

Sebastiana Lana, Ivan Santos*

A inteligência em materiais: desafios do design e da inovação sustentável



Sebastiana Lana possui graduação em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1977), PhD em Engineering Materials - University of Sheffield (1994) e doutorado (1997) e pós doutorado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Coordenadora Executiva do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Materiais-REDEMAT (UFOP/UEMG. Membro do Corpo Docente permanente do PPGD da UEMG e da REDEMAT. Coordenadora do CEDTec- Centro de Estudos e Tecnologia em Design, ED/UEMG; Membro do colegiado fundador, professor da REDEMAT; Integra o Núcleo de Estudos, Teoria, Pesquisa e Cultura em Design da UEMG e o DIT- Núcleo de Pesquisa em Design Inovação e Tecnologia. <sebastiana.lana@gmail.com>

Ivan Santos é doutorando e Mestre em Design pela Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Graduado em Design de Produto pela mesma instituição. Professor efetivo do Instituto de Artes e Design da UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora. Coordenador do NUVEN - Núcleo de Virtualidades e Ensaios de design. Desenvolveu projetos

Resumo Abre-se uma discussão em uma tentativa de correlacionar a evolução humana e dos materiais associando-as com a evolução do design. Numa visão simplificada busca-se entender como o pensamento humano pode ser direcionado à pesquisa da escolha dos materiais e processos de transformação para a escolha inteligente dos materiais na criação de produtos. Conceitos clássicos sobre este assunto foram lembrados e a interação entre estes com as pessoas, quem cria e quem usa, foram discutidos utilizando-se dos conceitos da mecânica quântica, visando a busca das funções práticas, estéticas e principalmente simbólicas dos produtos.

Palavras chave Materiais, design inteligente.

Intelligence in materials: Challenges of the design and of the sustainable innovation.

Abstract A discussion in an attempt to correlate the human and their materials evolution associating them with the evolution of the design is open. A simplified view seeks to understand how human thought can be directed to the research and the choice of the materials and transformation processes to provide the smart choices in the creation of products. Classic concepts on this subject were recalled and the interaction between these with the people, who create and those who use, were discussed using the concepts of quantum mechanics aimed at the search of practical, symbolic and mainly aesthetic products functions.

Keywords Materials, Smart Design.

para MPE's mineiras em parceria com o SEBRAE, Quantum *Design* Integrado e Miho *Design*. Foi Professor do Centro Universitário Newton Paiva, nas disciplinas de Administração da Produção e Gestão de Manufatura. Vencedor do Prêmio SEBRAE Minas *Design* por duas vezes, na edição do ano de 2008 e 2012. Finalista do iF Concept *Design* Awards para estudantes em 2008, com projeto exposto na forma de pôster na Feira de Tecnologia de Hannover. Dedicou-se ao estudo da Percepção da Sustentabilidade e da Percepção dos Materiais pelos usuários, no PPGD da Escola de *Design* e pela FAPEMIG, onde foi bolsista de desenvolvimento tecnológico para desenvolvimento de métodos de avaliação junto à FIAT automóveis.
< santos.ivan@gmail.com >

Introdução

Ao discorrer sobre assunto tão vastamente publicado, as dificuldades conceituais intrínsecas são evidentes. Como explicar algo inovador em meio a tantos conceitos clássicos e modernos tão bem descritos e disseminados? Dar atenção a apenas um tópico importante como a escolha inteligente dos materiais quando aplicados a produtos, tanto do ponto de vista da engenharia, quanto, e mais importante, do ponto de vista do *design* parece uma boa alternativa .

Assim caminhar com a evolução humana pelos avanços na escolha dos materiais em ambas as áreas, engenharia e *design*, destacando então a escolha inteligente dos materiais e tentando responder a seguinte questão: como a inteligência humana vem sendo utilizada neste embate é o foco deste artigo.

