

Pesquisa e definição de um Estudo Experimental em Nanociência e Nanotecnologia nos Principais Centros de Pesquisa e Definição de um Estudo Experimental em área a Ser definida.

Jorge Eduardo Langsch, M.Sc.
Bolsista de Iniciação Científica, CATE, CETEM

Carlos Peiter
Orientador, Eng°. Metalúrgico, D.Sc.

Resumo

A nanotecnologia e a nanociência são consideradas, atualmente, como um dos mais fascinantes avanços nas tradicionais áreas do conhecimento e constituem um dos principais focos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados

A nanotecnologia já encontra e deve vir a encontrar aplicações em praticamente todos os setores industriais e de serviços.

O Brasil dispõe da melhor base de recursos humanos e infra-estrutura no setor da América Latina. Físicos, químicos, engenheiros e biólogos brasileiros estão investigando com muita competência esse nano mundo que, com sua enorme potencialidade e grande impacto na qualidade de vida de nossa população, está começando a ser visível. O grande desafio é a transição do laboratório para o mercado dos materiais, processos e dispositivos pesquisados.

As aplicações atuais de nanotecnologia e as que estarão atingindo os mercados nos próximos anos são evolucionárias, mais do que revolucionárias, estando concentradas nas áreas de determinação de propriedades de materiais, produção química, manufatura de precisão e computação. Espera-se o aparecimento de aplicações revolucionárias, a médio e longo prazo

O governo nacional está consciente de que o fraco desenvolvimento do setor privado precisa ser melhorado e um conjunto de medidas foi criado para fazer frente a esse problema na última década. Uma das mais importantes é a Lei da Inovação, concebida no fim dos anos 1990.

Deve-se ainda acrescentar que, apesar dos dons e recursos naturais brasileiros e de sua propensão por criatividade e novas idéias, tornar-se uma economia natural do conhecimento bem sucedida não ocorrerá naturalmente. Isso dependerá fundamentalmente da habilidade brasileira de converter esses bens naturais em uma nova história nacional sobre inovação – a ser contada não só ao Brasil, mas também ao mundo – e capitalizar a promessa que essa narrativa oferece.

1. Introdução

Os termos nanociência e nanotecnologia se referem, respectivamente, ao estudo e às aplicações tecnológicas de objetos e dispositivos que tenham ao menos uma de suas dimensões físicas menores que, ou da ordem de, algumas dezenas de nanômetros. Nano (do grego: "anão") é um prefixo usado nas ciências para designar uma parte em um bilhão e, assim, um nanômetro (1 nm) corresponde a um bilionésimo de um metro. Parte da dificuldade em lidarmos com os novos conceitos decorrentes do avanço das nanociências e das nanotecnologias se deve à nossa pouca familiaridade com o mundo do muito pequeno, de escala atômica, ou seja, das dimensões nanométricas.

Para perceber o que isto significa, imagine-se uma praia com 1000 km de extensão e um grão de areia de 1 mm, este grão está para esta praia como um nanômetro está para o metro (um nanômetro = um milionésimo de milímetro).

Os fenômenos que ocorrem em escala nanométrica são muitas vezes surpreendentes e até inesperados, abrindo então um campo para pesquisas e aplicações que estavam restritas a alguns ramos da ciência, que já haviam avançado neste rumo, dentre eles o de semicondutores e da catálise. (1).

A grande motivação para o desenvolvimento de objetos e dispositivos nanométricos reside no fato de que novas e incomuns propriedades físicas e químicas – ausentes para o mesmo material quando do tamanho microscópico ou macroscópico – são observadas nessa nova escala. Por exemplo, uma amostra de um material metálico, ou seja, naturalmente condutor de eletricidade, pode se tornar isolante quando em dimensões nanométricas. Um objeto nanométrico pode ser mais duro do que outro, embora formado do mesmo material. Por sua vez, a cor de uma partícula de um dado material pode também variar com seu tamanho. Um material magnético pode deixar de se comportar como um ímã ao ser preparado sob forma de amostras nanométricas. Um material relativamente inerte do ponto de vista químico, como o ouro, pode se tornar bastante reativo quando transformado em nanopartículas. Enquanto a nanociência busca entender a razão para essa sutil mudança de comportamento dos materiais, a nanotecnologia busca se aproveitar destas novas propriedades que surgem na escala nanométrica para desenvolver produtos e dispositivos para vários diferentes tipos de aplicações tecnológicas (2).

Na verdade, a alteração das propriedades de um material ao atingir a escala nanométrica se deve à combinação de dois fatores: enquanto, por um lado, é em objetos com essas dimensões que os efeitos quânticos passam a se manifestar de maneira mais evidente, por outro, se observa que quanto menor for o tamanho da amostra, mais importantes se tornam os efeitos de superfície, pelo aumento da proporção entre sua área e seu volume (2).

