

# A IMPORTÂNCIA DOS NOVOS MATERIAIS NO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL \*

João Alziro Herz da Jornada\*\*

Acho que o enfoque dos colegas que me acompanham é um enfoque mais técnico, mais científico. É um pouco difícil entrarmos especificamente na área econômica. De qualquer maneira, a importância econômica é tão grande que, mesmo para nós que não entendemos do assunto, dá para perceber a magnitude dessa importância. Sobre isso gostaria de fazer um comentário muito genérico sobre a relevância dos materiais. Os materiais são pilares básicos de qualquer civilização. Isso tanto é verdade que o desenvolvimento da Humanidade sempre foi acompanhado por desenvolvimento de materiais. Um dos aspectos mais óbvios desse fato é que várias épocas de desenvolvimento da Humanidade são denominadas pelos materiais característicos da época. Por exemplo, Idade do Bronze, Idade da Pedra Polida, da Pedra Lascada, Idade do Ferro. Hoje em dia, muitas vezes, ouve-se dizer que estamos na Idade do Plástico. Isso indica a importância que desempenham os materiais. A disponibilidade de materiais adequados é que vai propiciar o desenvolvimento das diversas tecnologias. Por exemplo, toda a tecnologia de informática que atualmente está revolucionando a sociedade moderna é baseada na possibilidade de se produzir silício, que é um material tradicional (não dá para se dizer que é um novo material), mas produzir silício em altíssimo grau de pureza e com altíssimo grau de perfeição estrutural, sem defeito nenhum na estrutura, um cristal bastante perfeito. E isso tudo com um preço muito baixo. É isso que possibilita fazer um *chip*, o que viabiliza se fazer um computador.

Gostaria de fazer uma breve observação sobre uma classificação muito genérica de materiais. Normalmente, nós podemos classificar materiais em quatro grupos muito abrangentes, em função de suas propriedades e de algumas características físicas e químicas. Existe um grupo muito grande que são os metais, que têm características que não preciso explicitar aqui. Outro conjunto muito grande são os materiais cerâmicos, por exemplo, o vidro e todos os materiais que são inorgânicos e não-metálicos, via de regra consolidados ou sinterizados por alta temperatura. Uma classe extremamente importante hoje em dia são os polímeros, que inclui toda a classe de plásticos, elastômeros, borrachas, etc. É uma classe relativamente nova de materiais, mas, como todo mundo sabe, muito relevante. Existe uma outra que poderia se pensar em termos de mistura dessas outras classes, que chamamos de compostos, ou seja, materiais que têm uma mistura, por exemplo, plástico e cerâmica. Essa é uma área moderna e altamente significativa. Com essa possibilidade de misturar diferentes classes, pode-se

---

\* Transcrição da palestra proferida na Jornada de Estudos FEE/NEI

\*\* Físico e Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

obter uma extensa variação de materiais, com propriedades muito diversificadas e, eventualmente, otimizadas para um dado tipo de aplicação.

O tema de hoje não é essencialmente materiais, mas novos materiais. Isso é outro assunto que, na minha opinião, merece consideração. O que chamamos de novos materiais? Há um aspecto estrito da terminologia "novos materiais" que é mais ou menos óbvio, isto é, são materiais novos que não existiam antes, talvez há 40 ou 50 anos atrás. Mas, em geral, "novos materiais" é aplicado no sentido lato. Não só materiais novos, que não se conheciam antes de um determinado tempo, mas materiais antigos, materiais tradicionais, que agora são produzidos com um conhecimento tecnológico muito maior, com um apoio científico, um apoio de engenharia muito mais intenso, de tal sorte que as propriedades resultantes são muito melhores do que o material tradicional, tendo em vista que existe um maior controle, um grau de pureza químico muito maior, um grau de pureza estrutural também muito maior, etc. Isso é extremamente importante, porque hoje em dia existem muitos materiais que, no sentido estrito, são materiais tradicionais, mas, simplesmente, porque têm um controle de pureza muito maior ou porque têm adição de microligas em quantidade muito pequena, bastante controlada, podem ser considerados "novos materiais". Então, podem-se ter propriedades que não eram conseguidas antes. O que caracteriza essencialmente o termo "novos materiais" não é simplesmente o fato de serem novos, mas o fato de que são materiais fabricados com alto conteúdo tecnológico. Esse é o grande diferencial, que permite dois resultados: propriedades muito melhores e também propriedades controladas. Com conhecimento científico, muitas vezes, se podem criar materiais com propriedades "sob encomenda", dentro de certos limites.