A evolução dos materiais e a evolução humana

Desde a idade da pedra (300.000 a.C e enfatizo aqui que todas as datas aqui referidas são aproximadas), o homem já fazia seus próprios artefatos no material cerâmico, o primeiro descrito na literatura. Longo intervalo de tempo foi utilizado para que o processamento de materiais metálicos fosse implantado. Com o advento da descoberta do fogo e principalmente do controle deste (1,9 milhões de anos), o homem começa a fundir e moldar seus artefatos utilizando o cobre (6500 a.C). Assim, o cobre, a fusão provavelmente a cerca de 4100 a.C e os tantos os processos de fusão com os de moldagem fossem utilizados. Ainda mais tempo foi utilizado para se tentar outras ligas metálicas (3.000 a.C), o bronze uma mistura de cobre e estanho para obter objetos “mais moldáveis” e com melhores propriedades. Aprofundou-se o conhecimento no processamento dos materiais metálicos. Já na idade do ferro (1.500 a.C) e com procedimentos semi-empíricos ainda contando com uma intervenção logística importante, o uso da roda (1200 a.C), iniciou-se uma nova era que incluía o processamento e o transporte. Contando apenas com esses materiais, a inovação estava na combinação deles e na descoberta de novos processamentos. Assim em 1885, Sir Henry Bessemer patenteou um processo simples para produzir aço em larga escala a preço moderado. Logo depois em 1886 o processo de Hall possibilitou a extração química do alumínio e respectiva comercialização em grande escala. Em 1939 o desenvolvimento do Nylon comercial foi o ponto de partida para a indústria dos plásticos; em 1950 o desenvolvimento das ligas metálicas a base de alumínio, titânio e níquel – mais leves e mais resistentes a altas temperaturas. Em 1955 o desenvolvimento do primeiro transistor de silício e aumento da densidade de circuitos eletrônicos numa mesma bolacha de silício e com isso, o tamanho do produto tornou-se importante e nova variável foi considerada: a miniaturização. Desde 1980 o desenvolvimento de cerâmicos supercondutores de elevada temperatura, desenvolvimento de fibras ópticas e sua aplicação nas comunicações ópticas, proporcionou até nossos dias o que é chamado de revolução nas comunicações com o apare-

cimento da era digital. Assim e com inúmeros experimentos para alcançar objetivos específicos surgiram então as combinações mais avançadas dos materiais pioneiros acima descritos. É de se considerar a extrema velocidade no desenvolvimento de novas tecnologias de processamento e de análise das características dos produtos. Atualmente essas duas técnicas caminham juntas alimentando-se mutuamente. Portanto, quando se buscava um material que adicionasse ao produto final outra característica específica, diferente da intrínseca ou da que poderia ser esperada pelo uso do material puro, essas combinações eram apreciadas. Então surgiram os polímeros, os compósitos, os bio-materiais, os semicondutores - metais, cerâmicos e compósitos e os plásticos biodegradáveis e materiais despoluidores, denominados eco materiais¹.

1 <http://ieeefabc.org/evolucao-dos-materiais/>

Hoje e no futuro as janelas de transmitância reguláveis com material eletrocromico auto alimentadas por células solares semitransparentes estão em avaliação. Na prática, o grafeno é um tipo de material utilizado para esta aplicação por ser o material mais resistente (200 vezes mais resistente do que o aço), mais leve e mais fino que existe (espessura de um átomo) podendo ainda ser transparente como o vidro. É possível fabricar um celular totalmente flexível que poderá ser literalmente dobrado, colocado no bolso e desenrolado novamente, sem prejudicar seu funcionamento ou sua tela de altíssima definição. Claro que outros metais cujas características irão contribuir com os aspectos de transmitância e de mudança de cor estão todos sendo estudados atualmente (Oliveira, R. S. et al-2013).

Antes da manifestação do *design* sempre existiu a intenção da sobrevivência. O homem ao produzir suas armas de qualquer material preocupava-se com a função prática. O *design* surgiu como uma forma radical de adaptação ao perturbador mundo exterior. A nossa conformação física evoluía tão lentamente que fomos ameaçados em diversas ocasiões de extinção total. Éramos vulneráveis demais, em comparação com outras espécies predadoras.

