

Design e materiais na transição para o século XXI: os desafios apresentados ao ensino de materiais no contexto do design

Ivan Mota Santos¹

Sebastiana Luiza de Bragança Lana²

Apresentação

Materiais e processos de fabricação são os recursos utilizados por designers para criar produtos e bens de consumo. Nessa ótica, eles funcionam como recursos de linguagem para profissionais dedicados ao desenvolvimento de novos produtos. Essa visão, compartilhada por diversos autores do campo do design, das engenharias e dos materiais, é o cerne da discussão que será desenvolvida nesse trabalho. Numa revisão da literatura dedicada aos materiais e ao design, confrontada com a área da educação e do ensino do design, se apresentará um cenário de discussão sobre a transição do marcante século XX e os desafios deixados por ele. O século XX foi marcado pelo aumento significativo de materiais e processos, ampliando, assim, o repertório de recursos e a quantidade de produtos lançados ao mercado. Em consequência disso, há impacto nos recursos naturais e na capacidade de absorção, pelo meio ambiente, dos refugos gerados.

A dedicação da ciência, associada ao desenvolvimento tecnológico subsequente, possibilitou inúmeros materiais e processos de fabricação. Estes permitiram, então, a designers, mudar a cultura material do século XX e, dentre as principais características dessa cultura material, está o problema da insustentabilidade do sistema produtivo.

Nesse breve estudo de revisão da literatura dedicada aos materiais e relacionada ao processo de design, será apresentado um cenário de exposição dos principais problemas e de possíveis soluções para o ensino de materiais no design. Do ponto de vista histórico, serão brevemente abordadas as condições finais do século XX e os principais desafios do século XXI.

Introdução

“O desenvolvimento tecnológico é o provedor de novos materiais e processos de fabricação que são utilizados por designers em seu trabalho“ (KARANA *et al.*, 2014). Na seção da obra intitulada ‘Material Experience’ e, de forma traduzida, subintitulada de Fundamentos de Materiais e Design, é dedicada uma seleção de capítulos aos possíveis

1 Instituto de Artes e Design, UFJF, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

2 Escola de Design, UEMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

cenários futuros que as pesquisas recentes de materiais poderiam nos oferecer. No contexto do design, derivado da interpretação da obra, essas possibilidades seriam potencializadas por processos de desenvolvimento de produtos sistematicamente organizados e pautados pelo entendimento holístico da dimensão dos materiais nesses processos. Essa abordagem permitiria, entre outros resultados, amenizar os impactos resultantes da produção de bens de consumo no meio ambiente. Como será revelado de forma aprofundada posteriormente, esse seria um dos principais desafios para as próximas décadas.

Na verdade, o século XX foi responsável por uma mudança significativa do cenário de materiais e processos de manufatura utilizados pela humanidade, na produção industrial de bens de consumo. Fiell e Fiell. (2006) apontam diversos conceitos, estilos e materiais que protagonizaram essa grande mudança. Dentre os conceitos e estilos, podemos destacar alguns: 'STREAMLINING' – visto como o ápice da aerodinâmica que teve início no século XV; MINIATURIZAÇÃO – fortemente associada aos produtos japoneses das décadas de 1980 e 90, é a base do desenvolvimento de milhões de dispositivos eletrônicos atuais; DESIGN AUXILIADO POR COMPUTADOR – avanços na linguagem computacional para desenvolvimento de projetos, simulações e prototipagem; produção automatizada, produção digital e prototipagem rápida. No caso dos materiais, os autores destacam os avanços que determinados processos de extração, refinamento e/ou produção causaram na possibilidade de uso de certos materiais que se tornaram frequentes no repertório produtivo, principalmente, da segunda metade do século XX, como o alumínio, a baquelita, o cromo, a borracha, os polímeros e a fibra de carbono, dentre outros.

