

# NANOTECNOLOGIA: O FUTURO EM MINIATURA

*ENTREVISTA COM O PROFESSOR DOUTOR ALDO JOSÉ GORGATTI ZARBIN*

## APRESENTAÇÃO

**A**ntes de chegar para a entrevista, deslizei por entre laboratórios de química em pleno funcionamento, escadarias que conduziam a compridos corredores, ora estreitos ora largos, e diversas salas de aula. Sentia-me como se perambulasse por uma película de ficção científica na expectativa de defrontar um cientista encavernado em elucubrações, rodeado de instrumentos ultra complexos, fórmulas escabrosas, escritas numa lousa e um cérebro faiscando interpretações inalcançáveis para o mastigar de um leigo. Quando bati à porta, o professor já estava à minha espera. Identifiquei-me: “-Gabinete do Professor Aldo Zarkin, eu presumo? Vim para a entrevista.” “-Sim, entre por favor. Já estava aguardando!” Com certo desajeito, tomei assento, liguei o computador e a prosa teve ocasião. Tratei-o por senhor. Ele refutou. Exigiu Você. Pedi que principiasse pela narrativa da carreira profissional como forma de conhecer a pessoa que estava diante de mim. Não franziu as sobrancelhas. Pelo contrário, a conversa fluíu e, em pouco tempo, a imagem do cientista enclausurado numa redoma de vidro se esmigalhou. Era fruto de minha imaginação. Quem sabe a influência do estereótipo deixado pelo escritor H G Wells. Muito mais do que um profissional altamente preparado, burilado pelos estudos esmerados, originários faz tantos anos, pronunciava-se pessoa de hábitos simples, diálogo franco, olhar reto e sorriso espontâneo. Ali não pairava somente um cientista, circunspecto, quase inacessível, mas alguém com profunda formação humana, paixão pelo seu mister e preocupação ética com o destino da humanidade. Não foi apenas do átomo e suas possibilidades que tomei saber. Antes porém, deparei-me com a literatura de Saramago, o cinema de Fellini, a poesia de Drummond, a música de Chico Buarque, a simplicidade de Matão do interior de São Paulo, o futebol do Palmeiras, o lazer do violão, a afabilidade dos que sentem prazer na amizade, entalhes que tanto fazem falta neste planeta de autômatos. De seres que correm sem bem se tomar a medida do motivo de sua pressa. De seres solitários em meio à multidão. Que maravilha! Saí com vontade de estudar Química, desvendar seus labirintos. Com vocês, o caro Professor Aldo José Gorgatti Zarkin.



Boa Leitura!



*Professor José da Silveira Filho*

### **(1) Painel Santa Cruz - O que é a Nanotecnologia?**

**Aldo José** - Antes de mais nada, é necessário esclarecer o que é a expressão nano. Ela procede do grego e significa excessiva pequenez ou anão. Para se ter noção, o micro é a milésima parte do milímetro, impossível de ser visto a olho nu. O nano é a milésima parte do micro. E não se trata apenas de uma medida ocasional, esta escala de tamanho permite a mudança de propriedade da matéria, que não se verifica em outra proporção. Neste intervalo, pois há outros ainda menores, podem-se viabilizar modificações como por exemplo alterar a cor do ouro, conhecido usualmente na cor amarela, para a cor roxa ou para verde ou azul. Seria, portanto, possível obter ouro de outra coloração, mas somente quando se trabalha a matéria nesta fração de extensão. É como se fosse um espaço em que as modificações das mais diversas ordens se tornassem viáveis de serem realizadas. O aço é conhecido pela sua maior resistência em relação ao ferro. Quando se opera na escala nano, pode-se obter um material muitíssimo mais resistente ou menos. E isto pode acontecer com qualquer material. Digamos obter uma cerâmica capaz de suportar 8 mil graus. Se a temperatura for para derreter o ferro a 1.200 e a cerâmica tolera 8 mil, este material não vai rachar e sua durabilidade será muito maior. A dimensão nano permitiu trabalhar as propriedades da matéria sob outra perspectiva inovadora por se conseguir manipular os átomos constituintes da matéria.

