

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
Faculdade de Ciências e Tecnologia
(Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente)

**Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta
criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis.**

Por

Marina Arminda Ribeiro Soares

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a
obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente.

Orientador: Paula Antunes

Co-orientador: António Câmara

Lisboa

(2008)

Agradecimentos

Algumas pessoas desempenharam um papel importante para o desenvolvimento desta tese. Começo por agradecer à minha orientadora Paula Antunes pelo seu optimismo e motivação e ao co-orientador António Câmara pela prontidão nas respostas e pelos contactos úteis que me forneceu. Gostaria também de agradecer ao professor Nuno Videira pela ajuda na escolha do tema da tese, bem como a Inês Sousa pelos conselhos importantes que me guiaram no início do trabalho. Agradeço também a Rui Frazão pela motivação e por me ter colocado em contacto com Luís Peçanha que foi extremamente prestável e atencioso num momento crucial da tese.

Quero também expressar a minha gratidão para com amigos e colegas que me suportaram e animaram nos momentos de desânimo, em particular a Rita Margarido. Em especial, quero agradecer à minha família e ao Filipe pela paciência, apoio e encorajamento desde o início do desenvolvimento da tese.

Sumário

Esta tese tem como objectivo o desenvolvimento de uma ferramenta baseada na WEB que combine informação sobre ecodesign com a selecção de ideias inspiradas na natureza. Trata-se de uma base para desenvolvimentos futuros, em que se apresentam linhas orientadoras com a intenção de apoiar os designers na escolha de opções criativas para o design dos seus produtos.

Com o crescimento das preocupações ambientais, a adopção de práticas e comportamentos benéficos ambientalmente, como o ecodesign, tem conduzido ao desenvolvimento de um pensamento de ciclo de vida, relativamente a tudo o que é produzido pelo Homem. Esta abordagem holística do processo de desenvolvimento do produto deve ser considerada na criação de novos produtos. Para tal, o processo criativo do designer deve ser informado ambientalmente e deve ser devidamente induzido através de ferramentas adequadas. O protótipo de ferramenta desenvolvido pretende constituir um alerta para uma área com grande potencial e com grandes vantagens do ponto de vista ambiental e de responsabilização social. Esse alerta realiza-se através da incitação para o uso de analogias com o mundo natural contribuindo assim para a divulgação e efectiva aplicação do Biomimetismo no design de novos produtos.

Abstract

The objective of this thesis is to develop a web-based tool that combines information on eco-design with the selection of nature-inspired ideas. It is the foundation for future developments and presents guidelines to support designers in selecting creative options to design their products.

With the increase of environmental concerns, the adoption of procedures and behaviours that are environmentally friendly, like ecodesign, has led to the development of a life-cycle thinking in regard to all that is produced by Mankind. This holistic approach to the product development process should be considered when creating new products. For that, the creative designer should be environmentally informed and aptly induced through the adequate tools. The implemented tool prototype intends to provide a warning for an area with great potential and great advantages from the environmental and social awareness. This warning is produced by fostering the use of analogies with the natural world, helping therefore in disseminating and effectively applying Biomimicry to the design of new products.

Simbologia e Notações

PDP	Processo de Desenvolvimento do Produto
DfE	Design for Environment
LCA	Life- Cycle Assessment
CNUAD	Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento
WCED	World Commission on Environment and Development
ONG	Organização Não Governamental
IDSA	Industrial Designers Society of America
ISO	International Organization of Standardization
WBCSD	World Business Council on Sustainable Development
TRIZ	Theory of Inventive Problem Solving

Índice de Matérias

Agradecimentos	i
Sumário	ii
Abstract.....	iii
Simbologia e Notações	iv
Índice de Matérias.....	v
1. Introdução.....	8
1.1. Motivação	8
1.2. Sustentabilidade – Necessidade de mudança.....	9
1.3. Sustentabilidade nas empresas – criação de produtos sustentáveis.....	10
1.4. Design como fase crucial do ciclo de vida dos produtos	12
1.5. Enquadramento do ecodesign na empresa.....	14
1.6. Relação entre natureza e design – passado ou presente?.....	15
1.7. Delineação da tese	16
2. Definição do problema	18
3. Revisão da Literatura	20
3.1. Design – fase central no desenvolvimento de um produto	20
3.1.1. O design: importância e influência	20
3.1.2. Enquadramento da fase de design.....	22
3.1.3. Importância da integração de conhecimentos	28
3.1.4. Papel dos designers industriais: capacidades.....	30
3.1.5. Inovação no design de produtos	31
3.1.6. Nova abordagem ao design – mudança de paradigma	32
3.1.7. Resumo	33
3.2. Ecodesign.....	34
3.2.1. Importância	34
3.2.2. Comparação do ecodesign com o design tradicional	35
3.2.3. Ecoprodutos – produtos eco-eficientes	37
3.2.4. Motivações e entraves à implementação do ecodesign	39
3.2.5. Ferramentas de ecodesign – breve descrição.....	42
3.2.6. Limitações e lacunas das ferramentas - para os designers industriais	45
3.2.7. Resumo	47
3.3. Biomimetismo	48
3.3.1. Sistemas naturais – exemplos a seguir.....	48
3.3.2. O que é Biomimetismo?.....	50

3.3.3.	A origem e evolução de uma nova ciência	51
3.3.4.	Bio-inspiração e Bio-design: soluções de design no mundo natural	55
3.3.5.	Biomimetismo e Ecodesign – elo comum.....	56
3.3.6.	Ferramenta criativa de ecodesign - Biomimetismo	57
3.3.7.	Resumo	59
4.	Metodologia – Ferramenta BIODESIGNER.....	60
4.1.	Enquadramento	60
4.2.	Descrição e objectivos gerais da ferramenta.....	60
4.3.	Para quem é que esta ferramenta é direccionada?.....	64
4.4.	Quando deve ser usada esta ferramenta?	66
4.5.	Qual a razão desta ferramenta?.....	67
4.6.	Como é que esta ferramenta apresenta/aborda os conteúdos?.....	69
4.7.	Como é que esta ferramenta deve ser usada?.....	70
4.8.	Recomendações de utilização	72
5.	Conclusões e desenvolvimentos futuros	75
6.	Referências bibliográficas	77

Índice de Figuras

Figura 1.1	Relação entre as fases do processo de design do produto e os custos inerentes às mudanças no design.....	13
Figura 1.2	Diferentes disciplinas no PDP	14
Figura 3.1	Processo de design e processo científico do pensamento	20
Figura 3.2	Processo genérico de desenvolvimento de um novo produto.....	22
Figura 3.3	Processo de identificação das necessidades dos consumidores.....	23
Figura 3.4	Processo de geração e selecção dos conceitos	24
Figura 3.5	Passos do processo de design de um produto	25
Figura 3.6	Constituintes de uma equipa de design do produto	28
Figura 3.7	Enquadramento do designer	30
Figura 3.8	Evolução do foco ambiental na perspectiva da indústria	32
Figura 3.9	Ciclo de vida dos produtos e materiais	34
Figura 3.10	Níveis de modificações no produto.....	38
Figura 3.11	Variedade de ferramentas de ecodesign	43
Figura 4.1	Página inicial do <i>website</i> da ferramenta BIODESIGNER.....	61
Figura 4.2	Objectivos gerais da ferramenta BIODESIGNER.	64
Figura 4.3	Variação da liberdade do designer ao longo do processo de design do produto.....	66

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 Comparação entre o design convencional e o design ecológico.....	36
Tabela 3.2 Forças motrizes internas e externas para a implementação do ecodesign nas empresas	40
Tabela 3.3 Papeis dos principais <i>stakeholders</i> no ecodesign.....	40
Tabela 3.4 Principais vantagens e desvantagens de algumas ferramentas de ecodesign....	44
Tabela 3.5 Comparação entre a perspectiva ecológica e a perspectiva de engenharia.....	49
Tabela 3.6 Princípios de Biomimetismo definidos por dois autores diferentes.....	54
Tabela 4.1 Principais características da ferramenta de ecodesign: BIODESIGNER.....	62

1. Introdução

1.1. Motivação

O interesse público pelas questões ambientais tem vindo a crescer desde os anos 60, reflectindo-se hoje em todos os sectores da sociedade. A recente tomada de consciência da magnitude dos impactes das actividades humanas sobre os ecossistemas leva a que os consumidores comecem a procurar e a exigir produtos mais benéficos ambientalmente.

As progressivas pressões sociais e governamentais têm induzido as empresas a repensar os seus processos industriais e as suas metodologias de design e produção de novos produtos. Soluções sustentáveis requerem uma integração de vários tipos de conhecimento, e nesta medida, o design pode desempenhar um papel facilitador e integrador. (Wahl, 2006) Sendo o design uma fase inicial do ciclo de vida de um produto, é de toda a importância actuar neste estágio crítico, de forma a minimizar impactes ambientais e os custos que se repercutem nas fases subsequentes. Há que apostar na prevenção, em detrimento do uso das tecnologias de fim de linha.

A procura por soluções sustentáveis requer a incorporação da variável ambiental desde a concepção até o fim do ciclo de vida do produto, o que se entende como design ecológico de produtos, ecodesign ou *Design for Environment* (DfE). Integrar o ecodesign no design de produtos é uma tendência emergente, essencial para as empresas que se pretendem distinguir pela qualidade dos seus produtos, e assumir uma posição competitiva no mercado. Como incentivo à inovação, o uso do ecodesign encoraja a optimização do design dos produtos, no sentido da melhoria da sua performance ambiental. No entanto, para os designers as considerações ambientais representam um novo desafio. Tradicionalmente, estes confinavam o seu trabalho a considerações específicas de uma fase do ciclo de vida do produto, ligando as necessidades dos consumidores ao desempenho requerido para os produtos. Mas para uma aplicação bem sucedida do ecodesign, as considerações dos designers devem estender-se a todos os estágios do ciclo de vida dos produtos. (Burall, 1996; Lewis et al., 2001).

Na aplicação do ecodesign às actividades das empresas, palavras-chave como recursos renováveis, eficiência energética e resíduos são ubíquas. Todos estes conceitos podem associar-se também aos sistemas naturais, sistemas presumivelmente sustentáveis, pois têm existido há centenas de milhões de anos (Benyus, 1997). Ao longo da evolução, a natureza refinou as suas formas, processos e sistemas, através de um conjunto de etapas incrementais. Este complexo enlace de forças evolutivas assegura a qualidade dos sistemas resultantes, sistemas altamente adaptados. (Lodato, 2005) A natureza deve ser olhada como uma fonte de soluções baseadas em princípios sustentáveis de vida.

A natureza tem sido, é, e será uma fonte infinita de inspiração para a humanidade. (Podborschi et al., 2005) A fim de criar designs sustentáveis, os designers terão que mover-se de uma perspectiva da cultura como aparte da natureza, para uma perspectiva mais holística e participatória da cultura, como uma parte da natureza e a aprendizagem da natureza. (Wahl, 2006) A tendência para uma abordagem holística da Natureza conduziu ao surgimento, nos anos 50 – 60, de uma nova ciência, a Biónica ou Biomimetismo, uma abordagem mais orientada tecnologicamente para aplicar as lições de design da natureza. Com o intuito de explorar as ideias que a natureza oferece, os designers devem servir-se de metodologias de design e desenvolvimento dos produtos. Algumas condições que poderão facilitar a integração das questões ambientais no trabalho diário dos designers são:

- Existência de ferramentas que permitam confirmar e escolher alternativas;
- Educação e informação para os designers, que estimule o conhecimento e os motive;
- Guidelines ligadas ao processo de desenvolvimento do produto (PDP), de forma a assegurar que as preocupações com os impactes ambientais são consideradas em todas as fases do ciclo de vida do produto.

1.2. Sustentabilidade – Necessidade de mudança

Em particular após a Revolução Industrial, a ciência permitiu desenvolver um vasto conjunto de tecnologias manipulativas para cobrir as necessidades básicas da sociedade. A satisfação imediata dessas necessidades forçou os designers a negligenciarem as consequências dos seus actos. (Magnoli et al., 2002).

As tecnologias constituem a forma como os humanos interagem com o mundo físico, químico e biológico. Ainda assim, esta interacção, apesar de ter melhorado o padrão de vida de muitos povos, durante décadas ignorou as relações das actividades humanas com a biosfera. (Wahl, 2006) O domínio da tecnologia sobre o meio natural, que caracterizou a Revolução Industrial, conduziu à extensão do grau de poluição a uma escala planetária.

O uso descontrolado de combustíveis fósseis e de outros recursos naturais, bem como a destruição dos ecossistemas, levou à alteração do padrão climático e da composição atmosférica do planeta. Tais agressões acarretaram a diminuição da resiliência e saúde de muitos dos ecossistemas do mundo, e as consequências na civilização humana fazem-se sentir hoje mais do que nunca.

A sociedade, em particular os designers encontram-se perante a necessidade de lidar com as consequências da poluição. (Magnoli et al., 2002). Contudo, os problemas ambientais de hoje prendem-se não só com a evolução tecnológica desmedida mas também com o crescimento exponencial da população. No sentido de minimizar a ocorrência de problemas

ambientais há que encontrar um equilíbrio entre o crescimento populacional e económico em harmonia com o respeito pelo ambiente.

A preservação do ambiente, aliada a um desenvolvimento económico e social constituem as três dimensões essenciais do desenvolvimento sustentável. Em termos globais, a questão da sustentabilidade foi levantada pela Comissão Mundial sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (World Commission on Environment and Development - WCED) também designada por Comissão Brundtland. O relatório de Brundtland, publicado em 1987, definiu o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades humanas actuais sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Mais tarde, em 1992, esta questão foi integrada na agenda da política mundial, na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (CNUAD), que teve lugar no Rio de Janeiro. Na CNUAD, também designada Cimeira da Terra, os Chefes de Estado motivaram os países, as organizações internacionais e as Organizações Não Governamentais (ONG) a trabalharem em conjunto com a finalidade de alcançar um desenvolvimento sustentável.

1.3. Sustentabilidade nas empresas – criação de produtos sustentáveis

Como resultado da CNUAD, surgiu um documento denominado Agenda 21. Este documento está voltado para os problemas prementes actuais e tem o objectivo de preparar o mundo para os desafios do século XXI. A Agenda 21 reflecte um consenso mundial e um compromisso político ao mais alto nível no que diz respeito a desenvolvimento e cooperação ambiental. Neste sentido, são cruciais as estratégias, os planos, as políticas e os processos nacionais. (Agenda 21, 1992)

De facto, nos últimos anos tem surgido legislação ambiental nova e progressivamente mais exigente. Tal deve ser encarado pelo mundo empresarial como uma oportunidade de ganhar vantagem competitiva e como um incentivo à inovação. A crescente e sofisticada plataforma legislativa é uma forma de encorajar a atenção para as questões ambientais, assim como fornecer indicadores de performance que deverão ser usados como medidas de comparação e melhoria. (Burall, 1996)

A introdução do conceito de desenvolvimento sustentável e a sua adopção pela comunidade empresarial marcou uma transformação na atitude da indústria. A instituição de mecanismos de responsabilidade ambiental, conduziu ao estabelecimento de standards de performance e códigos de práticas. (Feksel, 1996) Estes standards têm alargado o conceito de

responsabilidade a todo o ciclo de vida dos produtos de uma empresa. Segundo Burall (1996), o crescimento da regulamentação ambiental, o desenvolvimento de standards e os esquemas de rotulagem ecológica constituem as forças motrizes mais significantes para a adopção de práticas sustentáveis pelas empresas.

A transformação na atitude da indústria traduziu-se numa mudança de paradigma. A adopção de práticas sustentáveis requereu uma mudança do sistema linear de uso dos recursos – onde os materiais e energia são usados e depois “deitados fora” – para um sistema circular. Num sistema económico circular, a ênfase passa para o uso mais eficiente dos recursos, o aproveitamento e reutilização da energia e materiais residuais de forma a minimizar as perdas. Uma abordagem deste tipo, caracterizada por uma perspectiva ciclo de vida, tem o efeito de prevenção da poluição e por conseguinte é um passo incremental para a sustentabilidade. (Burall, 1996; Graedel e Allenby, 1995; Wimmer e Züst, 2006) O ecodesign surgiu desta nova lógica de pensamento.