De forma simplificada e direta, podemos perceber que as obras dedicadas a entender quais seriam os primeiros avanços em materiais no início do século XXI, apontam, comumente, alguns pontos similares. Independentemente dos materiais e processos produtivos apresentados por esses autores, a maestria no domínio de técnicas artesanais e processos mecanizados e automatizados de produção industrial são importantíssimas para o desenvolvimento de produtos com qualidade. O equilíbrio e a sintonia entre o processo de design, a engenharia de produto e a ciência de materiais, associadas ao entendimento técnico e emocional de materiais aplicados no projeto, também são apontados como relevantes ao tema. Além disso, o desenvolvimento de novos materiais, aptos a suprir as demandas cada vez mais diversas e possibilitar experiências mais significativas, seriam fatores de sucesso no projeto de produto. Os materiais que habitualmente aparecem como resultado dessas pesquisas são, principalmente, novas categorias de compósitos, materiais biológicos e/ou biomédicos, além de materiais mais leves. Estas categorias de materiais serviriam tanto de inspiração para designers, na criação de produtos inovadores, mas também, serviriam de oportunidade para atender demandas e necessidades ainda não supridas. No caso dos materiais biomiméticos e biológicos, a questão em voga é a durabilidade, associada à fácil reciclabilidade por conta da menor quantidade de componentes e sua condição elementar. Outras pesquisas revelam a importância do Design voltado para o desenvolvimento de produtos mais

leves. Estudos revelam uma busca por metodologias projetuais em que regras ou diretrizes de projeto, garantem maior sucesso na redução do peso, e/ou na quantidade de componentes, além de facilitar o transporte e a estocagem, reduzindo impactos no processo (KARANA *et al.*, 2014).

De modo claro, as mudanças na oferta de materiais e processos afetam diretamente a atuação de designers e a concepção de novos produtos. Para Ashby e Johnson (2002), os materiais e processos são recursos para inspiração de designers. O aumento constante na oferta de novos materiais influencia positivamente, segundo os autores, o processo de desenvolvimento de novos produtos. A ciência tem papel importante nesse contexto. Entendida como uma das forças que intervêm no processo de design, “a ciência revela novas tecnologias; dessas tecnologias emergem novos materiais e processos de produção. Estes, por sua vez, estimulam novos conceitos no desenvolvimento de produtos” (ASHBY; JOHNSON, 2002, p. 9).

Considerando que se pode entender o produto como um meio de comunicação entre o designer e o usuário, ampliam-se as possibilidades de utilizar esse canal comunicativo como uma forma de contribuir para o desenvolvimento sustentável, extrapolando as decisões técnicas envolvidas na concepção do produto, podendo aprofundar seu papel de forma a informar e orientar o consumo consciente. Vários autores, como Reis (2010), Walker (2006, 2011), Benson *et al.* (2009) e Proctor (2009), sinalizam que a contribuição do design para a sustentabilidade pode encontrar limites no modelo de consumo atual. Para os autores, fica evidente que o desenvolvimento de produtos com apelo cada vez mais maduro, sob o ponto de vista da sustentabilidade, com qualidade e personalidade, porém inseridos no modelo de consumo atual, acarretaria no risco de contribuir para a inserção destes, no modelo defasado de consumo e produção insustentável. Dessa forma, Vezzoli (2010) afirma ser crucial o papel do designer na formação de novos estilos de vida sustentáveis, a partir da conscientização e da mudança de comportamento e consumo, incentivados por bons produtos, serviços e sistemas.

Ensino de materiais para o futuro; a visão educacional

O renomado educador Sir Ken Robinson (2010) apresenta dois pilares de mudanças ocorridas no século XX, que seriam os grandes desafios da humanidade para um cenário futuro, ainda imprevisível. Essa imprevisibilidade seria fruto de um estado de constantes e significativas alterações, acontecendo de forma acelerada nas relações humanas e, no resultado dessas relações, na interação com o planeta. Os dois pilares apresentados são: a crise climática e a crise humana. Segundo o autor, ambas teriam a mesma origem, na inabilidade humana de gerir recursos e de potencializar talentos. Esses desafios, segundo ele, para serem solucionados, necessitam de uma revolução na forma como encaramos a educação.