2. Metodologia

O trabalho é fundamentado em uma pesquisa bibliográfica, visitas técnicas e na apresentação dos principais temas de pesquisa, levantados durante a realização de visitas técnicas, que visaram identificar o potencial da nanotecnologia para aplicações no setor minero-metalúrgico e na proteção ao meio ambiente. O resultado deste trabalho é apresentado com comentários e sugestões.

3. Trabalho Realizado

Basicamente a pesquisa bibliográfica abordou as propriedades dos materiais nanoestruturados e os possíveis problemas associados à nanotecnologia.

As visitas técnicas tiveram o objetivo de identificar novas oportunidades e conhecer os trabalhos desenvolvidos por outros pesquisadores. As visitas foram realizadas a Centros de Pesquisas e Universidades, que atuam em nanotecnologia. Desta forma, conseguiu-se também construir um cenário brasileiro na área de nanotecnologia

No item Discussão e Considerações Finais, os principais temas de pesquisa a serem avaliados pelo CETEM são mostrados, bem como uma sugestão para implantação de um Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Nanotecnologia para o CETEM são discutidos.

4. Pesquisa Bibliográfica

Conforme mencionado anteriormente, a pesquisa bibliográfica procurou mostrar as vantagens que os materiais nanoestruturados apresentam devido às suas propriedades, bem como os possíveis potenciais problemas associados à nanotecnologia

4.1 Propriedades dos Materiais Nanoestruturados

O domínio da nanotecnologia encontra-se compreendido entre 0,1 a 100 nm (desde dimensões atômicas até aproximadamente o comprimento de onda de luz visível), região onde as propriedades dos materiais são determinadas e podem ser controladas. Apesar da ciência dos átomos e moléculas simples, de um lado, e a ciência da matéria, desde a micro até a macro estrutura, do outro, já estarem bem estabelecidas e fundamentadas, a nanotecnologia ainda se encontra na sua fase inicial, pois há muito a ser compreendido sobre o comportamento dos materiais em nanoescala. Atualmente, apenas dispositivos e estruturas simples podem ser criados de maneira controlada e reprodutiva, como os nanotubos de carbono.

Na natureza, a força gravitacional e a força de atrito são as mais predominantes. Adicionalmente às forças naturais, encontram-se as forças “dominadas” pelo homem como a proveniente dos motores de combustão

interna ou as forças eletromotoras que impulsionam as máquinas elétricas. Essas forças são dominantes desde a escala macroscópica até dimensões de até cerca de um milímetro, permitindo a tecnologia industrial que hoje predomina no mundo (3).

À medida que as dimensões dos corpos diminuem, as forças de atrito, gravitacional e de combustão tornam-se de menor importância, enquanto novas forças, como por exemplo, a força eletrostática torna-se mais significativa. Em escala subatômica, a força de atração eletrostática entre dois prótons é cerca de 10^{36} vezes mais forte que a força gravitacional. A força gravitacional começa a dominar o universo dos corpos e partículas apenas quando uma quantidade significativa de matéria se faz presente e, em escala mais ampla, é a força dominante.

O outro aspecto relevante na alteração das propriedades dos nano objetos diz respeito aos chamados efeitos de superfície, devido ao aumento da razão entre o número de átomos que estão em sua superfície relativamente a aqueles dispersos por seu volume. É por essa razão que historicamente os catalisadores - materiais que podem acelerar certas reações químicas entre dois outros compostos devido ao fato de que sua superfície se apresenta como um meio adequado para favorecer a interação inicial entre eles - são normalmente empregados na forma de pequenas partículas dispersas no meio da reação: quanto maior a superfície específica do catalisador, ou seja, sua razão superfície/volume, maior será sua eficiência no processo de catálise.

Enquanto os efeitos de tamanho descrevem as propriedades físicas dos materiais nanoestruturados, os efeitos induzidos pelo aumento na área superficial desempenham um papel eminente em processos químicos, especialmente em catálise heterogênea

Por sua vez, o aumento na reatividade pode proporcionar um abaixamento na temperatura de processamento de certos materiais finamente dispersos de até algumas dezenas de graus centígrados reduzindo, portanto, gastos com energia, bem como possibilitando a moldagem a frio de muitos dos materiais tradicionais (3).

Assim, a nanotecnologia busca se aproveitar das novas propriedades que surgem nos materiais, quando em escala nanométrica, para, através do controle de tamanho e da forma dos nano objetos, conseguir a preparação de novos dispositivos com finalidades definidas.

4.2 Possíveis Problemas Associados à Nanotecnologia

Um dos possíveis problemas associados à nanotecnologia é a nanopoluição que é gerada por nanomateriais ou durante a confecção destes. Este tipo de poluição, formada por nanopartículas pode ser muito perigosa uma vez que essas nanopartículas podem flutuar facilmente pelo ar, sendo transportadas por grandes distâncias. Devido ao seu pequeno tamanho, os nanopoluentes podem entrar nas células de

animais e plantas. Como a maioria destes nanopoluentes não existe na natureza, as células provavelmente não terão os meios apropriados de lutar contra eles, podendo-se vir a ter danos ainda desconhecidos. Estes nanopoluentes poderiam se acumular na cadeia alimentar, como aconteceu com os metais pesados e o DDT (1).