Aquela massa biológica em transformação permanente começou a gerar artifícios contra as extremas restrições existentes. Criamos instrumentos para aumentar as habilidades das nossas mãos, as peles que nos agasalhavam as proteções para os pés, os utensílios que melhoravam a chance de sobrevivência. Passamos de caçados a caçadores e entramos em um regime de consumo de proteínas e nosso cérebro cresceu. Um grupo e *australopithecus* se transformava em *homo habilis* (2,2 milhões a 780 mil anos atrás) um hominídeo capaz de exercitar habilidades manuais e produzir instrumentos.

Havia a intenção de *design* naquela época? Sim havia a relação de *design* como *designo*. O processo continua o mesmo até hoje. Diante de um problema, o cérebro elabora hipóteses e toma uma decisão que gera coisas que nos protegem, alimentam ou nos elevam. *Design* é uma capacidade de tornar tangível uma intenção de transformação e esta intenção também é uma função da engenharia. Nós imaginamos, projetamos e desenvolvemos processos para materializar pensamentos, e este é um dos focos do *design*. O *design* é a medida do homem na natureza.

Somos capazes de imaginar e inventar, de vivenciar nossos sonhos e desejos, projetando objetivos de vida, criando projetos que se tornam tangíveis. Somos uma espécie única, capazes de contar histórias, representar e criar símbolos, utilizando os conceitos do *design*.

O exercício do *design* se entranhou na evolução adaptadora do homem, como uma habilidade tão intrínseca que nem percebemos a sua presença. No entanto, é tão onipresente que na mídia a palavra *design* é usada como substantivo ou adjetivo. O *design* ajudou o homem na construção de linguagens e códigos pelos quais nós nos expressamos. A criatividade humana encontrou no *design* a sua ferramenta favorita e incorporou-a nas mais diversas áreas do conhecimento.

Porém, o que era feito espontaneamente, em uma longa evolução mental, deve ser processado hoje por uma metodologia estratégica que encurte a ponte entre a intenção e a entrega da solução. A criatividade humana ainda é quase inexplorada. Precisamos mais de líderes criativos do que controladores. A maior aventura exploratória da humanidade somente começou: o conhecimento do cérebro como fonte de riquezas inesgotáveis, ainda está no início.

O que mudou e continua mudando de forma incontrolável é a complexidade dos problemas e a necessidade de acelerar o processo criativo. Cada vez mais, a humanidade depende da diversidade de talentos criativos no lugar da capacidade de uma liderança controladora e específica. Precisa-se da colaboração entre os hábeis em pensamentos analíticos e os criativos do pensamento intuitivo.

A origem da palavra talento veio atravessando os tempos, passando pelo grego (*tálanos*) e pelo latim (*talentum*) e deixou de significar dinheiro, para ser aptidão natural ou “habilidade adquirida, inteligência excepcional” (GRETZ, J.R, 1997). Normalmente o talento está associado a algo valioso, usado para denominar pessoas que se destacam por alguma habilidade marcante. “Talento é o conjunto de habilidades de uma pessoa – seus dons, conhecimento, experiência, inteligência, discernimento, atitude, caráter e impulsos inatos, e que inclui sua capacidade de aprender. O que diferencia o talento é “a capacidade de visão a distância; de o quanto se enxerga mais longe” (.Michaels, Ed; HANDFIELD, J.; AXELROD, B; 2002).

O potencial criativo

Cientistas comportamentais percebem que as pessoas agem seguindo, de maneira simplificada, dois tipos de dinâmicas: algorítmica, que segue um procedimento sistemático de repetição, baseado no estudo do que existe (Epstein, I. 2003. p. 30-41); e heurística (Skinner, B.F. 1978/2003), que testa novas hipóteses relacionando-as ao meio, para chegar a uma solução ainda inexistente. (Figura 1).