Como podemos perceber em toda a obra de Robinson (2006, 2010, 2013), os termos revolução e transformação não são usados de forma deliberada. O autor aponta que, atualmente, inúmeros países se encontram em processo de reforma do sistema de

educação pública (2010) e o problema dessas reformas pode ser resumido em dois aspectos principais: a imprevisibilidade do futuro e a forma antiquada e repetitiva do modelo, ainda com aspectos do passado. O modelo padrão de educação, aplicado por muitos países, está baseado na noção de formação para o mercado de trabalho e, comumente, sendo responsável por aniquilar a criatividade (2006, 2010).

Nos Estados Unidos, por exemplo, Robinson (2013) revela a incongruência do slogan utilizado para a educação pública “no children are left behind”, que traduzido literalmente seria “nenhuma criança fica para trás”. Ironicamente, revela o autor, o número de americanos que desistiu dos estudos aumentou de forma considerável em razão de: conformidade do modelo educacional; padronização de disciplinas e incapacidade das instituições de suprir suficientemente as expectativas e/ou necessidades dos estudantes. Essas características formam o cenário chamado de ‘Vale da morte da educação’. E como superá-lo? Inicialmente, é preciso entender que a capacidade humana é pautada pela diversidade e variedade. Além disso, segundo Robinson (2013), seres humanos são aprendizes naturais, curiosos por natureza e devemos incentivar esse comportamento ao invés de limitá-lo ou domá-lo. Finalmente, a criatividade é apontada, pelo autor, como a principal direção da educação para o futuro. Em sua palestra conferida em 2013, Robinson aponta o sistema finlandês de educação como um dos mais preparados para enfrentar as dificuldades atuais, pois entende a diferença entre educação e ensino e coloca o ato de ensinar, como um facilitador do aprendizado, enquanto outros países ainda utilizam a educação apenas como um ritual de teste e avaliação. O segredo, para o autor, está na formação profissional de professores um investimento para o futuro e na formação de lideranças criativas.

A criatividade na solução de problemas

A criatividade é vista como um recurso valioso na solução de problemas. Segundo Robinson (2006), a criatividade humana, quando potencializada, poderia: 1. Apresentar uma variedade de soluções para os problemas apresentados e; 2. Seria a melhor estratégia para encarar a imprevisibilidade do futuro. Para Ashby e Johnson (2002), uma estrutura criativa fundamentada é a base do sucesso de um bom profissional de design. Os autores associam a mente de um designer a “um pote em fusão”, onde o repertório pessoal está em constante expansão. Ainda apresentam aspectos ligados à seleção de materiais em projetos, deixando claro o entendimento de que os profissionais da área utilizam diversos recursos como fontes de inspiração, mas que não existe um único caminho sistemático que garanta o sucesso de projetos. Na concepção apresentada por eles, os profissionais criativos buscam capturar e guardar muitas ideias, reações e sensações de texturas, formas, cores, para elaborar soluções diversas de combinações desses tópicos, de forma a selecionar as soluções mais adequadas, de acordo com a demanda do projeto. Os autores revelam, em sua obra, que os principais recursos utilizados seriam: revistas e anuários de Design, exposições e mostras de museus, feiras comerciais, amostras de materiais, colagens e quadros de referência, ferramentas e métodos criativos, rascunhos, ‘sketchs’ e CAD (*Computer aided design*), modelos,

'*Mock-ups*', protótipos e natureza como inspiração. Ainda, o objetivo máximo dessa estrutura criativa seria:

- Capturar e estocar material e processar informações vindas de revistas, anuários, amostras, dentre outros mencionados anteriormente.
- Apresentar informação sobre materiais e processos num formato criativo que seja relevante para o processo de produto.
- Permitir a "navegação" por materiais e processos potenciais via 'links' ou procura textual.
- Permitir a recuperação de informações sobre aspectos técnicos e atributos percebidos de materiais e processos, além de produtos (ASHBY; JOHNSON, 2002, p. 39).

