com que tais lugares acabem concentrando um grande número de pessoas talentosas e criativas. Como sabemos, pessoas talentosas encorajam inovação e, por conseguinte, abrem portas para o crescimento econômico. Resumindo: o crescimento das regiões, acreditamos, nestes e em tempos futuros, estará indissociavelmente ligado à presença de pessoas talentosas, criativas e altamente educadas.

A fala de Roco enfatizou a necessidade de aumentarmos os esforços na direção da governança das tecnologias convergentes, aí incluída a nanotecnologia, no que concordamos plenamente. Temos neste particular um grande desafio que perpassa os governos nacionais e atinge dimensões globais. Em trabalho de 2007, publicado nos Anais da Academia de Ciências de Nova York, Roco coloca que os princípios da boa governança incluem a participação de todos os envolvidos ou afetados pelas novas tecnologias, transparência, participação responsável e efetiva estratégia de planejamento. Trata-se, efetivamente, de uma complexa agenda, que certamente leva a importantes desdobramentos sociais e econômicos.

Não temos dúvida de que nosso país está assumindo um papel cada vez mais relevante no cenário mundial, caracterizado por uma produção importante de petróleo, alimentos, biocombustíveis, matérias-primas provenientes da biomassa (sustentabilidade), minerais, entre outros, que nos coloca numa posição como nunca experimentamos. Em todas estas áreas e, em outras, certamente a apropriação, articulação e aplicação dos conhecimentos gerados pela nanotecnologia poderá não só potencializar nosso crescimento, mas também dar qualidade ao nosso desenvolvimento com seus desdobramentos para as políticas

públicas. Temos todos um estratégico, instigante e inadiável problema e uma grande tarefa pela frente!