

XVIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP

O que é a Nanociência e Nanotecnologia?.

Julio César dos Santos, Alzira Cristina de Mello Stein- Barana. – Física da Matéria Condensada – Física - Departamento de Física – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus de Rio Claro.

Até o início do século XX os fenômenos naturais eram explicados por meio duas teorias de alcance extraordinário: a Mecânica de Newton e o Eletromagnetismo de Maxwell. A primeira estuda o movimento dos corpos, como a órbita de um cometa ou a trajetória de um pêndulo, enquanto que a segunda trata de fenômenos eletromagnéticos, tais como a luz ou ondas de rádio. A Mecânica e o Eletromagnetismo formam os principais pilares do que é conhecido como Física Clássica. Cria-se que essas duas teorias seriam capazes de explicar todos os fenômenos observados na natureza, restando apenas aos físicos aplicá-las corretamente cada vez que um novo fenômeno fosse descoberto.

No entanto, novos e estranhos fenômenos estavam começando a serem descobertos e careciam de explicação. Inicia-se com a observação da radiação de corpo negro que contou com os esforços de Wien e Rayleigh Jeans para seu entendimento. Planck revisou os trabalhos de Rayleigh e concluiu que seus cálculos estavam corretos, chegando à conclusão de que a física clássica não tinha como explicar esse fenômeno. Deste modo, Planck toma um rumo totalmente novo e nunca antes pensado, admitindo em seus cálculos que a emissão da radiação do corpo negro ocorria de forma discreta ou seja em pacotes de energia ($E = h \cdot f$).

O efeito fotoelétrico, outro fenômeno não explicado pela Física Clássica, contou com os trabalhos de Einstein que generalizando a idéia de Planck afirmou que não apenas a emissão era discreta mas que a própria radiação seria deste modo pela sua própria natureza. Einstein ainda retoma a idéia de que a luz não seria uma onda e propõe um caráter dual ou seja, a radiação eletromagnética ora se comporta como onda ora como partícula. Assim Einstein explica o efeito fotoelétrico de maneira simples e clara. Anos mais tarde a partícula de luz é batizada de fóton.

Vários outros cientistas estavam interessados em compreender como a matéria era composta e como eram estes "entes" que a compunham. Thomson sugeriu que os átomos seriam uma esfera pesada positiva com elétrons distribuídos ao acaso em seu interior com se fosse um "pudim de ameixas". Rutherford por meio de suas experiências com partículas alpha nota que o modelo de pudim de ameixas não condizia com a realidade observada e admite que as partículas alpha são espalhadas por cargas estacionárias puntiformes, dando origem ao modelo planetário.

Em 1913 Niels Bohr conseguiu o grande feito: ampliando o modelo atômico de Rutherford, manteve o pequeno núcleo do átomo e propôs a existência de elétrons descrevendo órbitas em torno do núcleo. Para o hidrogênio, propôs que o núcleo era constituído de um próton com um elétron orbital, onde o núcleo maciço representa o sol e o elétron negativo um planeta. Segundo tal modelo, o hidrogênio é um pequeno sistema solar com um só planeta, onde a atração gravitacional é a força eletrostática de duas partículas com cargas opostas.

Bohr postula ainda a existência de níveis discretos de energia no átomo de hidrogênio, o que é confirmado experimentalmente. Estabelece-se então a existência de grandezas físicas discretas em contraposição com a Física Clássica onde as grandezas podem assumir um contínuo de valores. Uma aplicação atual deste fato é por exemplo a obtenção de átomos artificiais com um canal MOSFET e um campo magnético; os elétrons do MOSFET ficam presos pela ação do campo magnético tendo assim a sua energia totalmente quantizada. Os níveis de energia em geral são convenientemente expressos em elétrons-volt (eV).

De Broglie amplia a hipótese de dualidade onda-partícula para além da radiação eletromagnética, sugerindo que a própria matéria apresenta esse comportamento. Para dar suporte à

sua idéia de Broglie sugere que se procure difratar elétrons , o que é observado experimentalmente anos mais tarde.