Como mencionado anteriormente, os modelos educacionais atuais tendem a destruir a criatividade. Suas estruturas visam filtrar certas características e moldar academicamente os estudantes (ROBINSON, 2006). O autor aponta o exemplo da academia, para explicar historicamente esse modelo. As universidades estão, atualmente, infladas e isso se deve a um modelo industrializado da educação (2010). Esse modelo tem raízes no século XIX, com bases no Iluminismo e na Revolução Industrial que definiram as habilidades acadêmicas desejáveis, pautadas num imperativo econômico. Desse modo, o modelo educacional indica o não acadêmico como reprovado no qual as competências são pautadas na alfabetização e se estruturam numa hierarquia de disciplinas. Essa noção de linearidade é um problema na atualidade, devido à complexidade dos problemas contemporâneos. A vida é orgânica e complexa, talentos também e o século XXI apresenta o imperativo de um mercado global com identidades culturais diversas. O modelo educacional se tornou ultrapassado e as novas gerações o associam, regularmente, com sensação de aprisionamento, desestímulo, tédio e punição (ROBINSON, 2010). Ainda, as artes além de outras disciplinas e atividades que aprimoram a criatividade, são vítimas desse modelo industrializado de educação.

Robinson (2010) aponta que, desenvolver um modelo de educação inovador para a maior crise humana da história, será uma empreitada desafiadora que deverá nos livrar da tirania do senso comum. Para o autor, a definição de criatividade adequada ao contexto é: o processo de gerar ideias originais que tenham valor. Para mudar os paradigmas educacionais, devemos desenvolver a capacidade humana do pensamento divergente ou pensamento lateral, que envolve muitas possibilidades e respostas para uma pergunta ou problema; pensar lateralmente, enxergar soluções. Essa capacidade imaginativa foi estudada por muitos cientistas cognitivos e revela que o atual modelo educacional tende a diminuí-la. Em experimentos diversos, nota-se que crianças ainda não alfabetizadas, entre três e cinco anos de idade, são comumente dotadas de maior capacidade imaginativa e pensamento lateral do que crianças entre cinco e dez anos de idade, já alfabetizadas. Se comparadas a adolescentes entre 13 e 15 anos de idade, então, as discrepâncias são ainda maiores.

Em 2006, ao proferir uma palestra sobre o tema, Robinson descreve uma nova concepção da ecologia humana baseada na capacidade da inteligência. Segundo ele, a inteligência humana já oferece diretrizes para a estruturação de novos princípios educacionais que teriam o futuro em mente e não seriam mais tratados, por governos e instituições, como *commodities*. Essas diretrizes seriam: a diversidade, o dinamismo e a distinção ou particularidade. A diversidade está ligada às diversas maneiras que podem ser utilizadas, por um indivíduo, para aprender: sons, cheiros, tato, conversas, leituras e outros. O dinamismo está ligado às capacidades de interação e interatividade, onde o aparato de aprendizagem se potencializa devido às relações sociais e culturais. Por fim, a distinção ou particularidade estão ligadas à subjetividade que tornam um indivíduo específico, talentoso para dança, matemática, ou qualquer outra atividade e como encontrar e refinar esse talento.