### **(2) Painel Santa Cruz - Quando começaram estes estudos?**

**Aldo José** – Normalmente é muito divulgado uma conferência ministrada pelo físico Richard Feynman em 1959, discutindo as possibilidades novas de se lidar com a matéria ao se interferir na organização dos átomos. Todavia discordo dessa datação. Quem realmente abriu esta cortina foi Michael Faraday, no século XIX, ao demonstrar as diferentes cores do ouro coloidal quando suas partículas eram muito pequenas. Nessa ocasião nasceu a nanotecnologia, embora sem ainda um nome de batismo. Somente com a evolução dos instrumentos, inclusive das gerações de microscópios eletrônicos, é que se consolidou a efetividade de manipular o átomo. Conforme os átomos são dispostos propositadamente no interior da matéria segundo um objetivo pré-determinado, as propriedades dela se alteram. O homem não cria leis diferentes da natureza. Ele simplesmente as aproveita em seu benefício. Arranjar os átomos altera as

propriedades da matéria. Somente que agora quem os arranja é o engenhoso bicho homem por terem sido atingidas as condições técnicas para tal proeza. Não é brincar de Deus. É apenas conhecer as leis da matéria.

### **(3) Painel Santa Cruz - Em que pé estão estas descobertas hoje?**

**Aldo José** – Atualmente não se consegue falar em Nanotecnologia no sentido de uma tecnologia específica de manipular algo em escala quase infinitesimal. É muito mais que isso. Trata-se de toda uma ciência que surgiu recentemente, capaz de tocar e interligar todos os campos do conhecimento em que certas técnicas de se chegar a esta escala de tamanho podem resultar em inúmeros artefatos novos. Desde a Medicina, a Engenharia de Novos Materiais, a Química e a Ecologia se tornaram alvo da aplicação das técnicas da Nanotecnologia para proporcionar inimagináveis horizontes. A própria Economia será contemplada. Você poderá ir a uma floricultura e comprar um vaso de plástico com durabilidade de décadas. O plástico resseca com o sol e chuva. Torna-se quebradiço. Com a Nanotecnologia se consegue alterar esta característica da matéria plástica de tal forma a torná-la altamente resistente ou mais facilmente degradável no meio ambiente. É melhor mencionar a Nanociência junto com a Nanotecnologia em que se comunicam a multidisciplinaridade e interdisciplinaridade. Nem a Ética vai escapar, dependendo da intenção do que se quer produzir.

A economia pode estar diante de outra revolução industrial dado a amplitude de produtos a formarem nova geração de mercadorias em que o valor agregado contará muito em paralelo com novas diferentes qualidades proporcionadas. É de causar muito otimismo a sua utilização para resolver uma diversidade de problemas para os quais as técnicas tradicionais descobertas e manipuladas à exaustão não oferecem mais nenhum caminho.

### **(4) Painel Santa Cruz - Quais benefícios traria para a humanidade no contexto atual de aproveitamento da energia e meio ambiente desequilibrado?**

**Aldo José** – O campo aqui se abre à múltiplas alternativas capazes de multiplicar a eficiência dos processos industriais e do uso da energia. Quando a energia elétrica é enviada a longas distâncias pelas redes de transmissão, grande parte da energia se perde na forma de calor ao transitar pelos cabos de cobre até chegar ao destino do consumo na fábrica e nos lares

das grandes cidades. Sabe-se que a temperaturas próximas do zero absoluto não há perdas na condução de energia. Contudo seria extremamente caro senão inviável tecnicamente produzir refrigeração nesse grau para cabeamento com 3 mil quilômetros de extensão. Por enquanto é praticamente impossível para este caso da transmissão de eletricidade. A nanotecnologia abriu campo para a possibilidade de transmissão muito mais eficiente de eletricidade. Obter cabos de cobre misturados com nanomateriais com capacidade de condução elétrica muito mais elevada para otimizar o uso da energia. A capacidade de fornecimento energético de uma hidrelétrica poderá ser multiplicada várias vezes. Outra aplicação estaria em conseguir materiais para se degradarem em substâncias não tóxicas ou que facilitassem a degradação não agressiva para o meio ambiente.