Com todas essas novas observações, idéias e conceitos que não eram explicados pela Física Clássica começa a ser construída uma nova teoria : Mecânica Quântica. Defendida por Bohr e questionada por Einstein, a formulação de Schrödinger conhecida como teoria ondulatória ,introduz o conceito de função de onda, interpretada por Bohr como onda de probabilidade .Essa formulação e outras que surgiram ao longo do tempo prevêm vários fenômenos que nunca foram vistos no mundo clássico: por exemplo ,o efeito túnel (um efeito quântico no qual partículas podem atravessar uma barreira de potencial mesmo não tendo energia suficiente para atravessá-la). À partir desse efeito foi possível o planejamento e construção do microscópio de varredura por tunelamento eletrônico (scanning tunneling microscope - STM) por Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, do laboratório da IBM em Zurique. A concepção do STM é bastante simples. Uma agulha extremamente fina, cuja ponta é constituída de alguns poucos átomos ou até mesmo de um único átomo "tateia" uma superfície sem tocá-la, afastada de pelo menos um nanômetro. Durante a varredura da agulha, elétrons tunelam da agulha para a superfície e com base nessa corrente de tunelamento constrói-se uma imagem extremamente ampliada da superfície . Dessa forma, pela primeira vez o relevo atômico da superfície de uma amostra pôde ser visto e investigado.

O STM deu origem a uma família de instrumentos de visualização e manipulação na escala atômica, coletivamente denominada micros sondas eletrônicas de varredura (scanning probe microscopes - SPM). Além da visualização nanométrica de uma superfície, os SPM permitem manipular átomos e moléculas, que podem se arrastados de um ponto e depositados em outro ponto previamente selecionado. Em um sentido figurado, os SPM podem operar como pinças capazes de manipular átomos e moléculas. Técnicas de litografia utilizando feixe eletrônico permitem recortar os filmes superpostos e dessa forma fabricar estruturas nanométricas nas três dimensões. O resultado são as chamadas caixas quânticas, ou pontos quânticos. Essas caixas quânticas apresentam fenômenos de natureza intrinsecamente quântica com enorme potencial de aplicação em nanotecnologia. Caixas quânticas podem também ser produzidas por processos de segregação de materiais distintos durante o crescimento epitaxial, por outras formas de crescimento ou até mesmo por métodos de síntese de materiais, em decorrência de auto-organização espontânea.

“Os princípios da Física não falam contra a possibilidade de manipular as coisas átomo por átomo”, esta frase foi o início da idéia do que hoje chamamos de nanociência e nanotecnologia, dita por Richard Feynman na sua palestra intitulada “There’s plenty of room at the bottom” (Há muito espaço lá em baixo).

A Nanotecnologia é a habilidade de construir materiais e produtos com precisão atômica, usando os conhecimentos obtidos com a Nanociência. Para construir esses novos materiais a Nanotecnologia usa a tecnologia que já foi em parte desenvolvida e utilizada na eletrônica como por exemplo semicondutores, diodos, transistores, MOSFET. Através dos MOSFET é possível a criação de átomos artificiais, barreiras e poços quânticos. Também é possível a criação de nanoestruturas, lasers de poços quânticos, fios quânticos e finalmente os pontos quânticos. Como as dimensões dessas estruturas são da ordem de 10 nanômetros , algumas propriedades físicas dos materiais utilizados na sua fabricação são completamente modificadas ,daí o grande interesse despertado por elas. Se a Nanociência consistisse apenas na criação de 'coisas pequenas,' em tudo semelhantes aos corpos macroscópicos, ela não teria uma importância tão acentuada.

Outro ponto importante é a interdisciplinaridade que a nanociência proporciona . Relacionada com a Biologia está surgindo a Bionanotecnologia que trabalha com a construção de biosensores para poluentes, a associação de nanoimãs com anticorpos para reconhecimento do tumores cancerígenos, exploração das cadeiras de DNA ,etc. Estes são alguns dos benefícios que futuramente poderemos usufruir como produtos do desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia. Na Computação, a computação quântica é o grande marco tão esperado, pois tudo indica que o computador quântico trabalhará centenas de vezes mais rápido do que os atuais computadores, revolucionando assim toda essa área do conhecimento e possibilitando novas descobertas e cálculos que com os atuais computadores seriam inviáveis. Na Ciência dos Materiais os nanotubos de carbono vêm fazendo uma revolução , permitindo o desenvolvimento de materiais mais resistentes e mais eficientes, bem como estruturas que consomem menos energia e várias outras utilidades. Materiais com tais propriedades

revolucionarão a indústria mecânica, especialmente a de veículos terrestres, aéreos e espaciais, que se tornarão muito mais duráveis, leves e eficientes no uso da energia de seu combustível.