Essa demanda é uma boa notícia para os *designers* porque nós somos os profissionais mais bem preparados para atuar nos complexos negócios contemporâneos. Usamos com facilidade os dois lados do cérebro, somos

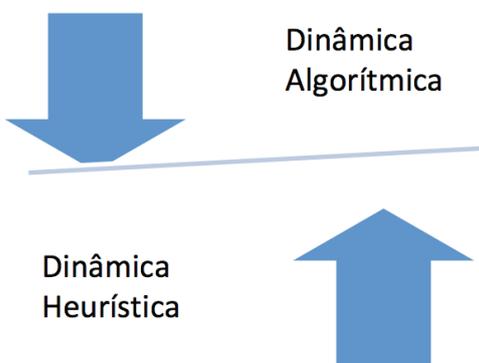


Figura 1 A dinâmica da ação.
Fonte A autora, 2016

algorítmicos e heurísticos simultaneamente. Somos empáticos e gostamos de incluir as pessoas nos nossos projetos. Dá-nos prazer dizer: “Por que não tentar de uma forma completamente diferente?”. Não temos medo do desconhecido. Temos coragem para sermos criativos na invenção do futuro, sem descartar o passado que tenha significado. Embora seja assim que se constrói o futuro, as pessoas têm medo de enfrentar o desafio da criatividade.

O medo é um mecanismo de aprendizagem e de sobrevivência da espécie. É um estado de alerta da consciência que é disparado diante de uma ameaça percebida, que pode ser real ou não. Temos medo de coisas conhecidas (que já nos ameaçaram antes) e do desconhecido (que ainda pode nos ameaçar).

A realidade pode ser dura com a espécie. Uma consequência da nossa evolução foi o agrupamento humano para enfrentar as ameaças juntos. Nós somos mais capazes de enfrentar o medo quando estamos em grupos, em tribos.

Outro aspecto é a organização e registro das soluções, um passo iniciado pela escrita e aperfeiçoado pelos processos de detalhamento, simulação e ensaios, passando pelas materiotecas. De um raciocínio organizado e detalhado passamos a gerar um verdadeiro arsenal de materiais e técnicas produtivas, recursos estes devidamente preparados para utilização no processo de criação, que os torna, ainda, exponencialmente mais imprevisíveis.

Desafios e soluções

Desafios

Design é a alma fundamental de uma criação que acaba se expressando em sucessivas camadas exteriores do produto ou serviço e para entender a alma de um produto é necessário diálogo sobre aquilo em que acreditamos, sobre valores fundamentais, sobre a qualidade desejada. Essas idéias devem ser discutidas e aceitas. E a medida que a criação prossegue mais conversações, argumentos e acordos são necessários. Então, a este nível, o *design* é conversa, interação.

Pode-se iniciar esta interação a partir do material ou através do material, e assim temos diversas abordagens metodológicas do *design*: dirigido pelo material, centrado no produto, ou dedicado à experiência do usuário. Porém, qualquer que seja a intenção do caminho pretendido, a mensagem (produto) é dita e interpretada através dos materiais processados e configurados como objetos de interação, culturais, híbridos, dotados de significados.

Estes significados estão ligados às necessidades, anseios e pretensões de cada momento da humanidade, mas também à sua capacidade técnica e artística de imaginar, conceituar e materializar tais cenários.

Soluções

Ver padrões, fazendo conexões e compreender as relações é o primeiro passo. As ciências sociais e teoria de comunicações devem ser parte dos currículos de projeto, por exemplo, etnografia, psicologia cognitiva, economia, retórica, semiótica dentre outras.

Os currículos devem mudar a ênfase que hoje é de produzir, para um equilíbrio entre produzir após observação e reflexão. Os diálogos sobre os objetivos e meios, sobre as necessidades e possibilidades, sobre o contexto e restrições, sobre o que precisa ser feito e por quê. Os *designers* são bons em facilitar essas trocas. Bons *designers* “forçam” essas interações, pois bons resultados são dependentes delas. Neste sentido vemos as intenções e possibilidades do “espírito do *design*” e das soluções sistêmicas “sustentáveis por natureza”, como propostas por Walker (2011) onde se aprofundam as discussões em relação às interações mais complexas.