Aqui está se vislumbrando um inédito patamar de pesquisa para a humanidade inteira. E não é mais ficção científica. É realidade.

**(5) Painel Santa Cruz - Existe no Brasil alguma pesquisa sendo desenvolvida neste campo, seja pela Física ou pela Química?**

**Aldo José** – O Brasil tem desenvolvido a química há muito tempo desde o tempo do Império e é um importante pólo de desenvolvimento nesta área. Recentemente faleceu um químico, professor Otto Gottlieb, da Unicampa, que perfeitamente seria candidato e merecedor de Prêmio Nobel em razão da qualidade e alto nível das pesquisas e trabalhos que desenvolveu. A nanotecnologia está sendo contemplada porque o Brasil não pode ficar de fora de algo que representa fronteira com inúmeras realizações a serem implementadas. A indústria pode perder muito por trabalhar com materiais antigos que ficariam ultrapassados rapidamente em usos já conhecidos. Entre 2005 e 2006, no Brasil, investiram-se 30 milhões de dólares pelo Programa Nacional de Desenvolvimento em Nanociência e Nanotecnologia. O caminho está se abrindo pela vanguarda que representa para o mundo. Espero que os governos tenham sensibilidade para isso.

**(6) Painel Santa Cruz - A Nanotecnologia viabilizaria algo parecido com o famoso seriado de ficção científica “Viagem Fantástica” de 1966?**

**Aldo José** – Lembro perfeitamente deste seriado que passou na TV. Nele foi apresentado a descoberta técnica de miniaturização de um grupo de cientistas dentro de uma nave. Ambos são

diminuídos até o ponto de se tornarem invisíveis e daí injetados no corpo de um político com câncer com a missão de realizar uma delicada operação no cérebro dele. Somente na escala microscópica a intervenção cirúrgica alcançaria sucesso. Sinto decepcionar meu inquieto entrevistador, porém isto é realmente fantasia, embora inteligentemente concebida e tramada. O que o homem conseguiu foi trabalhar ao nível do extremamente pequeno. Não há possibilidade ainda de miniaturizar as coisas, diminuindo o tamanho. Mas, pode-se perfeitamente construir artefatos ultra pequenos a partir de materiais nonométricos. Por exemplo pode-se construir 10 motores nanométricos e colocá-los na cabeça de um alfinete. Você não diminuiu as coisas, você as constrói muito pequenas. Essa é a diferença.

**(7) Painel Santa Cruz - A indústria já demonstrou interesse por essas pesquisas de tal modo a injetar dinheiro em projetos desta natureza?**

**Aldo José** – A indústria está atenta a este universo. Fabricar materiais com maior tolerância à temperatura; obter maior variedade de cores; conseguir maior reatividade química em produtos mais eficazes nos efeitos capazes de produzir; tudo depende de saber trabalhar com esse novo tijolo de construção que é o átomo. O tijolo agora é o átomo ou a molécula. Ele poderá ser combinado com outros tijolos atômicos, modificando as propriedades. O leque de transformações talvez seja infinito. O Boticário já produz nanocosméticos. Por exemplo, fábrica protetor solar com maior capacidade de barrar os raios solares em função dos nanomateriais imbutidos.

**(8) Painel Santa Cruz - A Nanotecnologia pode ser aproveitada como instrumento de guerra e dominação conforme objetivos estabelecidos pelo Pentágono?**

**Aldo José** – Sim, não tenha dúvida disso. A mesma faca que corta o pão é a mesma que mata o homem. Os usos e aplicações se abriram num leque multivariado e inumerável. Com certeza, isto está sendo pesquisado também para a produção bélica, para gastos com defesa pela grande indústria que somente sobrevive graças ao conflito entre os homens, os interesses econômicos agarrados à ganância, estimulando inimigos reais e criando fictícios. É uma lástima, mas é real e presente. Isto é uma questão ética de compromisso do homem com seu semelhante. O ser humano precisa desenvolver

senso crítico. Não se calar. Somos passageiros da mesma nave espacial.