A recente iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) criando redes nacionais de pesquisa em Nanociência e Nanotecnologia é um marco importante na história do desenvolvimento científico e tecnológico do país. Essa iniciativa é o ponto de partida para a inserção do Brasil numa área que está em explosão no mundo científico e tecnológico. A rede de nanotecnologia molecular e de interfaces (RENAMI) tem o propósito geral de estudar e desenvolver materiais nanoestruturados, interfaces e sistemas de nanotecnologia molecular, através da união de modelos teóricos e técnicas experimentais. Ela é o resultado da fusão de três redes originalmente nucleadas no Departamento de Química Fundamental da UFPE e na COPPE-RJ, no Instituto de Química da USP, e no Instituto de Macromoléculas da UFRJ. Finalmente listamos abaixo algumas empresas pelo mundo que investem e pesquisam em nanotecnologia, bem como a atividade desenvolvida.

Empresa	Atividade Relacionada
Nestlé (Suíça)	Apóia um grupo de estudo em nanotecnologia para a alimentação, há poucos detalhes disponíveis ao público.
Altria (Kraft Foods) (EUA)	Estabeleceu o primeiro laboratório de nanotecnologia da indústria de alimentação em 1999. Financia e patrocina a Nanoteck Consotium, que faz pesquisas em "bebidas inteligentes" e nano cápsulas.
Ajinomoto (Japão)	Sua pesquisa é voltada para uma melhor absorção e melhores sistemas de fabricação de alimentos .
Atofina (França)	Composto para alimentos, baseado em resina aromática de vinil, que contem um mineral laminado em forma de nanopartículas.
Pengcheng Vocational University (China)	Película plástica antibiótica para conservar alimentos frescos.
Gerold Lukowski, Jülich, Wolf-Dieter, Ulrike Lindenquist, Sabine Mundt.	Micro ou nano partículas de biomassa de organismos marinhos ricos em lipídios, úteis como agentes ativos para a farmácia, cosméticos ou como aditivos alimentícios.
Globoasia, Llc, Hanaver, Md	Nano partículas de prata que combatem fungos e bactérias (chamadas NAGs). Os NAGs tem um efeito duradouro sobre uma grande variedade de fungos e bactérias. Podem ser usados em uma grande variedade de produtos industriais e de cuidados com a saúde.
Lu Bingkun China	Processo de preparação de plásticos antibactérias para guardar alimentos e bebidas.

Referencias Bibliográficas.

-WHER,MR; RICHARD,J.A.; Natureza Atômica da Radiação, In: Física do Átomo. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1965. p.59-76.

-WHER,MR; RICHARD,J.A.;Os Modelos Atômicos, In: Física do Átomo. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1965. p.87-114.

-WHER,MR; RICHARD,J.A.;Ondas e Partículas, In: Física do Átomo. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1965. p.209-229.

Pró-Reitoria de Pesquisa

Alameda Santos, 647 – 16º andar – 01419-901 – São Paulo – SP
Fone: (11) 3252-0313 – Fax: (11) 3252-0544
<http://www.unesp.br/prope> - prope@reitoria.unesp.br

- TIPLER,P.A.; Física. 4ªed. Rio de Janeiro, Editora LTC, v.1. p.477-478
- EISBERG,R.; RESNICK,R.; Física Quântica. Rio de Janeiro, Editora Campos,1988.p.154-158
- Revista Brasileira de Ensino de Física, Materiais & Métodos. v.14, nº2,1992 p.64-66,69-71.
- http://www.on.br/revista_ed_anterior/janeiro_2004/conteudo/futuro/futuro.html 24/04/05 16:20
- <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano17.htm> 24/04/05 16:23
- <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/quimica/quim03.htm> 02/04/05 19:25
- http://www.janelanaweb.com/digitais/rui_rosa24.html 02/04/05 19:18
- <http://www.inovacaotecnologica.com.br> 07/05/05 13:45
- Scientific American, ano 1, junho de 2002, nº1, págs.34,35,36 e 37
- <http://www.inovacaotecnologica.com.br> 13/01/06 15:38
- ETC GROUP, La Invisión Invisible del Campo, novembro de 2004. p.58 a 64.
- KOUWENHOVEN,L.; MARCUS,C.,Quantun Dots, Physics World, junho de 1998, p.35 a 39.
- BRAUN,K.F.; RIEDER,K.H., Single-atom Manipulation Mechanisms During a Quantum Corral Construction, Janeiro de 2003, Physical Review, p. 67.