Actualmente as empresas enfrentam novos desafios, além das exigências legislativas ambientais, salienta-se o aumento da competitividade global, as expectativas mais elevadas do consumidor e o aumento dos custos de energia, dos materiais e do trabalho.

A complexidade destes desafios requer uma mudança profunda não só no mundo empresarial em geral, mas também no desenvolvimento de produtos. (Burall, 1996) Como resposta a esta mudança, as empresas devem desenvolver produtos e serviços sustentáveis e inovadores. Para tal, torna-se fulcral a colaboração entre diversas disciplinas e a cooperação política e cívica numa escala local, regional, nacional e global.

Segundo Sánchez (1998), a complexidade e competitividade do mercado actual requer uma nova abordagem ao desenvolvimento de produtos, relativamente à:

- Complexidade, flexibilidade e variedade de designs de produto;
- Crescente procura por produtos desenvolvidos despendendo menos tempo e custos;
- Preocupação com a importância do design do produto no seu ciclo de vida;
- Disponibilidade de novos materiais, processos produtivos e tecnologias;
- Melhor performance, disponibilidade e qualidade do produto.

Do ponto de vista empresarial, a consideração das questões ambientais no PDP implica o conhecimento de como as actividades das empresas afectam o ambiente. (Åkermark, 2003) Estas actividades envolvem tanto o PDP como o produto em si. O produto é a questão central das empresas, e como tal compete-lhes assegurar que cada novo produto irá (Hartley, 1992):

- Ser o produto desejado pelos consumidores, ao preço que estão dispostos a pagar;
- Chegar ao mercado rapidamente;
- Ser desenhado com o maior nível de qualidade e fiabilidade;

- Ser de produção fácil, em grandes volumes;
- Conter o menor número de partes;
- Ser de fácil montagem.

Estes são os principais propósitos do ecodesign, e devem ser conseguidos no intuito de maximizar a durabilidade, reciclabilidade e reparabilidade. Segundo Hartley (1992), a melhor forma de os conseguir atingir é através de uma equipa que consiga gerir os conflitos entre estes objectivos e o benefício do projecto, numa base de trabalho coesa e informada. Além disso, é recomendável que todos estes objectivos sejam considerados desde a primeira fase do PDP.

1.4. Design como fase crucial do ciclo de vida dos produtos

O design e a tecnologia que o Homem produz interagem com os ciclos naturais, que mantêm a saúde dos ecossistemas e suportam a vida do planeta. Uma transição para a sustentabilidade requer uma nova abordagem ao design e tecnologia, baseada numa visão do mundo participativa e holística, caracterizada pela integração transdisciplinar das múltiplas perspectivas. (Wahl, 2006) Segundo Wahl (2006), o design implica uma necessidade para a tomada de decisão baseada em perspectivas e disciplinas múltiplas. Quando o design inclui a vertente ecológica oferece uma estrutura integrada, de encontro às necessidades humanas. De facto, o design tem o potencial para desempenhar um valioso papel no desenvolvimento de produtos benéficos ambientalmente. (Burall, 1996)

Em 1992, John H. Gibbons (in Burall, 1996), Director do U.S. Congressional Office of Technology Assessment, disse:

O design de um produto é um foco ambiental importante, porque as decisões de design determinam directa ou indirectamente os níveis de uso dos recursos e a composição dos resíduos gerados. Uma vez que o design do produto acompanha as decisões mais cruciais das actividades das empresas, a consideração de objectivos ambientais pelos designers pode ter implicações competitivas importantes. As oportunidades de mercado para bens e serviços sensíveis ambientalmente estão em expansão.

Os impactes ambientais ocorrem em todas as fases do ciclo de vida dos produtos, no entanto, a maioria dos impactes é intrínseca às características do produto que são definidas na fase do design, quando os materiais são seleccionados e se estabelece qual deverá ser o desempenho do produto. (Lewis et al., 2001)

O design constitui uma das fases iniciais do PDP. É na fase de design que são tomadas as decisões mais críticas, no que diz respeito a custos, aparência, selecção de materiais, inovação, performance, impactes ambientais, e percepção de qualidade (longevidade, durabilidade, capacidade de reparação). (Fiksel, 1996; Lewis et al., 2001)

Segundo Serban et al. (2005), mesmo que o processo de design em si apresente pouca contribuição para o custo do produto, uma parte considerável dos custos em fases mais avançadas do ciclo de vida do produto estão ligados à fase de design. Quanto mais cedo forem tomadas as decisões no processo de design, maiores serão os impactes no design final. (Serban et al., 2005) Segundo Hartley (1992), normalmente as mudanças no design dos produtos realizam-se na pior altura possível, perto do fim do projecto, como se observa na Figura 1.1.

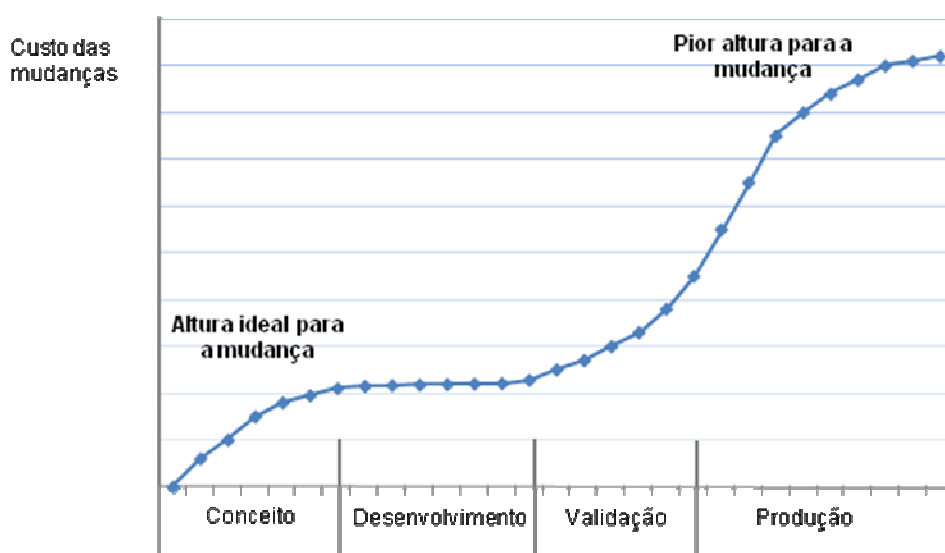


Figura 1.1 Relação entre as fases do processo de design do produto e os custos inerentes às das mudanças no design. Adaptado de Hartley (1992).

A fase inicial do processo de design, que corresponde à fase de conceito de design ou design conceptual, é a melhor altura para fazer alterações no mesmo, tal como mostra a Figura 1.1. A definição do conceito de design é um ponto certo para fazer potenciais mudanças no design do produto, pois os custos são mais reduzidos. Uma vez que 60% a 80% do custo eventual do produto está ligado à fase de design, deve investir-se nesta fase de forma a melhorar os resultados. (Hartley, 1992)

O subcapítulo 3.1.2 da presente tese aprofunda o enquadramento da fase de design no PDP e explica pormenorizadamente o processo de design do produto.

1.5. Enquadramento do ecodesign na empresa

Os princípios de ecodesign devem ser incorporados na fase de design industrial, por ser uma fase inicial do PDP. Tal como se constatou na Figura 1.1, é importante que se tomem as decisões certas desde o início do PDP, de forma a evitar alterações dispendiosas. Além dos custos, outro factor preponderante que caracteriza a fase de design é flexibilidade

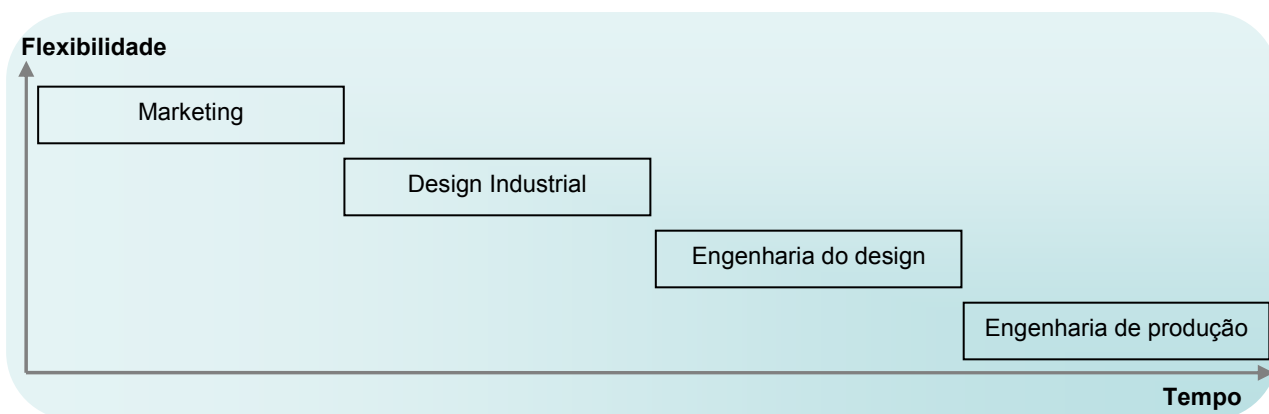


Figura 1.2 Diferentes disciplinas no PDP. Fonte: Lofthouse e Bhamra (2001).

Na fase de design industrial a estrutura planeada para o produto é mais flexível, como revela a Figura 1.2, e logo há maior propensão para a melhoria da sua performance ambiental. (Le Pochat et al., 2006; Lofthouse e Bhamra, 2001) Durante esta fase inicial são realizadas decisões críticas sobre características importantes como, materiais usados, requisitos energéticos, reciclabilidade e longevidade; que em última instância irão determinar a performance do produto. De acordo com Lofthouse et al. (1999), o ecodesign incluído na fase de design industrial tem um potencial de negócio ainda por explorar.

A Sociedade Americana de Designers Industriais (IDSA) define o design industrial, como “o serviço profissional de criação e desenvolvimento de conceitos e especificações que optimizam a função, valor, e aparência dos produtos e sistemas para mútuo benefício, do utilizador e do produtor.” De facto, os designers industriais focam a sua atenção nas interacções entre o produto e o utilizador. (Ulrich e Eppinger, 2003)

De acordo com Benjamim et al. (1994), o processo de design industrial pode ser entendido como uma síntese de requisitos técnicos, culturais e económicos, integrados de forma inovadora para produzir o produto desejado. Ulrich e Eppinger (2003) afirmam que a maioria dos produtos pode ser melhorada através de um bom design industrial e todos os produtos dependem do design industrial para ter sucesso.

O designer industrial tem as funções de criar novos conceitos de produto, resolver problemas e prevenir custos a longo prazo. Estas tarefas devem ser tidas em conta desde o início do processo de design. (Magnoli et al., 2002) Segundo Birkeland (2002), os designers

são potenciais agentes de mudança, as suas decisões podem impedir, alterar, orientar ou influenciar as decisões futuras dos outros. Os designers industriais reconhecem que a inovação e a criatividade são ferramentas determinantes para conseguir descobertas e mudanças significativas nos produtos, sendo por isso candidatos óbvios para lidar com o ecodesign. (Lofthouse et al., 1999)

O engenheiro desempenha também um papel importante no design dos produtos, tendo como principal tarefa aplicar os conhecimentos científicos para resolver problemas técnicos e assim otimizar soluções, dentro das limitações económicas, tecnológicas e materiais existentes. O engenheiro de design foca-se também no desenvolvimento de inovações tecnológicas que podem ser integradas no desenvolvimento de produtos numa fase mais avançada.

1.6. Relação entre natureza e design – passado ou presente?

O Homem sempre teve uma relação simbiótica com natureza, a vários níveis. Desde muito cedo, os seres humanos viveram em estreita ligação com a natureza, vital para a sua sobrevivência. As civilizações antepassadas conseguiram um controlo limitado sobre a natureza, tendo um maior contacto com a natureza do que a sociedade de hoje, uma vez que eram mais dependentes desta, na produção de alimentos, fornecimento de medicamentos e tratamento dos seus resíduos. (Reed, 2004)

A natureza foi, é, e será uma fonte infinita de inspiração criativa para a humanidade. Os sistemas biológicos que residem na natureza, são caracterizados pela sua complexidade, sensibilidade e flexibilidade, pela sua capacidade de adaptar-se a ambientes em mudança, e pelo seu elevado grau de fiabilidade. Estas características de design e os princípios da engenharia que os dirigem, oferecem uma larga amplitude de possibilidades para a pesquisa na melhoria de sistemas sintéticos (Lodato, 2005).

A relação entre o design e a natureza está patente nos princípios de ecodesign. Segundo Yeang (2006) a questão predominante no ecodesign diz respeito à integração de todos os sistemas feitos pelo homem (também designados sintéticos ou artificiais) com os sistemas naturais e os processos na biosfera.

Uma fracção importante do processo de design diz respeito à criatividade, uma aptidão humana que permite expandir o conhecimento e a liberdade mental. (Lagerstedt, 2003) Para Dowlen e Atherton (2004) a criatividade está evidente na natureza, em particular na natureza humana. A criatividade é algo inerente à natureza humana, é algo que a maioria

das pessoas consegue desenvolver. A natureza é um elemento útil para o desenvolvimento da criatividade em termos do uso de analogias e desenvolvimento de métodos e produtos que utilizam e imitam formas e sistemas naturais.

De facto, ao estudar e analisar os processos formais e construtivos da natureza, a humanidade sempre resolveu e continua a resolver muitos de seus problemas vitais. (Podborschi et al., 2005) O bio-design é provavelmente a metodologia mais antiga do design, com exemplos reais ao longo de toda a história da Humanidade.

O desenvolvimento sustentável baseado no biomimetismo, incentiva a consciencialização de que as tecnologias e produtos devem ser repensados como sistemas auto-suficientes. O biomimetismo deve aplicar-se tanto à criação de novos produtos como à procura de soluções para os problemas técnicos dos produtos existentes.

1.7. Delineação da tese

A presente tese foca-se nas diferentes considerações que os designers devem ter em conta na procura de soluções para a criação de novos produtos e na importância de uma ferramenta criativa para suportar o seu trabalho. Este trabalho assenta no pressuposto de que, usando a natureza como fonte inspiradora, é possível desenvolver conceitos de design sustentáveis e que constituam efectivamente uma mais-valia para quem os produz.

O corpo desta tese divide-se em 5 capítulos: a Introdução; a definição do problema; a revisão da literatura (subcapítulos 3.1, 3.2 e 3.3); a metodologia; as conclusões e desenvolvimentos futuros.

O subcapítulo 3.1 foca a importância do processo de design, o seu enquadramento no PDP, e as vantagens da integração de conhecimento durante esta fase crítica do PDP. É adoptada uma perspectiva genérica relativa ao design do produto. Seguidamente realça-se o papel dos designers industriais e o factor inovação como elemento chave no processo de design, bem como em todo o PDP. Por fim, salienta-se a recente transformação na indústria gerada pelo aparecimento ecodesign.

O subcapítulo 3.2 enfatiza a importância e fundamentos do ecodesign, os seus princípios orientadores e os elementos que o distinguem do design tradicional. Apresenta-se ainda uma breve elucidação sobre produtos eco-eficientes e a estruturação dos níveis de ecodesign. Segue-se a enumeração das motivações e entraves à implementação do ecodesign nas empresas, uma descrição sucinta da amplitude de ferramentas existentes de

suporte ao ecodesign, bem como as limitações e lacunas dessas ferramentas para os designers industriais.