Já neste campo, o da interação, é muito importante a aplicação de conceitos da dinâmica heurística e a dinâmica algorítmica: Se a realidade física é só uma, porque é que usamos dois conceitos diferentes para descrever a mesma coisa?

Na física quântica, através da significação da dualidade onda-partícula, é sugerido que tudo do ponto de vista físico (átomos, elétrons, luz) tanto poderia ser descrito como as ondas, como também como típico de partículas (a trajetória, as inter-relação), ambos os fenômenos complementares e de natureza eletromagnética²

2 <http://coral.ufsm.br/gef/Moderna/moderna07.pdf>

Segundo o princípio da complementaridade, o modelo ondulatório e o modelo corpuscular são complementares: se uma medida prova o caráter ondulatório de uma partícula, a mesma medida não pode provar seu caráter corpuscular, e vice-versa. A escolha do modelo a usar, se o modelo corpuscular ou o modelo ondulatório, é determinada pelo caráter da medida ou pelo tipo de experimento. Além disso, a compreensão da variedade de fenômenos em que toma parte uma dada partícula está incompleta, a menos que se leve em conta tanto o seu caráter ondulatório quanto o seu caráter corpuscular. A complementaridade conduz à conclusão de que ambos os aspectos - de onda e de partícula - são necessários para um adequado entendimento da radiação e da matéria³.

3 <http://www.fflch.usp.br/df/opes-soa/Vya-Quantica-Tudo.pdf>

Ainda assim, na física quântica, não há lugar para a “clara distinção” entre o objeto de estudo e o sujeito que o investiga. A própria investigação de um fenômeno influi decisivamente sobre o mesmo: a nossa medição sempre alterará o que procuramos medir⁴.

4 www.dca.fee.unicamp.br/~attux/notas_cap4.pdf

Há uma referencia interessante sobre a lei da complementaridade entre pensar e sentir: se tento pensar sobre aquilo que estou sentindo, eu deixo de sentir aquilo. Na ética, surgiu uma complementaridade entre justiça e compaixão, e na linguagem, entre o uso de uma palavra e sua definição estrita.

A mecânica quântica revolucionou o campo das ideias não só no âmbito das ciências exatas, mas modificou também no âmbito do pensamento e, com esse, outra maneira de perceber, de pensar e de criar. O que

5 <http://pegasus.portal.nom.br/o-mundo-quantico-e-o-ser-humano/>

o ser humano sente (as ondas) através dos sentidos não é nada mais que informações traduzidas por impulsos elétricos, trafegando em seu sistema nervoso em direção ao seu cérebro, que os codifica. Assim, tudo o que ele diz ser “realidade física” percebida pelos seus cinco sentidos (visão, audição, olfato, tato e paladar) e descrita como três dimensões através da altura, largura e profundidade constituindo sua percepção de espaço (e mais outra dimensão se contar o tempo- as partículas), essa realidade que ele constrói é de fato constituída por informações através de sinais elétricos interpretados pelo seu cérebro, complementando umas às outras⁵.

A escolha do material

A escolha do material passa então por várias etapas: do ponto de vista da engenharia as propriedades requeridas (as propriedades do material escolhido correspondem ao resultado pretendido?), as formas e os processos de transformação (quais as formas comercializáveis? qual a facilidade de corte, moldagem e ligação), o custo (o material é ou não demasiado caro?) e a possibilidade de obtenção e utilização (qual a probabilidade de obter o material? ele é reutilizável ou reciclável?).

Ashby e Johnson (2002), autores clássicos da área, especulam sobre a arte e técnica envolvidas no processo de seleção de materiais, estabelecendo uma via de trocas entre capacidades objetivas e subjetivas, capazes de ampliar o campo da seleção de materiais para uma atividade extremamente relevante do processo de *design*, responsável por selecionar a linguagem material dos objetos de nossa cultura.

Do ponto de vista do *design*, possibilidade de inovações em todo ciclo de vida desde a extração do material, até a análise dos resíduos após beneficiamento, considerando ainda o re-uso, a logística reversa, a mineração urbana, etc.