Auxílio visual ao ensino de materiais relacionado ao design

Uma revisão da literatura, ligada ao ensino de materiais no design, revela conceitos importantes. As teorias educacionais, comumente abordadas na atualidade, sugerem que o aprendizado é relacionado à reconstrução do conhecimento, a partir de informações adquiridas anteriormente e não, apenas pautado na transferência destas, advinda de um *expert*. Na verdade, entende-se que, “a estratégia mais apropriada para o ensino e aprendizagem é tornar explícito o conhecimento prévio do estudante, criar conflitos cognitivos advindos de conceitos científicos quando necessário e, então, auxiliar o estudante a adaptar seu raciocínio conceitual” (VRIES, 2014, p. 329). Pesquisas revelam barreiras conceituais diversas referentes a materiais e suas propriedades. Algumas delas, revelam os cientistas, são ligadas a idades ou contextos específicos, porém destaca-se um em particular. No aprendizado de materiais, no contexto do design, afirma Vries (2014), o principal problema se dá na relação entre a natureza física do artefato-no-design e a funcionalidade-artefato-no-design, isto é, significa que, aprender sobre materiais, compreende ao menos três tipos de conhecimento: das propriedades dos materiais, das funções desejadas e das relações entre eles. Uma resposta a essa barreira de aprendizado é a chamada abordagem conceito-contexto: uma sugestão de que noções abstratas como as propriedades dos materiais e as funções dos artefatos, deveriam ser aprendidas a partir de uma série de experiências contextuais, das quais características genéricas podem ser inferidas, ajudando estudantes a desenvolverem uma noção abstrata mais aprofundada.

Outra abordagem educacional direcionada aos designers e relacionada aos materiais e processos, é pautada no raciocínio visual dos profissionais. Nos últimos anos, algumas obras deram continuidade aos preceitos apontados por Ashby e Johnson (2002) ao utilizarem imagens, desenhos e esquemas para aprofundar o conhecimento técnico de materiais e processos para profissionais de design, dentre eles Lefteri (2009), Thompson (2011, 2012, 2013), Kula (2012). Esses modelos estariam inseridos num novo momento do ensino de materiais voltado, especificamente, para a proficiência em materiais, i.e., o entendimento das propriedades dos materiais relacionados a aspectos sensoriais e

emocionais, percepção de valor, limites, aplicações de processos de manufatura, além da linguagem estética do objeto.

Com algumas variações entre cada uma das abordagens, essas obras visam a servir de guias práticos para apresentar a designers, de forma direta e completa, aspectos ligados às características técnicas, sensoriais, econômicas e estéticas de materiais e processos de fabricação. Thompson, por exemplo, além da principal obra *'Manufacturing Processes for Design Professionals'* (2007) apresenta a série *"The Manufacturing Guides"* que expõe, de forma agrupada, temas específicos como, por exemplo: *"Product and Furniture Design"*, *"Sustainable Materials, Processes and Production"*, dentre outros. Em todas essas obras, existem organizações de grupos de processos, como: processos de conformação, corte, junção e acabamento de superfície. De forma holística, esses manuais ilustrados trazem exemplos de produtos bem detalhados e mostram aspectos ligados a custo de produção, qualidade de acabamento, aplicações típicas, processos semelhantes ou relacionados, volume e velocidade de produção e configurações direcionadas ao impacto produtivo no meio ambiente. Este último quesito, por sua vez, merece uma atenção especial.

Estratégias e recursos de design para a sustentabilidade

Muitos autores, de diversas áreas, apontam o cerne da relação da humanidade com a gestão dos recursos do planeta como uma questão crucial para o próximo século. Como revela a obra de Robinson (2006, 2010, 2013), a educação teria um papel importante a cumprir. Mas e o design? Como preparar designers para enfrentar juntamente a outros profissionais essa importante tarefa? Obras recentes da área visam exemplificar e sintetizar estratégias e recursos de design para o desenvolvimento sustentável. Muito além de olhar para a finitude dos recursos naturais, essas estratégias apresentam alternativas que estão alinhadas a demandas culturais e sociais, territoriais e econômicas. Se Ashby e Johnson (2002), Manzini (2002), Bistagnino, Celaschi e Germak (2008), Moraes (2010), dentre muitos outros cientistas do campo do design, apresentam o potencial da área para contribuir com os sistemas de produção vigentes, ou até mesmo transformá-los, torna-se necessário definir o que são as estratégias ou recursos de design para a sustentabilidade, como se encontram nas bibliografias e como utilizá-las no ensino de materiais, no design.

Barbero e Cozzo (2009), por exemplo, afirmam que o design, voltado para o desenvolvimento sustentável, é caracterizado por uma vibrante habilidade criativa para procurar estratégias alternativas de sistemas, tecnologias e produção e que, produtos projetados dessa maneira, são flexíveis e duráveis, modulares ou multifuncionais e adaptáveis ou recicláveis. Essa visão reforça o entendimento de Ashby e Johnson (2002), indicado no início desse estudo, bem como a abordagem de Robinson sobre a criatividade.