O subcapítulo 3.3 elucida para os ensinamentos que a natureza oferece, e os aspectos em que os sistemas naturais podem ajudar e guiar os sistemas industriais/humanos. É fornecida uma noção de biomimetismo, uma breve descrição da sua origem e evolução, e um esclarecimento sobre conceitos intimamente relacionados com esta nova ciência, a bio-inspiração e o bio-design. Apresenta-se também o paralelismo entre os princípios e ideias que orientam o ecodesign e o biomimetismo, e por fim descreve-se o biomimetismo como uma ferramenta criativa.

O capítulo 4 descreve a ferramenta criada, o enquadramento e moldes do seu campo de acção, os objectivos e razões da sua criação e os potenciais utilizadores. Refere-se também a altura em que é aconselhável ser utilizada e como deve ser usada. Finalmente dão-se algumas recomendações de utilização.

O capítulo 5 sumariza as principais ideias desenvolvidas na tese, implicações e contribuições do trabalho. De entre os desenvolvimentos futuros preconizados incluem-se melhorias em relação à forma e conteúdos da ferramenta e a progressiva investigação no sentido de aplicar o biomimetismo.

2. Definição do problema

A incorporação dos critérios ambientais no PDP deve ser realizada o mais cedo possível. A fase de design, por ser uma das fases iniciais do ciclo de vida dos produtos, é provavelmente o momento certo para indexar todas as considerações ambientais relacionadas com o produto. Segundo Lewis et al (2001), a maioria dos impactes ambientais derivam das opções tomadas na fase de design conceptual, isto é, quando se procede à selecção do conceito. Nesta medida, o âmbito deste trabalho abrange a procura e selecção de ideias e conceitos de design de um produto.

Uma forma de conseguir um design que diferencie os produtos é adicionar ou integrar os elementos naturais de design num novo processo de design do produto através do uso do ecodesign. O ecodesign constitui uma janela de oportunidades para distinguir os produtos, enquanto protector do ambiente através da inovação (Kurk e McNamara, 2006)

A inclusão do ecodesign no PDP é apoiada por um conjunto alargado de ferramentas e metodologias. De facto, a aplicação de metodologias facilita a organização do conhecimento, permitindo guiar e qualificar o designer durante a fase de pesquisa, promovendo a optimização do produto. (Júnior e Guanabara, 2005) No entanto, existem poucas metodologias disponíveis indicadas para as fases iniciais de design (Serban et al., 2005). Efectivamente há necessidade de ferramentas versáteis, de utilização fácil, acessíveis a quem desenvolve ou concebe produtos e integradas nos métodos existentes de desenvolvimento de produtos.

Este trabalho foca particularmente o papel do designer industrial, nomeadamente a sua posição e actividade. No interior da empresa acontecem várias actividades que têm implicações ambientais, tais como decisões estratégicas tomadas pela gestão, o desenvolvimento de processos produtivos limpos, entre outras. No entanto, é aos designers que cabe a função de desenvolver o produto, geralmente dentro de um intervalo de tempo e custo limitado. Os designers são um grupo central de competências no desenvolvimento do produto, são eles que projectam os produtos e são provavelmente os principais utilizadores dos métodos e ferramentas do DfE. Isto faz dos designers actores chave no ecodesign e no alcance de um futuro sustentável. (Lewis et al., 2001; Åkermark, 2003).

O mundo de mudança em que vivemos, tem favorecido a investigação sobre sistemas que não se limitem à reutilização ou modificação dos conceitos de design conhecidos. Há necessidade de encontrar novos conceitos de design, gerados através do conhecimento de vários domínios. (Arciszewski e Cornell, 2006)

Segundo Arciszewski e Cornell (2006), a chave para a aquisição de conhecimento e desenvolvimento de novos conceitos de design encontra-se na inspiração assente em diversos domínios. De facto, os designers podem encontrar inspiração em aspectos exteriores aos domínios tradicionais do design. A observação da natureza constitui uma fonte de novos conceitos de design, sendo objecto de inspiração baseada no conhecimento biológico, isto é, bio-inspiração.

Este trabalho alerta para a importância do desenvolvimento e actualização de uma plataforma de comunicação, em que a informação apresentada ajude os designers na escolha das melhores opções, do ponto de vista ambiental, para a formulação do conceito de design que deverá aplicado no seu produto.

O protótipo de ferramenta concebido, o BIODESIGNER, aspira a apoiar os designers e outras pessoas que participam no desenvolvimento de produtos sustentáveis. De forma a abranger um amplo cenário, esta tese adopta uma perspectiva genérica, em que se usa o termo “designer” para designar qualquer pessoa que está responsável pelo design do produto. Nesta medida, pode incluir-se o engenheiro de design, o designer de produto, o designer industrial ou o arquitecto.

3. Revisão da Literatura

3.1. Design – fase central no desenvolvimento de um produto

3.1.1. O design: importância e influência

Segundo Dowlen e Atherton (2004), o design é uma actividade em mudança que envolve questões de estruturação e organização de pensamentos concernentes à realidade, apreensão de emoções e estímulo de reacções, tendo em conta as necessidades e criação de funções.

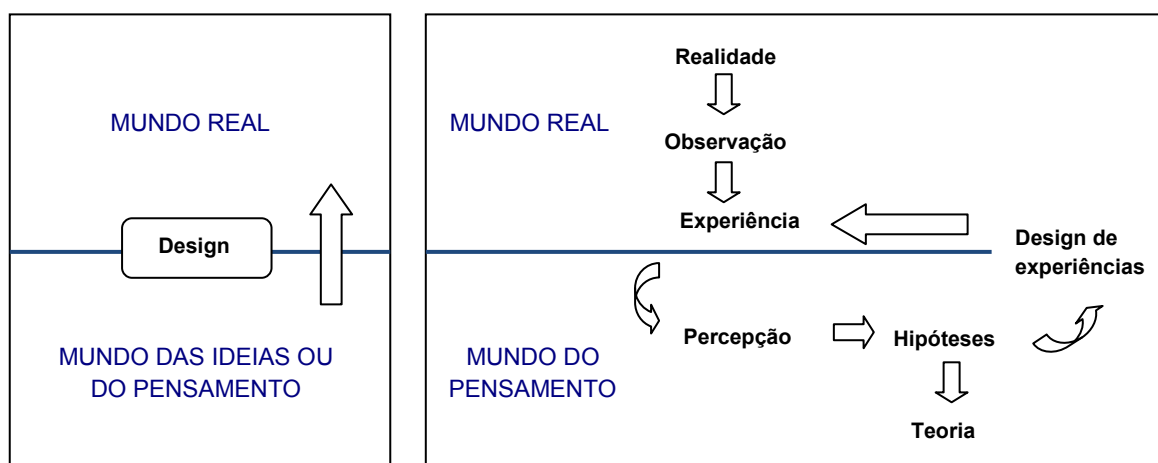


Figura 3.1 Processo de design e processo científico do pensamento. (Dowlen & Atherton, 2004)

Para Dowlen e Atherton (2004), o processo de design liga o mundo do pensamento, ou mundo das ideias com o mundo real. Este processo é dirigido para a realidade, tal como mostra a Figura 3.1. O processo científico do pensamento, por outro lado, caracteriza-se pela aquisição de conhecimentos através da observação e experimentações do mundo real, levando à formação de teorias.

Todavia, a compreensão científica do mundo real deve e pode ser incorporada na percepção do produto. Este pode ser definido de forma mais precisa, sem ser necessário seguir um processo de tentativa e erro em cada fase do seu desenvolvimento, mas sim através de teorias cientificamente validadas. Ou seja, é recomendável a inclusão do processo científico do pensamento no design de produtos.

A criação de hipóteses, a partir da percepção do mundo real, e a realização de testes que provem a exequibilidade dessas hipóteses é um processo que envolve criatividade. (Dowlen, 2004). Luttrupp e Lagerstedt (2006) realçam que o design é criativo e a criatividade assenta em conhecimento, fantasia e imaginação.

Segundo Pahl e Beitz (1996), o processo de design é constituído por 3 elementos:

- O aspecto psicológico, uma actividade criativa que tem base em várias áreas, como matemática, física, química, mecânica, engenharia de produção, materiais, entre outras, em conjunto com o conhecimento prático e experimental;
- O aspecto sistemático, em que as observações e experimentações do mundo real são sistematizadas e incorporadas em hipóteses e objectivos orientadores.
- O aspecto organizacional, em que é necessária uma estreita colaboração entre especialistas de várias áreas. A informação obtida a partir dos fornecedores, produção, e clientes deve ser coordenada.

Hoje em dia é reconhecido que o processo de design é fundamental para desenvolver produtos bem sucedidos. O design deve ser proveitoso para todos os envolvidos, isto é, o produtor, o vendedor e o consumidor. (Benjamim et al., 1994) Ulrich e Eppinger (2003) realçaram as características do PDP, nomeadamente as ligadas à fase de design, que mais contribuem para o seu sucesso no mercado, como:

- Qualidade

A qualidade do produto está relacionada com o preço que os consumidores estão dispostos a pagar pelo produto. (Ulrich e Eppinger, 2003) O controlo da qualidade, um custo indirecto, é muitas vezes afectado pelas escolhas de design de um produto. (Delmar, 1985)

- Custo

O custo é a influência com maior peso na tomada de decisão. O design de um produto que irá competir no mercado deve satisfazer as necessidades dos clientes, como um preço competitivo e um custo global de ciclo de vida competitivo. Consequentemente, são necessários métodos e ferramentas para comparar a performance ambiental dos designs com os seus custos e benefícios económicos. (Dewulf e Duflou, 2004)

Financeiramente, um design óptimo de produto é o que consegue o máximo retorno do investimento e mantém a liquidação financeira da empresa. (Delmar, 1985) Para conseguir um retorno do investimento razoável, o produto deve ser apelativo ao consumidor e pouco dispendioso de produzir. (Ulrich e Eppinger, 2003)

- Tempo de desenvolvimento

Um factor importante a ter em conta no processo de desenvolvimento do produto, em particular na fase de design, está relacionado com as restrições relativas ao tempo de desenvolvimento. O design deve estar disponível na altura adequada para que tenha sucesso e aceitação por parte dos consumidores alvo.

- Capacidade de desenvolvimento

Um design óptimo de produto, do ponto de vista do marketing, é um produto inovador que conduza a grandes volumes de vendas, complemente a linha de produtos da empresa, melhore a imagem da empresa no mercado, e esteja disponível nas quantidades desejáveis a custos atractivos. (Delmar, 1985)

3.1.2. Enquadramento da fase de design

Para uma solução ecológica prevalecer todas as fases do ciclo de vida do produto devem ser consideradas e optimizadas como um todo. (Wimmer e Züst, 2006) De seguida, apresenta-se um esquema do PDP. Apesar da sua forma linear, este processo deve ser dinâmico e interactivo, no sentido de melhorias contínuas e aperfeiçoamento dos resultados obtidos nas várias fases.

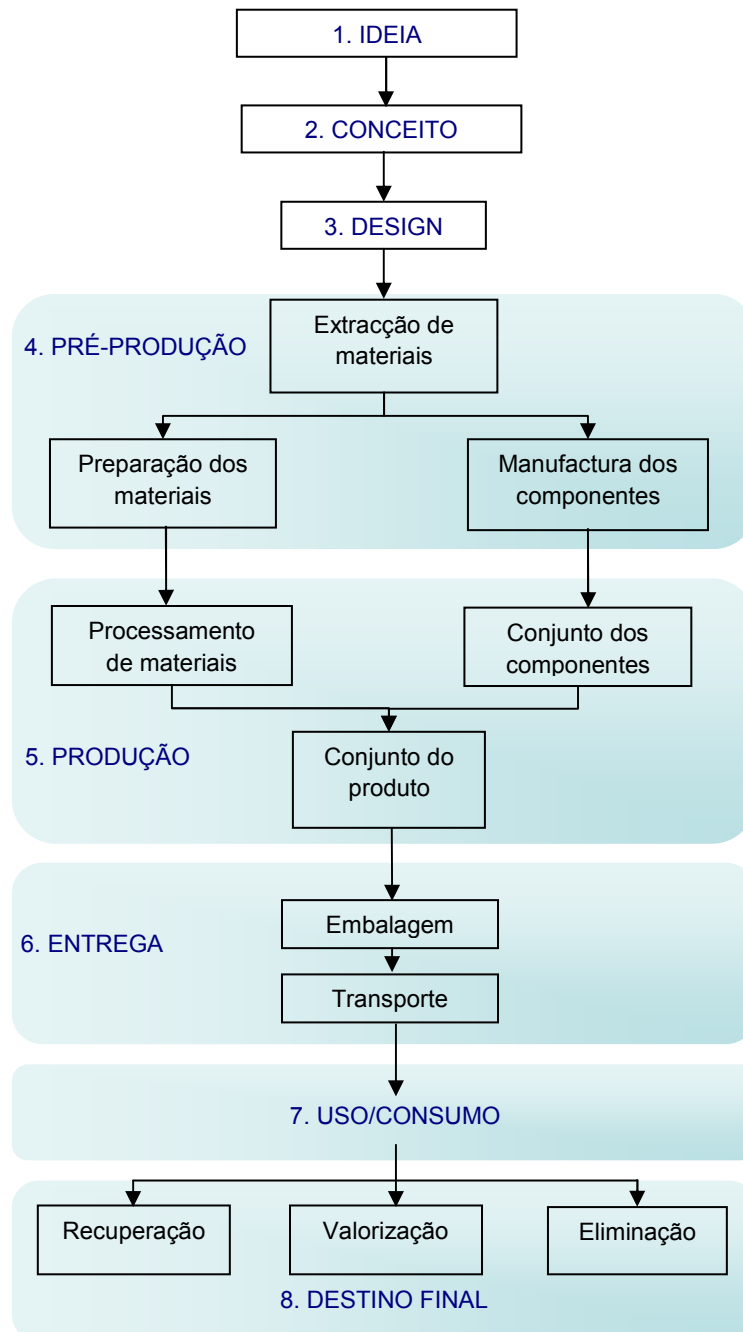


Figura 3.2 Processo genérico de desenvolvimento de um novo produto. Adaptado de Graedel e Allenby (2003).

O PDP, apresentado na Figura 3.2, é uma sequência das actividades que uma empresa deve seguir para criar, produzir e vender um produto. (Ulrich e Eppinger, 2003). O objectivo comum, no processo de desenvolvimento de produtos, é conseguir um produto que funcione de forma eficaz e económica. (Sánchez, 1998) Com este intuito, devem ser considerados simultaneamente factores como custo, performance, qualidade, segurança, disponibilidade e poluição, em todas as fases referidas na Figura 3.2.

1) Ideia

O PDP parte de uma ideia que visa ser solução de uma necessidade identificada. (Kamrani e Salhieh, 2002) Isto é, da identificação das necessidades dos consumidores/clientes, surgem potenciais oportunidades que conduzem a ideias de produto. A ideia pode surgir de diversas formas: do processo criativo e inventivo do designer, com base num produto já existente no mercado ou como reacção aos produtos de empresas competidoras. (Delmar, 1985)

Os especialistas em marketing desempenham um papel importante nesta fase, ao realizarem a análise dos mercados ou potenciais mercados. Um estudo cuidadoso dos produtos competidores (benchmarking) é uma abordagem proactiva desejável, no sentido de encontrar novas oportunidades. (Ulrich e Eppinger, 2003). É importante encontrar os pontos fortes e fracos dos produtos existentes no mercado, de forma a superar as suas fraquezas e melhorar as características desejadas.