Gostaria de salientar, agora, um outro aspecto a respeito desse assunto, que está subjacente no próprio título deste painel: **Vantagem Técnica e Econômica e Situação das Formas Tradicionais.**

No título, tem-se a impressão de que há um conflito, alguma coisa *versus* outra, como novos materiais substituindo materiais tradicionais. Esse aspecto de substituição é um aspecto menor dos novos materiais. O aspecto a destacar dessa área é que as novas propriedades vão viabilizar novas aplicações. É relevante notar-se que, nessa área de novos materiais, a questão fundamental não é que uma cerâmica vai desbancar, por exemplo, um metal, ou que o plástico vai fazer desaparecer o metal na fabricação do automóvel ou coisa assim, mas que esta leva enorme quantidade de novos materiais que viabilizarão usos que até hoje simplesmente não podiam existir. Vão viabilizar dispositivos e tecnologias que atualmente não podiam ser usadas industrialmente, porque não havia material suficiente ou não havia material adequado. Um exemplo, para não ficar só na teoria, é o caso da madeira. A madeira é um material extremamente corriqueiro, barato, tradicional. Lembro-me de que, quando criança, liamos nos jornais sobre o grande avanço do plástico. Falava-se então: "o plástico é o material do futuro, vai substituir a madeira, os móveis serão de plástico". Hoje em dia, ninguém pensa em móveis de plástico. Nos países mais desenvolvidos, a madeira é um item ainda muito utilizado, apesar de muito antigo. Essa questão poderia ser ilustrada com um exemplo de minha área de pesquisa, o diamante sintético. Houve desenvolvimentos muito importantes nessa área, e, atualmente, é possível se sintetizarem compactos de diamantes relativamente grandes, com uma tecnologia bastante nova. Esses materiais estão sendo usados na indústria madeireira, para usinagem de madeira, na fabricação de móveis. Então está se usando um material muito antigo e está se usando também um material novíssimo, de alta tecnologia, para fazer com que a produção desses

artefatos com esse material antigo se torne muito mais econômica, mais eficiente, etc. Por exemplo, uma fresa de diamante, hoje, para fabricar perfis de madeira, pode durar em produção cerca de dois meses, enquanto uma fresa de metal-duro, que é um material bem mais duro que o aço e que está se usando agora normalmente, dura duas horas. O aço comum dura, talvez, meia hora. Pode-se perceber que o diferencial de custo é enorme, mesmo que o custo unitário de uma ferramenta de diamante seja muito alto. Além disso, atualmente as ferramentas são automatizadas. Qualquer parada de uma máquina-ferramenta, tipo uma máquina CNC para madeira, que já é corriqueira, acarreta uma tremenda perda: pára a máquina, reajusta, afia, etc. Vemos novos materiais ocupando novos nichos, novos usos e não necessariamente a mera substituição de materiais tradicionais. Claro que existem casos de se substituir algum material tradicional, mas o mais importante é que eles vão criar aplicações que anteriormente não existiam, vão viabilizar novas tecnologias e vão ter um impacto econômico indireto. Eu teria dificuldade para dizer quanto é que isso vale, quanto é que isso implica. Eu poderia dizer algo sobre a minha área, diamantes sintéticos. A produção de diamante sintético para finalidade industrial está, atualmente, em torno de um bilhão de dólares por ano. Isso não é grande coisa a nível mundial, mas é um valor razoável. Indiretamente, porém, a importância dele é muito maior. O impacto é fantástico. O diamante é o material mais duro que existe, sendo extremamente importante para a preparação do ferramental a ser usado na indústria. Ou seja, é um material muito duro que vai ser utilizado para preparar outros materiais também muito duros que, por sua vez, vão ser utilizados em usinagens. Pois bem, foi feito um estudo no Departamento de Comércio Americano, e se constatou que, se fosse retirado o diamante como material da indústria para ser substituído por outro inferior, a produção industrial dos países desenvolvidos cairia para a metade. O efeito indireto é muito grande e muito difícil de ser quantificado.