A escolha inteligente: materiais x processos

A natureza é um catálogo de produtos, e todos eles foram beneficiados por um período de aproximadamente 3.8 bilhões de anos de pesquisas e desenvolvimento. Nos ecossistemas, o desperdício de um organismo se torna o nutriente para alguma coisa a mais no sistema, criando-se mais valor no processo. Nós tendemos a usar os recursos de maneira linear: os extraímos, os transformamos em produtos de vida curta e então descartamos. As oportunidades surgem quando as idéias de imitação da natureza surgem também para maximizar os benefícios. E quando se pensa sobre a natureza, frequentemente pensa se como se tudo fosse um processo competitivo. Mas na verdade nos ecossistemas maduros, se tem possibilidades de encontrar exemplos de relações simbióticas⁶. Então um princípio importante de imitação da natureza é encontrar maneiras de trazer as tecnologias juntas em encontros simbióticos. Assim considerar a natureza como mentora, buscar aumentos radicais na eficiência dos recursos, promover ciclos fechados

6 https://www.ted.com/talks/michael_pawlyn_using_nature_s_genius_in_architecture/transcript?language=pt-br

contínuos de transformações dos materiais, sem desperdícios, priorizar a economia energética, podem ser ações inteligentes na escolha dos materiais. Do ponto de vista do processo (como é fabricado?), do ponto de vista do projeto (Como funciona?) e do ponto de vista do sistema (Como se ajusta? Como vou utilizar isto? O que eu posso adicionar ao sistema para criar mais valor?) E, do ponto de vista da criação, além considerar as funções estéticas (que dizem respeito apenas à forma), as funções práticas, aplicar ainda os conceitos da mecânica quântica às funções simbólicas (LÖBACH, B, 2007). Em outras palavras, o significado, o conceito que são descritos pelas interações entre o criador, o usuário e o produto. Assim, a busca do equilíbrio entre o raciocínio analógico e heurístico, poderia ser considerada para as soluções criativas dos problemas.

Considerações finais

A questão não é se sabemos o que tem de ser feito ou se temos tecnologia para fazê-lo. A questão é se nós e nossas instituições sociais seremos capazes de realizar esta mudança comportamental ainda neste século. A capacidade de se criar não se coloca em questão nessa discussão, mas sim, a de se adaptar a novos cenários e alterar o potencial do processo criativo e das atividades de *design*, modificando totalmente os aspectos fundamentais do entendimento dos materiais. Há uma lista infindável de processos, metodologias adequadas para a escolha inteligente dos materiais. As possibilidades tornam-se muito mais complexas e sutis quando tentamos definir, para entender todas as variáveis existentes.

Referências

- ASHBY, Mike F. e JOHNSON, Kara. **Materials and design: The Art And Science Of Material Selection In Product**. Oxford: Elsevier, 2002.
- EPSTEIN, I. **Teoria da Informação**. Ed. Ática, São Paulo, 2003.
- GRETZ, J. R. **Viabilizando talentos**. Florianópolis: GB Comunicações, 1997.
- LÖBACH, B. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. S.P., Blucher, 2007.
- OLIVEIRA, M. R. S.; OLIVEIRA, S. C.; PONZIO, E. A. Rev. Virtual Quim., 2013, 5 (4), 596-629.
- Materiais Eletrocromicos Orgânicos: Uma Breve Revisão de Viológenos, Ftalocianinas e alguns complexos de metais de Transição**” Data de publicação na Web: 14 de agosto de 2015
- MICHAELS, J., AXELROD, B. Ed; HANDFIELD “**A guerra do talento.**” RJ: Campus, 2002.
- SKINNER, B.F. **Ciência e Comportamento Humano**. Trad.: Todorov, J. C. & Azzi, R. Martins Fontes, São Paulo, (1978/2003). Publicado originalmente em 1953.
- WALKER, S. **Sustainable by design: explorations in theory and practice**. London: Earthscan, 2006.
- _____. **The spirit of design: objects, enviroment and meaning**. London: Earthscan, 2011.