A identificação das necessidades dos consumidores, processo esquematizado na Figura 3.3, inicia-se com a aquisição e interpretação da informação sobre essas necessidades. No entanto, esta tarefa pode ser extremamente complexa, pois pode resultar em tipos de informação muito diferentes e por vezes conflitantes. (Sánchez, 1998)

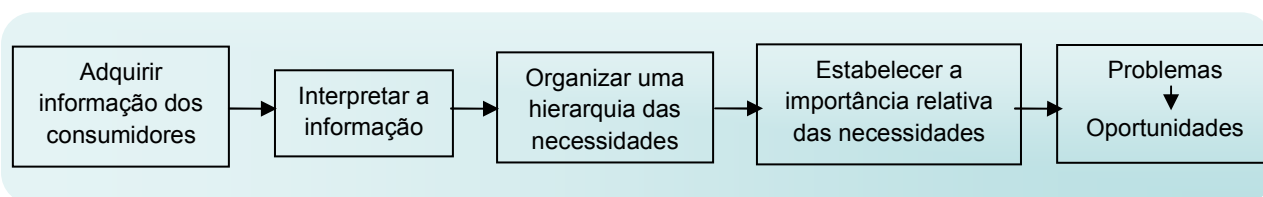


Figura 3.3 Processo de identificação das necessidades dos consumidores. Adaptado de Kamrani e Salhieh (2002); Ulrich e Eppinger (2003)

As necessidades dos consumidores, derivadas da interpretação da informação, são organizadas hierarquicamente e são estabelecidas importâncias relativas.

Depois de identificadas as oportunidades, ou soluções para os problemas, a informação é traduzida num conjunto de características do produto, ou especificações do produto, que expressam as necessidades identificadas pelos consumidores/clientes. Definir as

especificações é uma das mais importantes fases do processo de design, dado que conduzem e controlam o design ao longo do processo. (Kamrani e Salhieh, 2002) As especificações são o resultado da conversão das ideias e constituem uma descrição precisa do como o produto deverá ser e o deverá fazer. (Delmar, 1985)

Em suma, a informação gerada no processo de identificação das necessidades dos consumidores, esquematizada na Figura 3.3, é usada para guiar a equipa no estabelecimento das especificações do produto, e numa fase posterior, gerar conceitos e seleccioná-los.

2) Conceito

Segue-se a fase de geração dos conceitos de produto, que se baseia no conjunto de especificações identificadas na fase anterior.

Após a identificação dos problemas inerentes às necessidades dos consumidores, deve proceder-se à sua clarificação e quantificação, como indica a Figura 3.4. Para tal, fazem-se pesquisas externas e internas à empresa, com o intuito de procurar ideias de conceitos e encontrar soluções já experimentadas em problemas semelhantes. Através destas pesquisas, fazem-se entrevistas aos utilizadores, consultas a peritos, procura de patentes, procura de literatura publicada, benchmark a produtos semelhantes, entre outras actividades. (Ulrich e Eppinger, 2003)

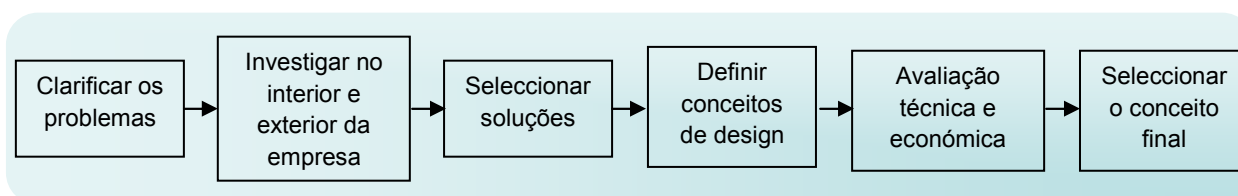


Figura 3.4 Processo de geração e selecção dos conceitos. Adaptado de Kamrani e Salhieh (2002); Ulrich e Eppinger (2003).

Como resultado da pesquisa efectuada são, geralmente, gerados vários conceitos de design. O conceito é definido como uma descrição aproximada do produto que satisfaz as necessidades do consumidor/cliente, ou um cenário da imagem e função que o produto terá. (Kamrani e Salhieh, 2002) As alternativas de conceito de design são avaliadas, principalmente, pela sua funcionalidade, eficiência e custo.

Para seleccionar o conceito, usam-se frequentemente matrizes de selecção, que apresentam os conceitos e os critérios de selecção (como fácil manuseamento, fácil uso, durabilidade, entre outros). Os conceitos são posteriormente classificados, face aos vários critérios considerados.

Com base nos resultados da matriz de selecção é escolhido o conceito final. Este define a configuração total do sistema, um diagrama esquemático, documentação de engenharia, listas de materiais, entre outros elementos.

Esta fase caracteriza-se por: conhecimento incompleto, pois os detalhes definidos são poucos e a complexidade do sistema do produto é reduzida; incerteza e ambiguidade, gerada pelo pouco conhecimento e falta de informação sobre o sistema; liberdade de design, na medida em que os conceitos de design envolvem combinação de diferentes informações e ideias e logo há maior propensão à inovação. (Sousa, 2002) Além disso, esta fase, também denominada design conceptual, requer uma integração entre as diferentes funções na equipa de desenvolvimento. (Ulrich e Eppinger, 2003)

Segundo Graedel e Allenby (2003), após a escolha do conceito, algumas questões que se podem colocar são:

- Será que o conceito satisfaz as necessidades dos consumidores?
- O conceito é consistente com a linha de produtos da empresa?
- Este conceito terá o poder de competir eficientemente?

3) Design

O processo de design desempenha um papel central na definição da forma física do produto, com o intuito de melhor satisfazer as necessidades dos consumidores.

A maioria dos peritos, na área de design, concorda que o processo de design deve iniciar-se com a recolha de informação e definição dos requisitos do produto e terminar com a descrição completa e detalhada do mesmo. (Serban et al., 2005) Geralmente este processo inclui o design detalhado, a produção de protótipos, testes e o design final, tal como mostra a Figura 3.5. (Lewis et al., 2001; Kamrani e Salhieh, 2002)

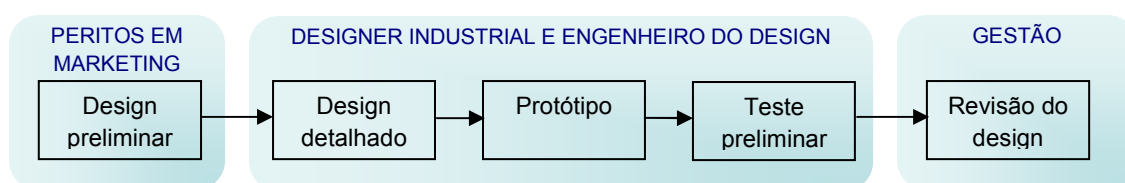


Figura 3.5 Passos do processo de design de um produto. Adaptado de Kamrani & Salhieh (2002); Ulrich e Eppinger (2003).

Partindo do conceito seleccionado, isto é, fase de design conceptual ou preliminar, o processo prossegue para o desenvolvimento do design do produto, como se apresenta na Figura 3.5. Esta fase inclui a engenharia do design (como as especificações eléctricas e mecânicas) e o design industrial (nomeadamente estética, ergonomia, interfaces com o utilizador). (Ulrich e Eppinger, 2003).

Terminada a fase de design preliminar, as maiores decisões já estão tomadas mas poucos detalhes estão apurados. (Graedel e Allenby, 2003) As especificações são refinadas numa fase de design detalhado, tendo em conta critérios técnicos e económicos. A fase de design detalhado é geralmente realizada por designers industriais e engenheiros de design.

De forma a assegurar que o produto irá funcionar como se pretende, é criado um protótipo. Este permite, caso necessário, que o produto seja melhorado, mas também que a empresa determine os processos e equipamentos necessários para o produzir. O protótipo é sujeito a testes, que podem revelar a necessidade de modificações de design. Se tal acontecer, o design do produto é melhorado e faz-se um novo protótipo. Isto deve acontecer até o produto não necessitar de mais modificações. (Delmar, 1985; Kamrani e Salhieh, 2002) O design final é, finalmente, aprovado pela gestão de topo da empresa. (Delmar, 1985)

Depois de completar as etapas da fase de design, a equipa de design necessitará de avaliar o progresso e tomar decisões.

Este processo incluirá uma avaliação do sumário do design, incluindo os requisitos de performance, objectivos ambientais, questões de produção e custos. (Lewis et al. 2001)

Algumas questões que se podem fazer são:

- As especificações estimadas conseguirão atingir os objectivos do produto?
- Será este design visualmente atractivo?
- O produto será vantajoso? (Graedel e Allenby, 2003)

A definição do produto, ou seja, a sua utilidade, funcionamento, propriedades, custo provável e atributos estéticos, coloca os designers perante uma quantidade de elementos que devem ser optimizados simultaneamente. (Graedel e Allenby, 2003) Nesta medida, em cada fase do processo de design deve ser obtido o feedback dos clientes e dos profissionais de marketing. O design pode ser subsequentemente modificado, constituindo um processo que conduz à melhoria contínua do produto.

4) Pré-produção

A pré-produção é a fase em que as matérias-primas são semi-elaboradas. Esta fase é efectuada por fornecedores, que geralmente partem de materiais virgens e os utilizam para produzir os componentes para o produto. Nesta fase englobam-se várias etapas, como: obtenção dos recursos; transporte do lugar da obtenção até ao da produção e transformação em materiais e em energia. (Manzini e Vezzoli, 2005)

5) Produção

De seguida, o produto é fabricado, sendo este processo controlado directamente pela empresa. Na fase de produção distinguem-se três momentos fundamentais: a transformação dos materiais; a montagem e o acabamento. Os materiais transportados do local de pré-

produção à fábrica são armazenados e, posteriormente, transportados para as maquinarias onde são transformados em componentes. Após a transformação, os componentes são montados para se obter o produto final. A partir daí, podem ser realizados diversos processos de acabamento como, por exemplo, envernizamento e enceramento. (Manzini e Vezzoli, 2005)

6) Entrega do produto

Após o produto estar acabado procede-se à entrega do produto, que inclui a embalagem e o transporte do mesmo, geralmente sob o controlo da empresa.

Na fase da distribuição salientam-se três etapas indispensáveis: a embalagem, o transporte e a armazenagem. O produto é embalado para que chegue intacto ao consumidor final. Segue-se o transporte para um local intermédio ou directamente para o cliente final. Desta fase fazem parte, os consumos, a energia para o transporte, o uso dos recursos para a produção dos próprios meios de transporte utilizados e as estruturas para o armazenamento. (Manzini e Vezzoli, 2005)

7) Uso/consumo do produto

A fase de uso ou consumo do produto é influenciada pelo design do produto e pelo grau de interacção com o produtor ou a empresa.

Existem duas actividades fundamentais que caracterizam a fase do uso: o consumo e o serviço. O produto ou é usado por um período de tempo ou é consumido. Há casos em que um produto necessita de recursos materiais e energéticos para o seu funcionamento e, conseqüentemente, produz resíduos e refugos. Para minimizar a utilização destes recursos materiais e energéticos durante o uso do produto, pode-se fazer uso dos serviços, como reparos e manutenção do seu funcionamento. Estes serviços geralmente envolvem reparação de possíveis danos ou mesmo a substituição de partes ultrapassadas. (Manzini e Vezzoli, 2005)

8) Destino final do produto

Finalmente, quando o produto se torna obsoleto ou há degradação dos componentes, o utilizador vai querer descartar-se dele, podendo acontecer uma das seguintes situações:

- Recuperação da função do produto ou de qualquer componente para a função realizada anteriormente, ou ainda para uma função diferente;
- Valorização das condições do material empregado ou o conteúdo energético do produto. Os materiais de um produto podem ser reciclados, passar por um processo de compostagem ou ser incinerados;
- Eliminação, em que não se recupera nada do produto. O produto é geralmente despejado em aterros, o que não descreve um processo sustentável. (Manzini e Vezzoli, 2005)

3.1.3. Importância da integração de conhecimentos

Na indústria de hoje, o desenvolvimento de produtos é uma actividade multifacetada, muitas vezes caracterizada por uma larga estrutura organizacional, o envolvimento de muitas pessoas especializadas em diferentes áreas, e vários departamentos como o de pesquisa, design, produção, marketing e gestão.

Na realidade, poucos produtos são desenvolvidos por apenas um indivíduo. (Ulrich e Eppinger, 2003). De acordo com Burall (1996), uma abordagem interdisciplinar é altamente desejável para maximizar a performance ambiental ou comercial do produto.

De facto, o desenvolvimento de um produto necessita do conhecimento e interacção de vários tipos de engenharias e disciplinas de gestão. Este esforço de equipa, também designado abordagem multidisciplinar, requer que os profissionais de design, produção e suporte sejam capazes de comunicar entre si, sobre vários assuntos técnicos e de gestão. (Sánchez, 1998)

Segundo Burall (1996), a integração de processos de design com todas as fases de desenvolvimento do produto, havendo efectiva comunicação entre elas, é uma característica determinante para o design bem sucedido. Nesta medida, faz parte das práticas industriais actuais formar equipas de design do produto, constituídas por vários indivíduos especializados em diferentes áreas, como descreve a Figura 3.6 (Graedel e Allenby, 2003) Uma equipa pode incluir especialistas em marketing, designers industriais, engenheiros de design, engenheiros de produção, peritos ambientais, entre outros. Hoje em dia, muitas equipas de design incluem também membros estratégicos como fornecedores e clientes.

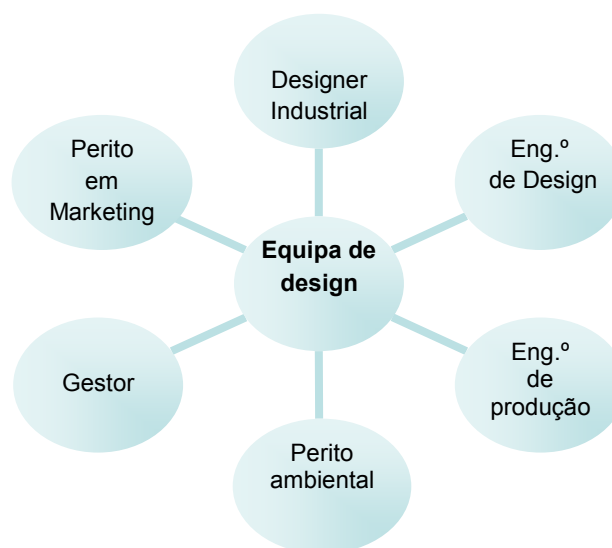


Figura 3.6 Constituintes de uma equipa de design do produto

Segundo Fiksel (1996), a equipa de design de um produto não necessita de analisar exaustivamente todos os estágios do ciclo de vida do produto, mas deve estar atenta às questões ambientais inerentes a cada estágio. Uma das funções desta equipa é realizar o planeamento do produto e preparação sumária do design. Estes dois pontos devem ser desenvolvidos por uma equipa constituída por elementos com diferentes competências, de forma a assegurar a compreensão dos interesses do consumidor final. Nesta fase importa compreender a tendência evolutiva das preferências dos consumidores.

Na realidade, o papel que o design desempenha em minimizar os impactes ambientais durante a fase de produção, subentende a necessidade de estreita colaboração com os envolvidos na produção, avaliação e teste. (Burall, 1996) Esta colaboração é necessária não só para assegurar que o design é económico para a produção, mas também para resolver qualquer potencial problema ambiental através de, por exemplo, fazer o design de um processo menos poluidor. No entanto, mesmo nas fases posteriores ao design do produto, a colaboração entre os profissionais assume extrema importância.

Salienta-se o papel dos designers industriais. A sua capacidade de expressar visualmente ideias pode facilitar o processo de desenvolvimento do conceito, para a equipa. Dreyfuss in Ulrich e Eppinger (2003), identificou cinco objectivos críticos em que os designers industriais podem ajudar a equipa: utilidade, aparência/estética, fácil manutenção, baixos custos, comunicação.

O trabalho em equipa pressupõe cedências e limitações por parte de cada elemento. Os designers, por exemplo, nem sempre podem fazer uma escolha totalmente livre dos processos de produção, sendo restringidos por factores como disponibilidade, custo, tempo, entre outros. Portanto, conseguir um design que minimize resíduos e impactes ambientais requer que o designer coordene o seu trabalho com os técnicos encarregues da produção e com os fornecedores.