Nessas obras, percebe-se a amplitude das soluções possíveis. Fuad-Luke (2010) sugere mais de 170 recursos de design para a sustentabilidade. Esse autor dedica mais atenção às fases do processo de design e situa os recursos ligados à

sustentabilidade em relação às fases do projeto e do ciclo de vida do produto. Já Barbero e Cozzo (2009) e Proctor (2009) exibem tipologias que classificam esses recursos de acordo com a natureza da solução de projeto adotada. Em ambas as obras, as autoras desenvolvem nove tipologias diferentes, que visam a recomendar diretrizes para as estratégias de desenvolvimento de produto que, quando conjugadas, geram variado repertório de possibilidades complexas, em concordância com as descobertas de Vries. A síntese das tipologias é apresentada de forma diversa por diferentes autores. As tipologias de estratégias de design, para a sustentabilidade, segundo Barbero e Cozzo (2009) são:

1. Design de componentes
2. Redução de materiais e design para desmontagem
3. Uso de monomateriais e biomateriais
4. Reciclagem e reuso
5. Miniaturização
6. Design de serviços
7. Tecnologias sustentáveis
8. Design sistêmico
9. Eco comunicação

Com algumas semelhanças na organização das estratégias, Proctor (2009) apresenta também nove estratégias distintas para o desenvolvimento de produtos com responsabilidade ambiental:

1. Biodegradável
2. Comércio justo
3. De origem local
4. Baixo consumo energético
5. Poucos resíduos
6. Sem substâncias tóxicas
7. Reciclável
8. Reciclado
9. Boa gestão de recursos

As bibliografias atuais identificam um leque de soluções de design para a sustentabilidade. Nesse contexto, as práticas de design geram um novo capítulo na história da cultura material.

Conclusões

Como podemos acompanhar, nessa breve revisão de literatura, o século XX apresentou, do ponto de vista tecnológico e científico um aumento significativo na quantidade de materiais e processos de fabricação. Estes, por sua vez, serviriam de recursos para os profissionais de design na criação de novos objetos e bens de consumo. Porém, a insustentabilidade do sistema produtivo, em relação à finitude dos recursos naturais,

causou impactos substanciais no meio ambiente, tornando-se o principal problema do final do século XX e início do século XXI.

Nesse contexto, diversos autores indicam, como uma demanda para o futuro próximo, uma nova perspectiva do uso de materiais e processos de fabricação que levem em consideração os problemas atuais, além de permitir novas possibilidades e perspectivas. O ensino de materiais e processos para o futuro do design, também se insere nessa valiosa discussão. Na visão da educação, uma transformação do sistema de ensino torna-se necessária, iniciando-se com o entendimento da criatividade como uma solução de problemas. Para isso, seria importante o ensino constante de uma proficiência criativa, isto é, o uso consciente de ferramentas criativas na solução de problemas de real impacto na vida humana.

No contexto do Design, a seleção de materiais também é importante. A compreensão, pelos designers, dos aspectos técnicos, emocionais, sociais e culturais envolvidos nos materiais utilizados para a construção da nossa cultura material, se torna um aspecto chave. Essa percepção de forma holística, somada à consciência relativa aos problemas gerados pelo sistema criado no século XX, poderiam revolucionar os sistemas produtivos, tornando-os sustentáveis.

Como foi apresentado, existem duas abordagens utilizadas atualmente, para facilitar o processo de aprendizagem por novos designers, nas questões ligadas aos materiais e processos. Envolvidas nos caminhos para o desenvolvimento sustentável, a primeira delas tem relação com ajuda visual no entendimento de materiais e processos, tornando a absorção dos conceitos abstratos, mais rápida e inteligível por profissionais acostumados a trabalhar com auto-refinamento da percepção visual e sua relação com os demais sentidos.