A nanotoxicologia é responsável pela avaliação dos riscos envolvidos nos processos de síntese e na manipulação e descarte de materiais nanométricos. É bom que se enfatize que, atualmente, não existe no Brasil nenhuma legislação (regulamentação) sobre este assunto.

5. Visitas Técnicas

As visitas técnicas, previamente confirmadas com os pesquisadores a serem visitados, ocorreram nos seguintes locais

Rio de Janeiro: INT, PUC, COPPE e CENPES

São José dos Campos: INPE

São Paulo: USP e IPEN

Campinas: UNICAMP e SINCROTON

SSão Carlos: EMBRAPA e IFSC

Araraquara: UNESP

6. Discussão e Considerações Finais

Tendo em vista as discussões e os comentários efetuados pelos especialistas durante as visitas técnicas realizadas, suscitaram atenção pelas possíveis afinidades com as atividades desenvolvidas pelo CETEM, os seguintes temas de pesquisa:

Processo	Meio-Ambiente	Legal
1. Uso de filmes nanométricos para alteração das propriedades superficiais, visando aplicação no processo de flotação	1. Remediação de solos com nanopartículas de ferro ou titânio	1. Nanotoxicologia

Processo	Meio-Ambiente	Legal
2. Transporte facilitado de metais para purificação de soluções e metais (processo semelhante à troca iônica)	2. Remoção de contaminantes em efluentes	
3. Argilas Minerais	3. Sensores eletroquímicos	
4. Prospecção de argilas minerais nacionais para avaliação do potencial de utilização em nanotecnologia	para detecção de contaminantes em água	
5. Uso de argilas nacionais e minerais industriais na produção de nanocompósitos		
6. Modificação de vermiculitas com membranas poliméricas		
7. Produção de substratos (precursores) para produção de nanopartículas		

Considerando que a nanotecnologia é considerada uma área prioritária para o governo e para o MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia) e que faz parte do Plano Diretor do CETEM (Objetivo Estratégico I, Programa 5.1, Meta 13), é primordial que sejam definidas as metas e prioridades para esta nova atividade do Centro, bem como o seu programa de implantação.

A título de sugestão, o Programa de P&D em Nanotecnologia do CETEM deve seguir as seguintes etapas:

- i) Apresentação e discussão deste relatório
- ii) Organização e realização de seminários e workshops para o público interno.
- iii) Definição de prioridades face aos interesses e a capacitação CETEM.
- iv) Redação e divulgação do Programa Interno de Nanotecnologia do CETEM, com o respectivo detalhamento do Plano de Ação
- v) Execução do Plano de Ação.

Na etapa i), o presente relatório deverá ser discutido com a Diretoria e pesquisadores.

Na etapa ii), que pode ser iniciada imediatamente, pesquisadores externos são convidados para apresentar seus trabalhos na forma de seminários.

Na etapa iii), serão avaliados os temas de pesquisa julgados mais interessantes e verificada a capacitação interna disponível para apoiá-los. Sugere-se priorizar inicialmente somente os temas de pesquisa em que haja alguma capacitação interna disponível (expertise, capacidade laboratorial e infraestrutura para caracterização). Parcerias poderão se formar neste momento para suprir as deficiências internas. Algumas destas poderão surgir tendo em vista a Tabela 4 que apresenta os nomes e as respectivas áreas de atuação dos pesquisadores visitados, cujos trabalhos possuem interfaces comuns ao CETEM.

A etapa iv) destina-se a elaborar o referido Programa através do detalhamento do seu Plano de Ação e proposta orçamentária, definindo a atuação da instituição e de seus pesquisadores.

Espera-se que o próximo Planejamento Estratégico do CETEM (2010 - 2014) venha contemplar temas de nanotecnologia para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de mais longo prazo.

7. Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao CNPq pelo apoio financeiro na concessão da bolsa, ao doutor Carlos Peiter por sua orientação e ao CETEM como instituição de apoio.

8. Referências Bibliográficas

- (1) Nanotecnologia – Wikipédia, a enciclopédia livre – (06/06/2008).Disponível no site <http://wikipedia.org/wiki/Nanotecnologia>
- (2) Boletim Informativo [008/2004] Sociedade Brasileira de Física – SBPF, Texto informativo sobre nanotecnologia, solicitado pela Diretoria (por Celso Melo e Marcos Pimenta). Disponível no site <http://www.sbpf1.sbpfisica.org.br/boletim/lemensagem1.asp?msg=6>
- (3) Nanotecnologia – Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação / Nelson Duran, Luiz Henrique Caparelli Mattoso, Paulo Cezar de Moraes – São Paulo, Altiber Editora, (2006)