3.1.4. Papel dos designers industriais: capacidades

Os designers industriais são responsáveis pelos aspectos do produto que se relacionam com o utilizador – a estética do produto (o seu aspecto, som, cheiro) e as suas funções (como é usado). (Ulrich e Eppinger, 2003) Por conseguinte, desempenham um papel crítico face às pressões dos consumidores, pois devem assegurar que determinadas questões e considerações são incorporadas com sucesso num produto. Ao fazer a ligação entre o consumidor e o produto, os designers encontram-se numa posição única para provocar mudança na forma como os consumidores usam o produto. (Lewis et al., 2001; Burall, 1996)

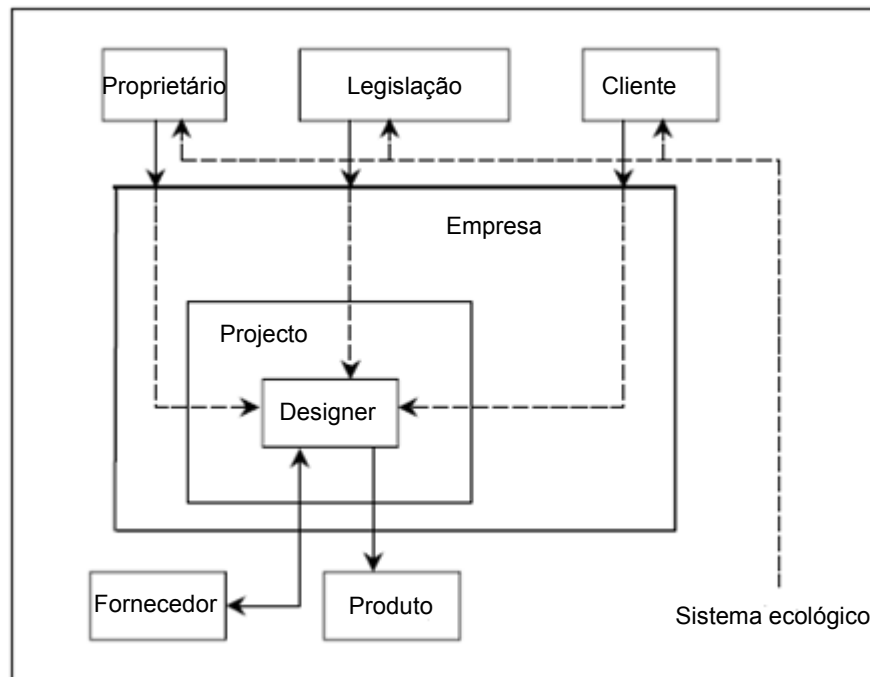


Figura 3.7 Enquadramento do designer. Fonte: Åkermark (2003).

De uma forma geral, os designers trabalham para empresas em projectos de desenvolvimento de produtos. O seu trabalho inclui considerações ambientais que são determinadas pela política e estratégia da empresa, que por seu lado está dependente da procura e interesse dos proprietários e dos clientes, e da legislação, tal como informa a Figura 3.7. Neste sentido, algumas competências intrínsecas aos designers são:

- Analisar os clientes para receber ideias para características dos produtos;
- Dirigir produtos competitivos;
- Cumprir as regulamentações (segurança, rotulagem, reciclagem, entre outras);
- Proteger o sistema ecológico;
- Produzir designs atractivos, fáceis de fabricar, em curto tempo, e a preços competitivos (Graedel e Allenby, 2003).
- Influenciar os consumidores nas suas escolhas de compra.

Tal como revela a Figura 3.7, o trabalho dos designers resulta em produtos que irão afectar o sistema ecológico do nosso planeta. Para melhorar os aspectos ambientais do produto, é necessário perceber como é que este afecta o ambiente e o que deve ser feito para optimizá-lo do ponto de vista ambiental. (Åkermark, 2003)

Pelo seu poder de influência sobre todos os aspectos do design de um produto, através das suas acções, podem formular e modelar ideias e conceitos que se traduzirão em produtos sustentáveis. (Lofthouse, 2004)

Iniciativa, resolução, visão económica, persistência, optimismo e espírito de equipa são qualidades essenciais de um bom designer. Os designers possuem também a capacidade de combater os aspectos emocionais e culturais da escolha e uso do produto. Isto pode ser de importância crítica quando se tenta, por exemplo, persuadir as pessoas a manter um produto durante mais tempo. (Burall, 1996)

3.1.5. Inovação no design de produtos

A procura por novas ideias é, como já foi referido, o primeiro passo no processo de desenvolvimento de um produto. Face à natureza competitiva dos mercados actuais, a vantagem vai para empresas que são capazes de introduzir eficazmente novos produtos no mercado. Pelo que, apostar na pesquisa de ideias e informação é fulcral para as empresas que se querem afirmar como proactivas e inovadoras.

Segundo Baxter (1998), a inovação é um processo vital para o sucesso dos negócios. Os requisitos fundamentais de uma estratégia empresarial inovadora, que faça frente à competitividade, são: identificação de oportunidades, pesquisa de marketing, análise dos produtos concorrentes, proposta de novos produtos, elaboração de especificações da oportunidade e do design.

Dada a importância da fase de design, a inovação deve ter lugar especialmente nesta fase. Contudo, a inovação deve estar presente, não só no início, mas em todas as fases do processo de desenvolvimento de um produto. Delmar (1985), afirmou “a inovação é um requisito omnipresente no desenvolvimento do produto (...) a procura contínua por melhorias toma lugar desde a ideia até ao design final”.

As empresas devem encorajar a inovação. Competir por um lugar no mercado através da inovação tem duas vantagens: ganhar atenção para o produto e maximizar o tempo de vendas e lucros antes que a próxima geração de produtos tome o mercado.

A visão de que a inovação dos produtos conduzida por factores ambientais pode ser boa para os negócios é partilhada por líderes de negócios. Jonathan Williams, do UK Group for Environmental Manufacturing, afirmou que:

A chave para os objectivos ambientais de inovação inclui: eliminação de substâncias perigosas dos produtos e processos de manufactura; melhoria da eficiência dos recursos ao longo da vida dos produtos, com possíveis benefícios no aumento da durabilidade dos produtos; minimização da geração de resíduos na manufactura, uso e tratamento fim-de-vida; e facilitação do tratamento fim-de-vida para maximizar o valor residual, que envolverá a maximização da venda de recursos recuperados. Os últimos três destes objectivos podem também gerar benefícios económicos para o produtor e para o utilizador.

3.1.6. Nova abordagem ao design – mudança de paradigma

Ao longo das últimas décadas tem-se verificado uma transformação da actividade industrial relativamente à forma de encarar os problemas ambientais decorrentes do produto, como ilustra a Figura 3.8. No período dos anos 60 a 80, as empresas adoptaram uma abordagem centrada nos resíduos e problemas de reciclagem de produtos. A maioria dos conceitos baseava-se no ponto terminal do ciclo de vida do produto (“end-of-pipe”).

Nos anos 90, o foco ambiental transferiu-se para as preocupações de redução na fonte, nomeadamente a procura de estratégias de produção limpa. A instituição de mecanismos de responsabilidade ambiental, com a aplicação do princípio do poluidor-pagador, foi um factor responsável por esta mudança. (Lewis et al., 2001)

O objectivo das estratégias de produção limpa é reduzir os impactes e os riscos dos impactes para os trabalhadores, comunidades locais e para o ambiente. (Graedel e Allenby, 1995) A prevenção da poluição tornou-se uma questão estratégica na indústria, o que constituiu o primeiro passo no caminho para o desenvolvimento sustentável. (Fiksel, 1996) Segundo Lewis et al. (2001), uma perspectiva de produção limpa oferece, na maioria dos casos, ganhos económicos e ambientais a longo prazo, bem como uma melhor eficiência do sistema.)

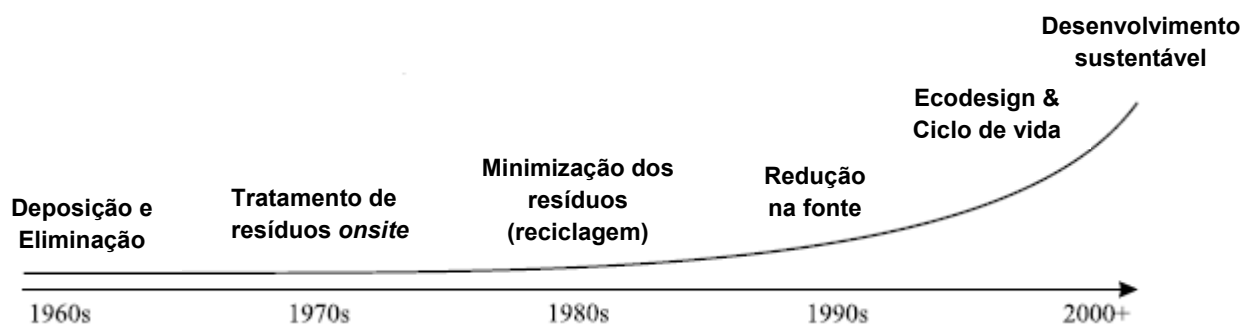


Figura 3.8 Evolução do foco ambiental na perspectiva da indústria. Adaptado de Brattebø (1997).

O conceito de produção limpa inclui tanto os processos como os produtos, mas sempre deu maior ênfase aos processos. (Brezet e Van Hemel, 1997) No entanto, ainda na década de 90, com o surgimento de um novo mecanismo denominado ecodesign, o produto veio a tornar-se o centro das preocupações ambientais.

Numa perspectiva de produção limpa há tendência para otimizar apenas produtos, processo produtivos ou padrões de consumo individuais. Contudo, Brezet e Van Hemel (1997) defendem que com a compreensão e aplicação de um pensamento ciclo de vida, a produção limpa pode ser expandida a todas as fases do ciclo de vida do PDP. Em consonância com esta nova forma de encarar o desenvolvimento de produtos, surge na década de 90 o ecodesign. Segundo estes autores, melhorar o design do produto aplicando os princípios de ecodesign é um grande passo no sentido da prevenção dos problemas ambientais na fonte e, por conseguinte, um passo para uma sociedade sustentável.

Hoje em dia, uma das preocupações mais actuais para os designers, engenheiros e gestores responsáveis pelo desenvolvimento de produtos, são as múltiplas pressões para forçar as empresas a reduzir os impactes ambientais resultantes das suas actividades. (Burall, 1996)

Segundo Lewis et al. (2001), o ecodesign é uma solução técnica e criativa que determina como um produto interage com o ambiente e os seus utilizadores. Este conceito implica a necessidade de encontrar o equilíbrio entre as exigências ecológicas e económicas, relativas ao desenvolvimento de produtos. (Brezet e Van Hemel, 1997) Através de melhorias na eficiência dos custos e diferenciação do produto, podem conseguir-se ganhos ambientais e comerciais e vantagens competitivas consideráveis. (Fiksel, 1996, Lewis et al., 2001)

3.1.7. Resumo

O design é uma actividade que envolve estruturação de pensamentos/ideias obtidos a partir da percepção da realidade. A concretização e validação das hipóteses geradas mentalmente é um processo que envolve criatividade. Sendo uma fase inicial do PDP, a criação do conceito de design caracteriza-se pelo conhecimento incompleto, incerteza, e liberdade de design. Tais características são impulsoras da inovação. A organização de uma equipa multidisciplinar de design, havendo comunicação entre os elementos é um factor determinante para um bom design. Em particular, o designer tem a capacidade de fazer a ligação entre o consumidor e o produto o que lhe confere o poder de influenciar atitudes. A introdução do ecodesign veio revolucionar a forma de encarar o PDP através da adopção de uma nova lógica de pensamento e da exploração de novas oportunidades.

3.2. Ecodesign

3.2.1. Importância

Graedel e Allenby (1995) definem o ecodesign como uma actividade industrial que visa a integração das considerações ambientais nos procedimentos de engenharia de todo o PDP. Orr in Podborschi et al. (2005) descreve o ecodesign como um *vasto conceito que reúne a ciência e as artes práticas com a ética, política e economia*. Este autor enfatiza o facto do design ecológico, como perspectiva de design, promover produtos que perduram ao longo do tempo, num determinado contexto ecológico, social e cultural.

Tal como já foi referido, o ecodesign caracteriza-se pelo pensamento de ciclo de vida, em que as questões ecológicas ou ambientais são ponderadas em todas as fases do ciclo de vida dos produtos. (Brezet e Van Hemel, 1997) A ISO 14040:1997 define “ciclo de vida” como a sequência de fases consecutivas e interligadas do sistema do produto, desde a aquisição de materiais (primários ou secundários) até à eliminação final. Nesta definição, o sistema do produto diz respeito aos processos unitários e interligados de materiais e energia. Tal significa que o âmbito do ecodesign estende-se também às actividades exteriores das empresas e aos possíveis impactes resultantes destas actividades. (Graedel e Allenby, 2003)

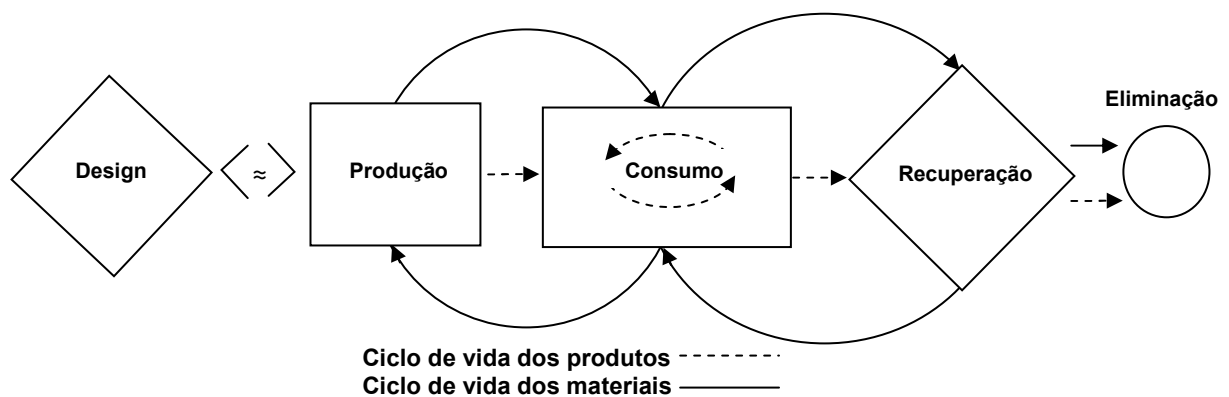


Figura 3.9 Ciclo de vida dos produtos e materiais. Fonte: Henn (1996).

Como se constata na Figura 3.9, os ciclos de vida dos materiais e produtos apresentam-se separadamente. Esta distinção faz-se por dois motivos: à medida que mais materiais são recuperados através da reciclagem, podem ser usados de novo para produzir produtos diferentes; muitos produtos de alta tecnologia tornam-se obsoletos muito rapidamente, devido aos progressivos avanços tecnológicos. (Henn, 1996)

Segundo Birkeland (2002), alguns adjectivos que definem o ecodesign são:

- Responsável - Redefine os objectivos de design em redor de necessidades básicas, equidade social, justiça ambiental e sustentabilidade ecológica;
- Sinérgico - Cria ciclos de feedback positivo e simbioses entre diferentes elementos funcionais para criar mudanças nos sistemas;
- Contextual - Reavalia conceitos de design para contribuir para uma transformação social;
- Holístico - adopta uma perspectiva ciclo de vida para assegurar que os produtos apresentam pouco custo e impacto ambiental;
- Restaurador – fortalece a saúde humana e natural;
- Eco-eficiente – considera a eficiência ecológica como verdadeira economia;
- Criativa – representa um novo paradigma;
- Visionária – foca-se em visões ou resultados desejados e então selecciona ou inventa as ferramentas e métodos apropriados para atingi-las;
- Multi-dimensional – acomoda diferentes culturas e preferências pessoais simultaneamente.