A outra solução trata da organização ou indexação de estratégias e recursos de design para a sustentabilidade. Essas estratégias abrem caminhos para o aprofundamento e refinamento de soluções técnicas em projetos de design de produtos, que permitiriam novas soluções para o futuro da produção mundial de bens de consumo.

Como se pode perceber, as novas tecnologias de materiais, associadas a uma visão de educação alinhada à criatividade como solução de problemas, torna mais esperançosa e fundamentada a noção de que os obstáculos gerados pelo alto consumo e alta produção, insustentáveis do século XX, podem ser superados. Entende-se, pela leitura das obras ligadas ao tema, que vivemos num momento de transição, relacionado aos temas expostos. Nesse cenário, outros estudos e pesquisas tornam-se necessários para apresentar a direção que esses tópicos tomarão pelos próximos anos.

REFERÊNCIAS

ASHBY, M.F.; JOHNSON, K. **Materials and design**: the art and science of material selection in product. Oxford: Elsevier, 2002.

BARBERO, S.; COZZO, B. **Ecodesign**. New York: H.F. Ullmann, 2009.

BENSON, E.; STEPHENS, A.; STEPHENS, S. **The big book of green design**. New York: Collins Design, 2009.

BISTAGNINO, L.; CELASCHI, F.; GERMAK, C. **Uomo al centro del progetto**: design per un nuovo umanesimo. Torino: Umberto Allemandi & C., 2008.

FIELL, C.; FIELL, P. **Guida al design**: concezioni, materiali, stili. Italia: Taschen, 2006.

FUAD-LUKE, A. **Ecodesign**: the sourcebook. 3. ed. London: Chronicle Books, 2010.

KARANA, E., PEDGLEY, O., ROGNOLI, V. (Eds) *et al.* **Materials Experience**: fundamentals of materials and design. Oxford: Elsevier, 2014.

KULA, D. **Materiologia**: o guia criativo de materiais e tecnologias. São Paulo: Senac, 2012.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.

MORAES, D. de. **Metaprojeto**: o design do design. São Paulo: Blucher, 2010.

LEFTERI, C. **Como se faz**: 82 técnicas de fabricação para design de produtos. São Paulo: Blucher, 2009.

PROCTOR, R. **1000 new eco designs**. Barcelona: GG, 2009.

REIS, D. **Product design in the sustainable era**. Cologne: Taschen, 2010.

ROBINSON, K. **Do schools kill creativity?**. TED Ideas Worth Spreading, 2006. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity>. Acesso em: maio, 2017.

_____. **Bring on the learning revolution!**. TED Ideas Worth Spreading, 2010. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_bring_on_the_revolution>. Acesso em: maio, 2017.

_____. **Changing education paradigms**. TED Ideas Worth Spreading, 2010. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/ken_robinson_changing_education_paradigms>. Acesso em: maio, 2017.

_____. **How to escape education's death valley.** TED Ideas Worth Spreading, 2013. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/ken_robinson_how_to_escape_education_s_death_valley>. Acesso em: maio, 2017.

THOMPSON, R. **The Manufacturing Guides:** product and furniture design. London: Thames & Hudson, 2011.

_____. **Manufacturing Processes for Design Professionals.** New York: Thames & Hudson, 2012.

_____. **The Manufacturing Guides:** sustainable materials, processes and production. London: Thames & Hudson, 2013.

VEZZOLI, C. **Design de sistemas para a sustentabilidade.** Salvador: EDUFBA, 2010.

VRIES, M. J. The Concept-Context Approach to Learning Material Properties in Design (-Related) Education. In: KARANA, E.; PEDGLEY, O.; ROGNOLI, V. (Eds)

Materials Experience: fundamentals of materials and design. Oxford: Elsevier, 2014. cap.23, p. 329-336.

WALKER, S. **Sustainable by design:** explorations in theory and practice. London: Earthscan, 2006.

_____. **The spirit of design:** objects, environment and meaning. London: Earthscan, 2011.