Outro ponto a ressaltar é o de que os aspectos técnicos e econômicos ligados a novos materiais devem ser discutidos no mesmo contexto em que discutimos novas tecnologias, ou seja, novos materiais são essencialmente novas tecnologias. Os novos materiais são descobertos, são sintetizados, em termos de novas tecnologias. Todo o problema fica muito diferente dos materiais tradicionais, onde as questões são colocadas mais em termos de jazidas, em termos de recursos naturais. Hoje em dia, quando se fala em novos materiais, o problema é quem é que sabe fazer novos materiais e não quem é que tem no seu subsolo ou nas suas florestas tal riqueza. Esse é um considerável contraste com o que nós poderíamos chamar de materiais tradicionais. Então esses materiais envolvem um conteúdo tecnológico bastante elevado. Uma consequência a ressaltar é que o aspecto econômico dos recursos naturais fica em segundo plano. É superado pelo aspecto tecnológico. É mais importante agora quem sabe fazer do que quem tem a jazida. Por exemplo, no caso do silício, que é base de todo o computador, a base para fazer um *chip*. O silício em si é o material mais abundante da crosta terrestre. A areia é feita de silício,  $\text{SiO}_2$ , dióxido de silício. Qual é o problema de fazer uma barra de silício pura? Tem-se que saber refinar o silício, ultrapurificar e saber transformá-lo num cristal extremamente perfeito. Deve-se, também, saber cortar, polir, etc. Basicamente, é tecnologia. E assim acontece com muitos outros materiais. Materiais cujas jazidas estavam concentradas em poucos países estão paulatinamente sendo menos usados. Na área de aço, por exemplo, aços microligados — aços que prescindam do uso de metais de liga que são mais raros — são uma realidade atualmente. Entendendo melhor a metalurgia, podemos criar aços que tenham muito menor necessidade de adição de ligas. Portanto, não há tanta necessidade de se correr para minérios especiais de

tungstênio, tântalo, etc. porque se sabe fazer o mesmo aço com muito melhor qualidade mesmo sem ter elementos de liga.

Gostaria agora de analisar o último aspecto do título, que diz respeito a fornecedores tradicionais. Uma das preocupações aqui é como é que ficam os fornecedores tradicionais frente a esses novos avanços que estão surgindo. Esse problema deve ser olhado dentro do contexto já comentado de que devemos considerar os novos materiais como essencialmente novas tecnologias. Como é que os fornecedores tradicionais vão se ver com esses novos avanços? Ou seja, como é que uma empresa tradicional vai se haver frente a novas tecnologias de produção que fabricam um produto muito melhor e muito mais barato. Então o primeiro aspecto a considerar é que, via de regra, não necessariamente um fornecedor tradicional precisa temer pelo avanço de novos materiais. Eu ressaltai aqui o caso da madeira que, hoje em dia, é um material que, ninguém duvida, continuará, por muito tempo, como de grande importância. Agora, é necessário que essas indústrias, esses fornecedores tradicionais, estejam ligadas aos desenvolvimentos científicos, tecnológicos, na área de materiais para poderem usar novos materiais nos seus processos produtivos. Na Europa, nos EUA, hoje, a indústria de móveis que não usar máquinas CNC e ferramenta diamantada está fadada ao fracasso econômico, porque não se torna mais competitiva. Ela pode continuar fabricando seus armários de madeira, mas tem que atentar para a evolução tecnológica. Assim, ela usará novos materiais para trabalhar um material tradicional, com qualidade muito superior. A mesma coisa eu poderia dizer quanto à indústria da construção civil. Nós ainda vamos utilizar tijolo e pedra por muitos anos, mas vamos produzir materiais melhores, com tecnologia melhor, usando tecnologias mais sofisticadas e, eventualmente, nesse processo produtivo, algum material com melhores qualidades.