A implementação do ecodesign nas empresas pode criar novas oportunidades de negócios, através de novas e inovadoras abordagens aos problemas, e ajudar a cimentar a posição das empresas num mercado cada vez mais competitivo. (Lofthouse et al., 1999) Algumas vantagens potenciais do ecodesign são:

- Melhorar a posição no mercado;
- Assegurar o compromisso com as crescentes imposições legais;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Melhorar a eficiência e produtividade, conduzindo à redução de custos de produção;
- Avaliar e auxiliar o benchmark da performance ambiental e financeira;
- Procurar novas ideias para o desenvolvimento do produto;
- Favorecer a imagem da empresa.

3.2.2. Comparação do ecodesign com o design tradicional

O ecodesign surgiu na sequência da procura de soluções para o alargamento do âmbito de responsabilidade ambiental a todas as actividades das empresas e não apenas ao produto. De facto, as características e técnicas do design tradicional estão longe do design ambientalmente consciente. O ecodesign causa algumas exigências as designers. A mais importante é a identificação e medição dos impactes ambientais. Isto pode ser a base para todas as decisões de design com objectivo de reduzir os danos ambientais. (Burall, 1996)

O ecodesign reconhece que os impactes ambientais devem ser considerados durante o processo de design, juntamente com todos os critérios de design usuais. Não é, portanto, um processo completamente novo, é apenas uma variação do processo existente. (Lewis et al., 2001) O ecodesign oferece uma excelente oportunidade para reduzir os impactes ambientais associados com os produtos e processos, que podem levar a relações mais sustentáveis entre os sistemas ecológico e económico. (Curran, 1996)

Tabela 3.1 Comparação entre o design convencional e o design ecológico. Adaptado de Van der Ryn e Cowan, (1996) in Birkeland (2002).

Questão	Design convencional	Design ecológico
Ecologia e economia	Entendidos como opostos	Entendidos como compatíveis
Critérios de design	Económico, tradição, e conveniência	Saúde humana e dos ecossistemas, economia ecológica
Conhecimento base	Foco disciplinar estreito	Integração de múltiplas disciplinas do design e várias ciências
Escala espacial	Tendência para trabalhar numa escala num tempo	Integração do design ao longo de múltiplas escalas
Sistemas integrados	Divisão dos sistemas, que não reflecte os processos naturais subjacentes	Trabalho envolve sistemas integrados, designs que fornecem elevado grau de integridade interna e coerência
Papel da natureza	Design impõe-se sobre a natureza, através do controlo e previsão, para atender às necessidades humanas	Inclui a natureza como uma aliada
Metáforas subjacentes	Máquina, produto, parte	Célula, organismo, ecossistemas
Nível de participação	Confiança em peritos, que não se dispõem a comunicar com o público, limita o envolvimento da comunidade às decisões de design críticas	Compromisso com a discussão clara e debate; todos podem participar no processo de design
Tipo de aprendizagem	A natureza e tecnologia estão obscurecidas; o design não ensina o uso sobre o tempo.	Natureza e tecnologia são tornadas visíveis; o design aproxima-nos dos sistemas que nos sustentam

Se a empresa decidir que as questões ambientais são importantes na sua estratégia de desenvolvimento do produto, então têm que se assegurar de que a equipa de desenvolvimento está apta para lidar com esta nova exigência. Internacionalmente há um largo acordo sobre os critérios básicos que um produto tem de obedecer para minimizar os danos ambientais. Tendo como base a filosofia “prevenção é melhor que a cura”, o ecodesign envolve um conjunto de princípios respeitantes à prevenção da poluição, uso eficiente de recursos e desenvolvimento sustentável. Estes princípios ou estratégias práticas para a melhoria do ambiente são (Lewis et al., 2001):

- Seleccionar materiais com menor impacto;
- Evitar materiais que são tóxicos ou envolvam danos ambientais substanciais na sua extracção ou processamento;
- Escolher processos de produção limpos;

- Maximizar a eficiência do uso dos materiais, energia e água;
- Design para a minimização de resíduos, favorecendo a reutilização e a reciclagem;
- Encorajar o utilizador a minimizar os danos ambientais quando usa o produto;
- Facilitar o prolongamento do seu ciclo de vida através de uma simples reparabilidade e actualização.

Através deste conjunto de estratégias, o ecodesign proporciona uma oportunidade para fazer intervenções críticas nas primeiras fases do PDP e por conseguinte eliminar, evitar ou reduzir os impactes ambientais resultantes deste processo. Segundo Lofthouse et al. (1999), o potencial que o ecodesign revela para reduzir os impactes ambientais dos produtos favorece a criação oportunidades para a indústria tomar passos progressivos no sentido da sustentabilidade.

Na prática, a nova abordagem ao design, o ecodesign, acaba por forçar quem desenvolve o produto a levantar questões que conduzam à melhoria da performance, especialmente em termos de valor monetário e de custo de vida. Segundo Birkeland (2002), o ecodesign suporta a expectativa de uma alternativa viável ao design tradicional, reducionista e linear.

3.2.3. Ecoprodutos – produtos eco-eficientes

Com o crescimento das preocupações sobre resíduos, poluição e degradação ambiental na última década, o mercado tem-se tornado sensível às questões de qualidade ambiental. (Lewis et al., 2001) De facto, a percepção da amplitude dos impactes ambientais dos produtos tem levado ao aumento da procura por ecoprodutos, produtos limpos ou produtos eco-eficientes. De acordo com o World Business Council on Sustainable Development (WBCSD, 2000), um produto eco-eficiente é um produto que minimiza os impactes ambientais adversos e maximiza a conservação dos recursos ao longo do seu ciclo de vida. (Fiksel, 1996)

De forma sucinta, a eco-eficiência pretende criar mais valor com menos impacto. (WBCSD, 2000) Segundo o modelo de Brezet, apresentado na Figura 3.10, o nível de eco-eficiência está intimamente ligado ao nível de modificação realizada no produto. Em outras palavras, no sentido de conseguir a sustentabilidade o design deve convergir ao longo dos vários níveis de ecodesign, desde a “melhoria do produto” até à “inovação do sistema”. (Fiksel, 1996)

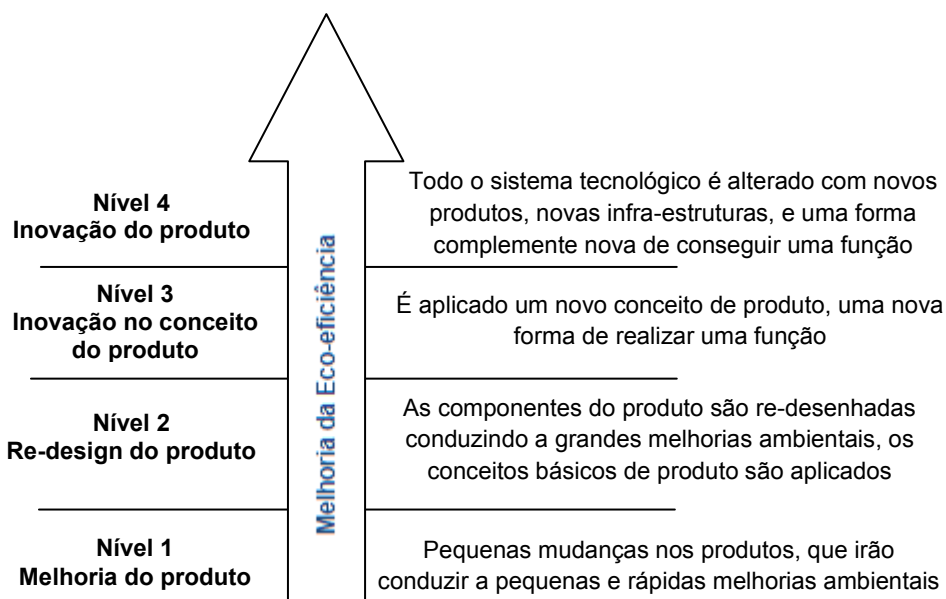


Figura 3.10 Níveis de modificações no produto. Adaptado de Brezet e Van Hemel (1997).

Lofthouse et al. (1999) explica que grande parte das empresas permanece no nível 1 da Figura 3.10, visando as melhorias nos produtos existentes. Contudo, de acordo com este autor, a abordagem ao ecodesign mais usual prende-se com o re-design dos produtos.

Segundo Cross (1996) todas as modificações no produto podem ser classificadas em dois tipos: as que pretendem aumentar o valor do produto para o consumidor e as que pretendem reduzir o custo para o produtor.

O WBCSD (2000) assegura que as empresas podem tornar-se mais eco-eficientes através do re-design dos seus produtos, nível 2 da Figura 3.10. Os produtos cujo design é melhorado com base nos princípios de ecodesign são mais simples e apresentam, geralmente, menores custos de produção. De facto, desde os anos 80 e 90 várias empresas têm feito esforços para aumentar a eco-eficiência através do refinamento e re-design dos produtos já existentes. O esforço foi positivo, mas os ganhos ambientais foram mínimos devido ao estrondoso aumento global do consumo de produtos. (Lagerstedt, 2003)

Com o intuito de conseguir maiores benefícios ambientais e caminhar no sentido de uma sociedade sustentável, as empresas e os stakeholders, isto é, as partes interessadas e intervenientes no processo, deverão repensar os seus produtos, o que pressupõe a inovação dos conceitos de design existentes (nível 3 da Figura 3.10). Além disso, os consumidores deverão reavaliar a sua forma de consumo, tanto no que respeita à qualidade como a quantidade. Tais passos requererão uma mudança de paradigma na forma de pensar. (Lagerstedt, 2003)

Na realidade, a eco-eficiência não se limita a gerar melhorias incrementais nas práticas e hábitos, mas ambiciona estimular a criatividade e inovação (nível 4 da Figura 3.10) na pesquisa de novas formas de realizar produtos. (WBSCD, 2000)

3.2.4. Motivações e entraves à implementação do ecodesign

Actualmente, os produtores confrontam-se também com uma crescente exigência dos consumidores, relacionada com o aumento da variedade e qualidade dos produtos, bem como com a redução de custos. (Serban et al., 2005) As pressões dos consumidores que exigem produtos “amigos do ambiente” têm sido uma influência essencial no desenvolvimento de produtos. Segundo Burall (1996), esta pressão tem tendência a crescer. Este autor defende que os futuros consumidores serão mais informados sobre as questões ambientais e por isso mais conhecedores e exigentes.

Ao desenvolver um produto que incorpore melhorias e benefícios ambientais, uma empresa pode explorar estas vantagens economicamente. (Burall, 1996) No entanto, as melhorias que resultam em efeitos económicos positivos não são, muitas vezes, designadas melhorias ambientais mas sim racionalização da energia ou melhorias da qualidade. (Lindahl et al., 2003)

Rondinelli e Berry (2000) sugerem que se uma empresa encontrar benefícios para os seus negócios adoptando uma imagem de responsabilidade ambiental irá operar proactivamente, isto é, prevenindo futuros problemas. A implementação de um mecanismo que permita reduzir os impactes ambientais das actividades da empresa, é fulcral para as empresas que pretendam assumir uma posição proactiva no mercado. O conceito de ecodesign surge como uma ferramenta que permite atingir este objectivo.

A integração das questões ambientais nas primeiras fases do PDP assume um nível estratégico. As empresas mais proactivas, geralmente grandes empresas, são as que mais se interessam por este tipo de estratégia. (Cramer, 1997) As empresas proactivas encontram-se em conformidade com a legislação, procuram formar futuros mercados, e reconhecem as necessidades dos consumidores. Além de cumprirem a legislação, adoptam regras mais rígidas e podem influenciar os desenvolvimentos legislativos. A adopção de práticas de ecodesign por estas empresas repercute-se nos fornecedores, que são pressionados a adoptarem comportamentos mais sustentáveis. (Burall, 1996; Le Pochat et al., 2006)

Segundo Burall (1996), no longo prazo, as questões ambientais irão alterar radicalmente as práticas de negócio e mercado, e os gestores que planeiam as estratégias do médio/longo prazo têm de estar atentos à direcção que estas influências tomam. ()

As forças motrizes à implementação do ecodesign nas empresas apresentam-se na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Forças motrizes internas e externas para a implementação do ecodesign nas empresas. Adaptado de Brezet e Van Hemel (1997).

Forças Motrizes	
Internas	Externas
Senso de responsabilidade dos gestores	Governo: legislação e regulamentações
Aumento da qualidade do produto	Procura do Mercado/ necessidades do consumidor
Melhoria da imagem do produto e da empresa	Ambiente social: responsabilidade
Redução de custos	Actividade dos competidores/ Competitividade
Necessidade de poder inovador	Actividade das organizações de comércio
Aumento da motivação dos trabalhadores	Inovações tecnológicas dos fornecedores

As forças motrizes internas são as mais poderosas no longo prazo, enquanto as forças motrizes externas podem promover melhorias ambientais no curto prazo. (Van Berkel et al., 1997)

Segundo Lindahl (2001), as maiores forças motivadoras no desenvolvimento de produtos são as necessidades dos consumidores, economia e competitividade. Sem a pressão dos consumidores é difícil motivar as empresas para o ecodesign. (Lindahl et al., 2003)

A opinião de uma das empresas estudadas por Vercasteren e Jansen (2001), no seu projecto de ecodesign, demonstrou ser difícil considerar as questões ambientais tão importantes como outros requisitos do produto. Esta atitude só mudará se as pressões exteriores aumentarem. (Vercasteren e Jansen, 2001)

Gestores, engenheiros e designers industriais tomam regularmente decisões sobre problemas complexos que envolvem mudanças, riscos, incertezas e grandes quantias dinheiro. (Fiksel, 1996) Estes profissionais incluem-se nos principais *stakeholders* do ecodesign. Estes afectam e são afectados pelo design dos produtos e por isso desempenham um papel activo no design. A tabela 3 destaca o papel dos vários *stakeholders* no ecodesign.

Tabela 3.3 Papéis dos principais *stakeholders* no ecodesign. Fonte: Curran (1996).

Utilizadores/ Consumidores/ Público	Compreensão e valores aperfeiçoados através da educação Comportamento e procura modificados no sentido de um estilo de vida mais
--	---

	sustentável
Quem desenvolve as políticas e regulamentações	Desenvolvimento de políticas para promover sistemas ecológicos e económicos sustentáveis Aplicação de novos instrumentos regulamentadores e modificação das regulamentações existentes Aplicação de novos instrumentos económicos ou modificação dos existentes
Fornecedores, Produtores e Gestores	Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis Design produtos e processo limpos Produção de produtos sustentáveis Melhoraria da eficiência dos sistemas de gestão ambiental
Investidores e shareholders	Suporte ao desenvolvimento de produtos mais limpos
Indústria de serviços	Manutenção e reparo dos produtos
Indústria de seguros	Seguro de riscos e cobertura dos custos

Hoje em dia, muitas empresas reconhecem a importância e necessidade do envolvimento de stakeholders externos no PDP: Neste sentido, a palavra do consumidor tem tido cada vez mais expressão.

Existe, por vezes, receio por parte de designers e consumidores que as considerações ambientais possam condicionar a performance do produto. Na realidade, as questões ambientais colocam ainda mais ênfase na performance, uma vez que um produto que executa a sua função inadequadamente não irá beneficiar nem o consumidor nem o ambiente e irá rapidamente desaparecer e ser substituído por outro com boa performance.

Segundo Fiksel (1996), uma implementação eficiente do ecodesign é um desafio por diversas razões:

- Os peritos ambientais necessários, geralmente, não estão disponíveis entre os engenheiros de desenvolvimento do produto;
- A complexidade dos problemas ambientais torna-os difíceis de analisar;
- Os sistemas económicos pelos quais os produtos são fabricados, usados, e reciclados são muito mais difíceis de perceber e controlar que os produtos em si.

Burall (1996) acrescenta que os designers não reconhecem o ecodesign como uma questão prioritária, mas como um número de requisitos que têm de cumprir, o que se torna um entrave à implementação do ecodesign nas empresas.