**(9) Painel Santa Cruz - Qual país está com as pesquisas mais avançadas neste ramo da Física?**

**Aldo José** – Todos os países desenvolvidos estão se dedicando a este novo campo do conhecimento. Sabem que é uma nova fronteira e, normalmente, quem sai na frente é líder e conduz todo um processo de transformação pioneira. Contudo são pesquisas caras que demandam vultosos recursos de orçamento tanto de empresas quanto de governos. EUA, Japão, China, França, Alemanha, Rússia estão empenhados arduamente. Até o Brasil se aproxima deste campo embora sem tanto dinheiro como os primeiros, mas seguramente vai desenvolver significativas pesquisas. A questão decisiva será como retirar a descoberta do laboratório para aplicar na indústria e chegar até as pessoas em seu dia a dia. Isto se chama tecnologia.

**(10) Painel Santa Cruz - Como são as técnicas ou a técnica de se chegar ao imensamente pequeno? Como é esta micro chave de fenda?**

**Aldo José** – Para se manipular com a matéria, obviamente são necessárias as ferramentas adequadas. Se no conserto de um automóvel, no sentido mais geral, utilizam-se chaves de fenda, chaves de boca, alicates e outros instrumentos, na dimensão nonométrica há um aparelho muitíssimo especial para isso. Usa-se a microscopia eletrônica aqui na UFPR em que se pode enxergar o átomo. A Universidade Federal possui microscopia eletrônica de transmissão e de tunelamento como equipamentos para visualização. São ferramentas especiais que se encontram em contados locais de pesquisa nesse Brasil. Não somente existe esta técnica, mas há também muitas outras para se operar nesta escala que possibilitam resolução nanométrica para se obter informações relevantes. E para mexer nas partículas, há um princípio que se segue. Quando se opera com o metro, existem trilhões e trilhões de átomos, quando o

foco diminui até a extensão nano, encontram-se centenas de átomos. É mais viável a mudança nesse espaço. Aí nesse caso, quando se mexe em muito poucos átomos que pertencem a um tamanho muito pequeno, as alterações são sensíveis. É o ponto de modificação possível das propriedades. E tudo depende do tipo de material em utilização e da finalidade a que se presta o processo em investigação para poder se demandar uma dificuldade muito grande de se alterar a disposição dos átomos ou pequena dificuldade em seu rearranjo. Note que falo dificuldade e não energia pois trata-se de um conceito de alta complexidade no universo científico, bem diferente da concepção do cotidiano, do mundo macro a que estamos acostumados a ver e apalpar.

**(11) Painel Santa Cruz - A nanociência pode salvar a humanidade da autodestruição ou ela é apenas uma parte dessa equação de esperança?...**

**Aldo José** – Considero esta visão um tanto quanto sinistra. É uma evolução que está ocorrendo como tantas outras. Muitas doenças podem ser curadas a partir deste novo campo por sua capacidade de lidar com o infinitamente pequeno. Pode-se desenvolver técnicas para tratar a célula, no local exato em que ocorre a anomalia, para aumentar a qualidade de vida, a longevidade. Guardo comigo esperanças de que inclusive a cura do câncer passa por este novo tratamento. Inclusive a água, como bem mais precioso e insubstituível, estão se desenvolvendo processos muito mais eficientes para dessalinizar a água do mar. Antes de mais nada, conhecimento é educação, formação do homem num grau superior para ensinar o homem a agir melhor, com mais sensibilidade e sensatez. Para mim a educação é fundamental nesta marcha. O homem é um ser também em metamorfose. Como aprecio música, lembro de Raul Seixas com poesia tão luminosa, “prefiro ser aquela metamorfose ambulante do que ter aquela velha opinião formada sobre tudo, sobre o que é o amor”. É sábio este verso. Acredito sempre que a inteligência poderá vencer as trevas no final das contas. Viver é sempre melhor.