Há um aspecto que talvez seja importante para nós, aqui no Brasil. Cada vez mais a tecnologia se torna importante. Qual o problema que tem um fornecedor tradicional? O problema não é essencialmente temer que o material dele vá ser suplantado por um outro. Mas o problema todo é se ele sabe ou não tirar proveito desses novos avanços, desses novos materiais que estão surgindo, para incorporar ao seu processo produtivo. Qual é a grande necessidade dele? A sua grande necessidade é ter condições de se inserir dentro dos avanços científicos e tecnológicos. Esse fornecedor certamente terá que comprar tecnologia, adaptar tecnologia e aí ele terá que se ver com o que comprar, como comprar, para fazer uma compra inteligente de tecnologia. Para ser competitivo, ele poderá estar fabricando um produto muito tradicional, mas deverá ter grande capacidade tecnológica, para poder escolher e fazer uma compra inteligente de tecnologia. Esse é o grande problema que tenho observado no Brasil. Muitas vezes se diz que não há necessidade de pesquisa tecnológica, porque se pode comprar lá fora. Tudo bem, não vamos redescobrir a roda aqui. Mas a pesquisa científica viabiliza a formação de uma massa crítica que permite ter condições de escolher o que comprar, de ter conhecimento, de saber o que chamamos de *know why*, saber como é que as coisas ocorrem e aí poder escolher a tecnologia adequada. Isso é fundamental. É questão de sobrevivência para nossa indústria. É ter condições de acesso ao conhecimento científico para saber o que ela deve incorporar em seu processo, o que ela deve comprar, o que é bobagem, modismo, etc.

Para finalizar e para não ficar muito no aspecto filosófico, gostaria de fazer breves comentários sobre a minha área específica — cerâmica. Nessa área de cerâmica, tem havido um desenvolvimento extremamente grande nos últimos anos, e, a partir da II Guerra Mundial, houve um expressivo avanço no entendimento dos mecanismos físicos

e químicos responsáveis pelas propriedades macroscópicas dos materiais. Isso teve um impacto significativo não só no campo das cerâmicas, mas em todos os materiais. Foi nessa época, mais ou menos, que se fundou uma nova disciplina no conhecimento humano que, hoje em dia, está bem consolidada e que se chama Ciência de Materiais. A nossa Universidade está agora implantando um curso de doutorado em Ciência de Materiais. A área de cerâmica é uma área extremamente tradicional, uma área já milenar, e talvez um dos primeiros objetos plasmados pela mão do homem tenha sido um objeto de cerâmica, de barro. Essa área teve um impacto marcante, porque esse conhecimento científico possibilitou produzir materiais cerâmicos com propriedades nunca antes encontradas. Tradicionalmente, o material cerâmico tem várias propriedades muito desejadas. Por exemplo, são quimicamente inertes, resistem à alta temperatura, têm uma boa estabilidade e, enfim, são materiais relativamente baratos. Mas, por outro lado, são materiais extremamente frágeis e apresentam bastante dificuldade para usinagem. Esse problema da fragilidade foi atacado com uma base científica sólida e viabilizou a produção de cerâmicas de muito melhor qualidade. Hoje em dia, é possível fazer-se uma gama de cerâmica, com tenacidade muito maior, que resista a um impacto muito grande. Há cinco anos atrás, existiu um grande entusiasmo nessa área de cerâmica chamada nova cerâmica, cerâmicas finas ou cerâmicas *high-tech*, de se fazer muita coisa nova. Por exemplo, de se fabricarem motores de automóvel de cerâmica e até utensílios, como facas e tesouras de cerâmica. Aparentemente, isso ainda vai ocorrer, porém não tão rapidamente como se pensa. No Japão, já se podem comprar, nos supermercados, facas grandes de cerâmica, tesouras de cerâmica, que apresentam alto grau de resistência.

Na área automotiva, também há uma grande expectativa de impacto. Pensava-se em fabricar turbinas para automóveis, para aviões, de cerâmica, que funcionariam em temperatura muito mais alta e, portanto, com rendimento termodinâmico superior e bem menos poluentes, muito mais rentáveis do ponto de vista energético e mais leves. Chegou-se a criar protótipos de automóveis com motor de cerâmica, entretanto, até o presente, não foram consolidados. Essas áreas de grande impacto de cerâmica ainda estão por vir, mas, mesmo que se tornem realidade, não se pode dizer que desbancarão, por exemplo, o metal. Não são uma ameaça a outros materiais, mas são complementares. Apesar de não ser fabricado um automóvel com motor todo de cerâmica, existem dispositivos de cerâmica em automóveis de última geração, como o rotor da turbina para turbo-carregador de automóvel e vários componentes de dentro do automóvel, como catalisadores, trocadores de calor, que já são de cerâmica e já estão incorporados na tecnologia normal. Assim, novos materiais não são necessariamente materiais novos, e o problema central é mais um problema de novas tecnologias.