3.2.5. Ferramentas de ecodesign – breve descrição

A necessidade de incorporar considerações ambientais no PDP levou ao aparecimento de ferramentas de ecodesign. Hoje em dia existe uma grande variedade de métodos e ferramentas que podem inspirar as equipas de design a desenvolver características inovadoras nos produtos – características que podem beneficiar simultaneamente o consumidor, o produtor e o ambiente. (Kurk e McNamara, 2006) Estas podem usar-se para (Fiksel, 1996):

- Avaliar se um determinado design vai de encontro aos objectivos e requisitos de custo e performance;
- Comparar alternativas de design e avaliar as suas vantagens relativas;
- Identificar as potenciais melhorias de design e os seus benefícios esperados.

Actualmente, os designers têm ao seu dispor um amplo e variado conjunto de ferramentas de ecodesign, desenvolvido ao longo de vários anos. Baumann et al. (2002), num estudo realizado, contou mais do que 150 ferramentas de ecodesign apenas para o processo de design. Muitas destas ferramentas foram desenvolvidas antes das questões ambientais se tornarem polémicas, como são hoje. (Graedel e Allenby, 2003)

A variedade de ferramentas está relacionada com a forma que a ferramenta pode tomar, isto é, quantitativa ou qualitativa, software ou papel, base de dados, tabela, entre outras. Muitas delas estão relacionadas com o seu propósito, por exemplo, uma ferramenta especializada para um determinado sector da indústria. (Le Pochat et al., 2006) A maioria divide-se em duas categorias: de avaliação ambiental e de melhoria ambiental. No entanto, existem também ferramentas para comunicação, de ajuda na tomada de decisão ou ferramentas para favorecer a criatividade. (Le Pochat et al., 2006)

Na Figura 3.11 apresenta-se um esquema ilustrativo da diversidade de ferramentas disponíveis, tanto em termos de complexidade como de objectivos/propósitos.

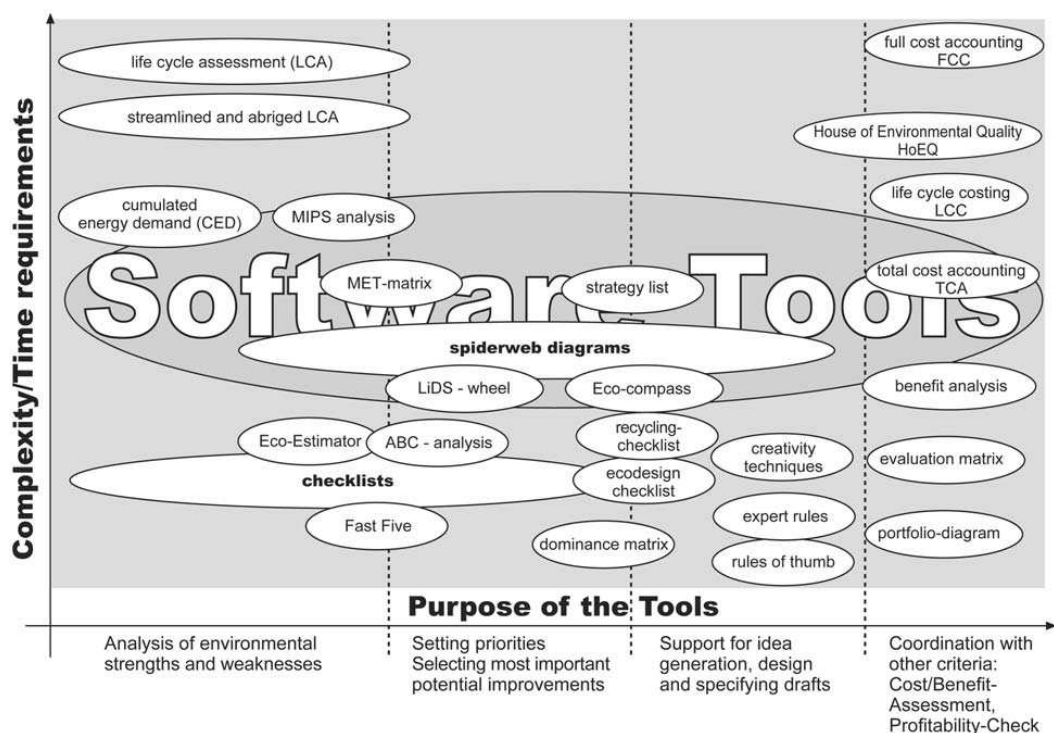


Figura 3.11 Variedade de ferramentas de ecodesign. Fonte: Tischner e Nickel (2003).

Segundo Tischner e Nickel (2003), as ferramentas de ecodesign podem organizar-se por objectivos, como é evidenciado no eixo horizontal da imagem acima. Estes objectivos podem reportar-se a: análises ambientais; selecção de prioridades e potenciais melhorias; suporte à geração de ideias e design; coordenação com critérios de custo/benefício, avaliação, produtividade.

Das ferramentas existentes, uma das mais complexas é a LCA - Life Cycle Analysis (Análise Ciclo de Vida), tal como sugere a Figura 3.11. De acordo com a ISO 14040:1997, a LCA é uma técnica de avaliação dos aspectos ambientais e potenciais impactes associados com o produto através da:

- Compilação de um inventário dos inputs e outputs relevantes do sistema do produto;
- Avaliação dos potenciais impactes ambientais associados a esses inputs e outputs;
- Interpretação dos resultados das fases de análise do inventário e avaliação dos impactes em relação aos objectivos em estudo.

Lewis et al. (2001) esclarece que as ferramentas de ecodesign servem para tornar o trabalho mais completo e fiável e para contornar algumas das tarefas difíceis e/ou muito dispendiosas e impraticáveis de resolver em cada trabalho. Contudo, como todas as ferramentas, podem ser erroneamente usadas ou mal interpretadas. Além disso, é importante que a escolha da ferramenta ou método de design seja compatível com os procedimentos e cultura da empresa, de forma a assegurar o seu uso a longo prazo.

Segundo Lewis et al. (2001), as ferramentas classificam-se segundo: custo; tempo necessário; simplicidade de uso; eficácia na disponibilização de informação útil. Este autor, divide as ferramentas em dois grupos: analíticas e criativas. As ferramentas de cada uma destas áreas têm de ser usadas na procura de soluções e novas direcções.

O principal objectivo das ferramentas analíticas de DfE é obter conhecimento dos impactes ambientais durante todo o ciclo de vida do produto. No início de um projecto de design, antes de iniciar uma análise complexa dos impactes ambientais, as questões que devem ser feitas pelos designers são:

Poderá ser o impacte ambiental um factor sério no design do produto?

Onde é que o produto em causa se insere na hierarquia de importância ambiental?

Com as respostas a estas questões, pretende-se perceber o nível de atenção que deve ser dado ao design para a minimização dos danos ambientais. A percepção do nível hierárquico, onde o projecto de design encaixa, será útil para encarar as questões ambientais. (Lewis et al., 2001; Burall, 1996)

A Tabela seguinte apresenta as principais vantagens e desvantagens de algumas ferramentas de ecodesign.

Tabela 3.4 Principais vantagens e desvantagens de algumas ferramentas de ecodesign. Adaptado de Fiksel (1996); Le Pochat et al. (2006).

Ferramenta	Vantagens	Desvantagens
LCA	A ferramenta mais eficaz Faz a análise mais avançada possível	Requer muito tempo, informação e custos A definição dos limites do sistema para LCA é complicada Não consegue captar a dinâmica dos mercados e tecnologias em mudança.
Matriz	Métodos de avaliação simplificados Fácil de usar Limitam a quantidade de informação a recolher pelo produtor	A sua manipulação deve ser feita por peritos ambientais Os utilizadores têm de ter conhecimento do sector industrial em que ela está envolvida
Checklist	Fácil de perceber e implementar Possível uso autónomo por parte da empresa Permite analisar o produto de acordo com as suas características funcionais Requer poucos recursos para a actualização e manutenção Boa ferramenta para o re-design	São medidas rudimentares de melhoria de performance Não permite uma avaliação ambiental propriamente dita Não fornecem orientação quanto à importância relativa das diferentes questões Pode reduzir a criatividade ao encorajar um falsa noção de complacência
Ferramentas de avaliação paramétricas	Simplificam a avaliação ambiental – relações matemáticas entre parâmetros (exemplo: eco-indicadores) Direccionam a atenção para as melhores	Não são genéricas mas sim devem ser desenvolvidas para cada caso específico Requerem experiência de ecodesign na empresa

	soluções ambientais, com início na fase de design conceptual Resultados são, geralmente, fiáveis visto que são desenvolvidas para famílias de produtos	Devem ser suportadas por grandes bases de dados
Guidelines	Fundamentais para a melhoria ambiental dos produtos Conjunto de regras gerais de ecodesign Simples de usar	Devem ser usadas por pessoas com o mínimo de conhecimento ambiental Devem ser suportadas por bases de dados, para escolher soluções
Manuais de ecodesign	Sistemas de referência Não exigem experiência em ecodesign – uso autónomo por parte das empresas Englobam regras básicas e princípios gerais de ecodesign	Não permite uma avaliação ambiental propriamente dita

De acordo com o estudo desenvolvido por Lindahl et al. (2003), alguns dos requisitos que fazem um bom método ou ferramenta, referidos por algumas empresas, são:

- Fácil utilização;
- Fácil entendimento da sua estrutura e objectivo;
- Geradoras de um resultado que possa ser usado para comparações, nomeadamente entre produtos existentes e novos produtos sugeridos;
- Fornecedoras de estrutura ao desenvolvimento do produto;
- Capazes de integrar com outras ferramentas e metodologias e ajustáveis aos procedimentos de trabalho da empresa;
- Ser um método ou ferramenta activo, por exemplo, interface de internet.

3.2.6. Limitações e lacunas das ferramentas - para os designers industriais

Apesar do elevado número de ferramentas de DfE disponíveis, na realidade muito poucas são usadas pelas empresas. (Lindahl, 2001) Algumas razões da sua reduzida utilização são as exigências de tempo e o facto de muitas dessas ferramentas se focarem apenas nas questões ambientais. Para algumas empresas, a questão ambiental é apenas uma de muitas questões a considerar. (Lindahl et al., 2003)

Mais especificamente em relação ao trabalho dos designers na empresa, Burall (1996) salienta que os designers industriais devem cingir-se à informação específica ao design e às questões de design, em vez de considerarem a informação ambiental geral. Deve haver algum cuidado relativamente à quantidade de informação ambiental a ser considerada pelos designers. Não se pode pedir aos designers para considerarem questões pouco relevantes, o que pode ter um efeito negativo e acabar por desviá-los do ecodesign.

Le Pochat et al. (2006) acrescenta outro entrave à integração do ecodesign nas práticas de uma empresa: as ferramentas de ecodesign existentes são criadas e desenvolvidas para serem usadas por peritos, e por isso são necessárias competências e conhecimentos adequados para as usar. Isto significa conseguir interpretar os resultados obtidos de acordo com o sector de actividade da empresa e o produto em questão. Outro entrave referido por este autor, é o facto de as ferramentas não poderem conduzir à integração permanente do ecodesign nos negócios porque não são desenvolvidas para esse propósito. (Le Pochat et al., 2006)

Ao examinar literatura sobre as ferramentas e métodos na área do desenvolvimento ambiental de produtos, Bauman et al. (2002) descobriu:

- As ferramentas e métodos são, na sua maioria, conceptuais;
- Há poucas referências que descrevem a difusão das ferramentas e métodos de DfE e explicam como é que estas trabalham no PDP;
- A generalidade dos artigos não descreve a utilidade das ferramentas para a redução dos impactes ambientais dos produtos;
- A maioria das publicações com conteúdo empírico destina-se à procura por novas ferramentas e são sobretudo desenvolvidas nas Universidades e depois testadas por investigadores num caso estudo.

Bauman et al. (2002) afirma que tem havido um grande desenvolvimento de ferramentas e métodos de DfE, mas muito pouco esforço para validá-las em termos práticos. Os investigadores, em geral, estão mais interessados em desenvolver novas ferramentas DfE do que em estudar a utilização das já existentes, nomeadamente avaliar e melhorá-las. (Lindahl, 2005)

As fases iniciais do PDP caracterizam-se por reduzida quantidade de informação disponível sobre o novo produto, o que significa que dificilmente se poderão aplicar métodos quantitativos, visto que estes precisam de muitos dados. Consequentemente existem poucos métodos disponíveis orientados para estas fases. (Lagerstedt, 2003)

A literatura de Ecodesign revela que muitas ferramentas de ecodesign falham porque (Lofthouse, 2006; Bhamra e Lofthouse, 2003, Lindahl et al., 2006):

- Não se focam no design, mas na gestão estratégica ou análise retrospectiva dos produtos existentes (como é o exemplo da Análise do Ciclo de Vida). Estes tipos de ferramentas não ajudam os designers nos primeiros estágios do desenvolvimento de produto;
- Não estão adaptadas à cultura do designer industrial e ao facto destes designers terem a sua forma própria de lidar com o ecodesign;

- A informação, sobre as ferramentas, encontra-se muito dispersa o que dificulta o acesso por parte dos designers;
- Focam-se na avaliação ambiental dos produtos existentes e não no suporte ao design. Em termos de conteúdos, as ferramentas não fornecem informação relevante para os designers;
- As ferramentas disponíveis não lhes mostram como fazer ecodesign.

Algumas lacunas identificadas que devem ser preenchidas são:

- Ferramentas que ajudem a avaliar mudanças, fornecer conselhos de design e reunir a experiência acumulada de equipas de desenvolvimento. (Fiksel, 1996)
- Ferramentas que possam ajudar os designers a fazer a ligação entre as suas ferramentas tradicionais e as ferramentas de ecodesign. (Le Pochat et al., 2006)
Para isso, é importante o uso de ferramentas complementares ao processo de design, como ferramentas criativas (Tischner e Nickel, 2003)
- Ferramentas que realcem as questões mais importantes que os designers têm de considerar, ajudando-os a levar estas questões avante (Burall, 1996)
- Ferramentas que sirvam de suporte para os designers que não sabem onde procurar informação.

3.2.7. Resumo

O ecodesign traduz uma nova e mais abrangente linha de pensamento, que envolve todo o ciclo de vida do produto numa procura pela minimização dos impactes ambientais dos produtos. A introdução dos princípios de ecodesign na fase de design do produto tem a potencialidade de criar novas oportunidades de negócio, dar valor acrescentado ao produto, conseguir vantagens competitivas à empresa e uma maior aceitação por parte dos consumidores. Num último nível de ecodesign, a eco-eficiência é maximizada através da inovação do produto. Com o intuito de melhorar a incorporação das considerações ambientais no PDP, existem várias ferramentas. Todavia, a sua utilização, função e aplicação apresenta alguns entraves e lacunas.

3.3. Biomimetismo

3.3.1. Sistemas naturais – exemplos a seguir

Segundo Drack (2002), os sistemas biológicos são presumivelmente sustentáveis, pois têm existido há centenas de milhões de anos. Se isto for verdade, devemos descobrir como é que os sistemas biológicos realmente funcionam, em termos de sustentabilidade.

Ao longo da evolução, a natureza refinou as suas formas, processos, e sistemas através de um conjunto de etapas incrementais. O complexo enlace de forças evolutivas assegura a qualidade do sistema resultante. Este longo processo resultou em sistemas altamente adaptados. (Lodato, 2005)

Algumas características dos ecossistemas/sistemas naturais que podem ser reproduzidas e aplicadas na indústria são (Graedel e Allenby, 1995; Lowe, 1996; Yeang, 2006):

- Nos sistemas naturais não existem resíduos. De várias formas todos os materiais são reutilizados, geralmente com grande eficiência; Os resíduos de uma espécie são o alimento de outra;
- Os materiais e nutrientes circulam e transformam-se continuamente. O sistema funciona inteiramente com base em energia solar e armazena, ao longo do tempo, a energia sob a forma de combustíveis fósseis;
- Grande parte dos fluxos de energia nos ecossistemas é consumida nos processos de decomposição, de forma a reciclar resíduos para a sua reutilização;
- As toxinas concentradas não são armazenadas e transportadas em grandes quantidades ao nível do sistema, mas são sintetizadas e usadas quando necessários apenas por certos organismos;
- Um organismo biológico responde aos estímulos externos, como temperatura, humidade, disponibilidade de recursos, entre outros;
- Os sistemas naturais são dinâmicos e orientados pela informação; A flexibilidade dos ecossistemas é uma consequência de múltiplos ciclos de feedback (ciclos retroactivos) que mantêm estes sistemas num estado de balanço dinâmico;
- Um organismo biológico é capaz de actividade independente. No entanto todos os sistemas vivos comunicam e partilham recursos entre si;
- Cada membro de um ecossistema realiza várias funções, interligando-se com outros membros. A cooperação e a competitividade estão interligadas. As trocas de energia e recursos que ocorrem nos ecossistemas são sustentadas pela cooperação.

Na lógica do Biomimetismo, estes princípios naturais podem servir de base para o processo de design de produtos mais sustentáveis.

Yeang (2006) defende que as propriedades e funções dos sistemas naturais, descritas anteriormente, devem ser apreendidas pelo designer como premissas fundamentais ao ecodesign. Na tabela 3.5, são comparadas as formas de abordagem do design relativamente aos sistemas naturais e artificiais.

Tabela 3.5 Comparação entre a perspectiva ecológica e a perspectiva de engenharia. Fonte: Yeang, (2006).

Design	Ecossistema	Engenharia
Ênfase em	Ecologia e biologia ambiental	Tecnologia e engenharia
Inicia-se com	Critério ambiental	Especificações pré-determinadas
Usa processos de	Integração sistémica	Eficiência do sistema
Objectivo	Simbiose ambiental	Produção
Características	Orgânico	Mecânico
	Holístico	Incremental
	Natural	Artificial

Os conceitos e ferramentas dos sistemas naturais são importantes para a perceber a relação da indústria com a natureza. O conceito de escala é uma ideia central, permitindo considerar as facilidades industriais como organismos que actuam individual ou colectivamente. Também o conceito de simbiose, comum nos sistemas naturais, pode ser aplicado aos sistemas tecnológicos, a diferença é que nestes sistemas a simbiose pode ocorrer espontaneamente ou de forma planeada. O conceito de cadeia alimentar fornece uma abordagem analítica aos fluxos de recursos nas sociedades tecnológicas. (Graedel e Allenby, 1995)

Drack (2002) salienta este último conceito. Segundo este autor, a engenharia pode aprender uma lição da natureza no que diz respeito à utilização dos recursos disponíveis no ambiente circundante. Os mecanismos de transporte e armazenamento de recursos industriais (feitos pelo homem) não são eficazes, pois são de manutenção dispendiosa e misturam os materiais, o que torna difícil a recuperação e reutilização. Por outro lado, os organismos usam fluxos de materiais de forma passiva, no sentido em que não há processos de transporte longos e dispendiosos, pelo contrário os ciclos de recursos são temporais e curtos. (Drack, 2002; Graedel e Allenby, 1995) Neste caso, “small is best”.

Por outro lado, os sistemas industriais podem servir os sistemas biológicos, na medida em que fornecem informação sobre os impactes nos ecossistemas. À medida que a informação se torna disponível as respostas dos sistemas biológicos aos stresses tecnológicos podem ser determinadas com maior precisão. (Graedel e Allenby, 1995)

3.3.2. O que é Biomimetismo?

O Biomimetismo é uma abordagem tecnologicamente orientada para aplicar as lições de design da natureza. Segundo Benyus (1997) existem três factores que descrevem este novo campo de estudo:

1. Natureza como o modelo. Estuda dos modelos da natureza e imita-os ou usa-os como inspiração para os designs/processos, com o intuito de resolver os problemas humanos;
2. Natureza como uma medida. Uso o padrão ecológico para julgar a relevância das nossas inovações. Após 3,8 biliões de anos de evolução, a natureza aprendeu: O que funciona. O que é apropriado. O que dura;
3. Natureza como um mentor. Nova forma de observar e avaliar a natureza. Introduce um período baseado, não no que podemos extrair do mundo natural, mas no que podemos aprender dele.

Segundo Podborschi et al. (2005), a Biónica (ou Biomimetismo) é a ciência que estuda os princípios básicos da natureza (construtivos, tecnológicos, de formas, etc.) e a aplicação destes princípios e processo na procura de soluções para os problemas que a humanidade encontra. Uma vez que a Biónica lida com a aplicação das estruturas, procedimentos e princípios de sistemas biológicos, converteu-se num campo interdisciplinar que combina a biologia com a engenharia, arquitectura, e matemática. (Lodato, 2005; Reed, 2004))

Biónica, pode ser classificada em 5 categorias principais (Podborschi et al., 2005):

1. Mimetismo total – uma estrutura material do objecto que seja indistinguível do produto natural, por exemplo tentativas iniciais para construir máquinas do voo;
2. Mimetismo parcial – uma versão modificada do produto natural, por exemplo madeira artificial;
3. Analogia não-biológica – mimetismo funcional, por exemplo planos modernos e usos das superfícies de sustentação;
4. Abstracção – o uso de um mecanismo isolado, por exemplo reforço da fibra dos compostos;
5. Inspiração – propulsora para a criatividade, por exemplo design de construções arquitectónicas e de engenharia semelhantes a plantas, animais e insectos.

Como uma disciplina científica, a Biónica assume uma abordagem sistémica à realização técnica e aplicação de processos da construção e princípios de desenvolvimento observados nos sistemas biológicos. Contribuiu para as inovações tecnológicas na

aerodinâmica, sonar, ventilação, empacotamento, adesão, propulsão, bombeamento, locomoção, composição material. No entanto, o rigor técnico da engenharia da Biónica tem virtudes e limitações. (Podborschi et al., 2005)

Esta abordagem pode aplicar-se ao design de um produto (usando soluções funcionais desenvolvidas com base em organismos biológicos), assim como a sistemas mais vastos, como comunidades, organizações, economias locais, entre outros. (Richardson et al., 2005)

Wahl (2006) sugere que a Biónica e Biomimetismo representam duas abordagens distintas ao “design e natureza”, baseadas em diferentes concepções da relação entre a natureza e a cultura. Enquanto a Biónica trata da previsão, manipulação e controlo da natureza, o Biomimetismo aspira à participação na natureza, e por isso constitui uma maior contribuição para a sustentabilidade. Segundo este autor, uma transição para a sustentabilidade, mediada pelo design, requer uma abordagem holística e participatória da natureza e da cultura, dentro de um sistema dinâmico e interligado.

Na literatura podem ser encontradas muitas definições, como a seguinte: biónica é a ciência que estuda os princípios básicos da natureza (construtivos, tecnológicos, de formas, etc.) e a aplicação destes princípios e processo para encontrar soluções para os problemas da humanidade. (Podborschi et al., 2005)

Segundo Reed (2004), o Biomimetismo continuará a influenciar as nossas vidas uma vez que por mais desenvolvidos que estejamos, ainda não conhecemos muito sobre a natureza. Por exemplo, estima-se que existam entre cinco a 30 milhões de espécies a habitar a Terra, mas apenas temos conhecimento de cerca de 1.4 milhões.

3.3.3. A origem e evolução de uma nova ciência

Ao longo da história humana os designers têm usado os sistemas naturais com inspiração para os seus artefactos. Segundo Lodato (2005), Leonardo Da Vinci pode ter sido o primeiro verdadeiro investigador da Biónica, visto que a maioria dos seus designs foram baseados em observações na natureza.

O termo Biónica foi inventado, em 1958, pelo Engenheiro da Força Aérea dos E.U.A Major Jack.E. Steele, durante o seu trabalho na Divisão de Aeronáutica. Steele definiu *Biónica* como “a análise das formas pelas quais os sistemas vivos actuam e têm descoberto os artifícios da natureza, representando-os em hardware”. O termo Biónica (do Grego – “elemento de vida”) foi oficialmente usado como título de um simpósio em Setembro de

1960. O conceito de Biónica de Steele focava-se basicamente na imitação da forma biológica e estrutura fisiológica dos organismos, utilizando características biológicas induzidas como base para o desenvolvimento técnico. (Hsiao† e Chou‡, 2007)

Em 1969, Ian L. McHarg e os fundadores do “New Alchemy Institute” – John Todd, Nancy Jack Todd e William McLarney – foram pioneiros na nova abordagem ao design, visando aplicar lições de design da natureza à criação de novas infra-estruturas, produtos e processos humanos mais sustentáveis. (Wahl, 2006)

Segundo o Dr. John Todd, importante biólogo cujo trabalho se foca no campo do design ecológico, “a ecologia da Terra está aliada a um conjunto de instruções que precisamos urgentemente de decifrar e aplicar no design dos sistemas naturais.” Após quarenta anos de pesquisa nas áreas de biologia, ecologia e design, John Todd disse: “através do design ecológico é possível conseguir uma civilização superior, que usará um décimo dos recursos mundiais que a sociedade de hoje usa.”

John Todd e a sua esposa Nancy Jack Todd foram os primeiros investigadores a formular uma lista de princípios relativos ao design biológico/ecológico (Wahl, 2006):

1. O mundo vivo é a matriz para todo o design;
2. O design deve seguir, e não opor-se, às leis da vida;
3. A equidade biológica deve determinar o design.
4. O design deve reflectir o bioregionalismo;
5. O design deve ser baseado em fontes de energia renováveis;
6. O design deve ser sustentável na integração de sistemas vivos;
7. O design deve ser co-evolucionário com o mundo natural;
8. A construção e o design devem ajudar curar o planeta;
9. O design deve seguir a ecologia;
10. Todos somos designers.

O último princípio foi adicionado mais recentemente, e pretende mostrar a centralidade do design. Esta lista de princípios biológicos do design reflecte a visão holística e participatória que sustenta o design sustentável integrado. O movimento transdisciplinar que cresceu desta abordagem para o design ecológico foi descrito como o “Bioneers”, design natural ou movimento natural do design.

Em 1971, o professor e designer industrial Victor Papanek publicou o livro *Design for the Real World*, em que aconselhava os designers a estudar os princípios básicos da natureza e as aplicações dos mesmos às necessidades da humanidade. Para tal os designers deviam focar-se na investigação de como a natureza actua, na relação entre as partes e a existência de sistemas.

Desde os anos 70, particularmente através do trabalho do zoologista e biólogo alemão Werner Nachtigall, a Biónica tornou-se uma disciplina cada vez mais influente. De acordo com Nachtigall (1998), a Biónica “é o processo de aprendizagem da natureza como uma inspiração para o design técnico independente.” Nachtigall (1998), formulou uma série dos princípios de design biónico:

1. Integrado, em vez da construção aditiva;
2. Optimização do todo, em vez de maximizar os elementos individuais;
3. Multifuncionalidade, em vez de monofuncionalidade;
4. Adaptação a ambientes particulares;
5. Poupança de energia, em vez do desperdício de energia;
6. Uso directo e indirecto da energia solar;
7. Limitação temporal, em vez da durabilidade desnecessária;
8. Reciclagem total, em vez da acumulação de resíduos;
9. Redes, em vez das linearidades;
10. Desenvolvimento durante o processo de experimentação e erro.

O livro “Industrial Design: Reflection of a Century” editado em 1993, introduziu o conceito de biodesign de Mike Jones, que considera o design orgânico como uma das principais abordagens do design biomimético dos produtos. Para Jones, o conceito de biodesign está ligado à imitação das formas e características dos organismos (De Noblet, 1993)

Em 1997, a escritora e cientista Janine Benyus, introduziu o conceito de Biomimetismo no seu livro *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Este novo termo caracterizou-se por um âmbito mais alargado que o conceito de Biónica, conhecido até à data. Além de considerar a imitação da forma biológica, o Biomimetismo inclui também o conceito de replicação do comportamento dos organismos biológicos.

Em 1999, Edwin Datschefski, investigador especializado no desenvolvimento e promoção de conceitos de design de produtos sustentáveis, fundou uma organização denominada *Biothinking International*. “BioThinking” significa olhar o mundo como um sistema único, e desenvolver técnicas novas, derivadas da ecologia, a aplicar no design industrial, organizacional e sustentável. (Fonte: <http://www.biothinking.com/>) No seu livro *The Total Beauty of Sustainable Products*, Edwin alerta todos os envolvidos no processo de design do produto para o trabalho urgente de repensar os produtos, no sentido de torná-los 100% sustentáveis.

Janine Benyus e Edwin Datschefski são dois nomes indissociáveis da evolução do Biomimetismo como ciência. Os princípios usados, por cada autor, para guiar o design dos produtos estão sumarizados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 Princípios de Biomimetismo definidos por dois autores diferentes. Fonte: Richardson et al. (2005).

Janine Benyus (1997)	Ed Datchefski (2001)
<ul style="list-style-type: none"> • Usar resíduos como um recurso. • Diversificação e cooperação para usar completamente o habitat. • Obter e usar energia de forma eficiente. • Optimizar em vez de maximizar. • Moderar o uso de materiais. • Não poluir. • Não gastar recursos. • Permanecer em equilíbrio com a biosfera. • Partilhar informação. • Comprar localmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cíclico: os produtos devem ser parte de ciclos naturais, feitos de material que possa ser compostado ou tornar-se parte de um ciclo humano, como um círculo fechado de reciclagem. • Solar: toda a energia usada para fazer um usar o produto deve provir de energia renovável, em todas as suas formas, como a solar. • Eficiente: aumentar a eficiência dos materiais e uso de energia significa menos danos ambientais. Os produtos podem ser desenhados para usar 1/10 do que usavam antes. • Segurança: os produtos e os subprodutos não devem conter materiais tóxicos. • Social: O fabrico dos produtos não pode incluir exploração dos trabalhadores.

Nos últimos anos, o interesse por parte dos engenheiros em retirar conceitos de design da natureza tem aumentado. Em especial ao longo da última década, com o crescente foco na natureza, o campo da Biónica explodiu. (Lodato, 2005) Este crescimento tem sido notório, sendo cada vez mais comum encontrar livros, artigos, sessões de conferência e programas nas Universidades sobre Biónica ou Biomimetismo. (Dickinson, 1999)

De acordo com Dickinson (1999) uma das razões para o crescente interesse, que se verifica actualmente, sobre a Biónica é a elevada sofisticação dos métodos de produção actuais. O Homem só recentemente começou a possuir um conjunto de ferramentas suficientemente sofisticadas para imitar as características das estruturas biológicas, estruturas muito complexas. Devido às inovações na Ciência de Materiais, na Engenharia Eléctrica, na Química e na Genética Molecular, é possível planear e construir estruturas complexas a nível molecular ou próximo.

Outra razão prende-se com o maior conhecimento sobre as plantas e os animais. Ao estudar os animais e plantas, os biólogos podem identificar relações estrutura-função específicas e, por conseguinte, podem fornecer assistência aos engenheiros quando perante de problemas análogos.

3.3.4. Bio-inspiração e Bio-design: soluções de design no mundo natural

Ao longo do processo evolutivo os organismos têm sofrido alterações na sua forma e função. Durante séculos a natureza actualizou-se, criando formas e mecanismos de sobrevivência, cujas analogias podem encontrar-se nos meios técnicos actuais: planos, equipamento óptico, ferramentas da navegação, entre outros. (Podborschi et al., 2005)

Segundo Dickinson (1999), não é possível saber ao certo a extensão em que os modelos biológicos inspiraram os nossos ancestrais, mas exemplos mais recentes de design biomimético estão bem documentados. Por exemplo, os pássaros e morcegos desempenharam um papel central num dos mais triunfantes feitos da engenharia Humana, a construção de um avião.

Segundo Forbes (2006), as criaturas da natureza possuem capacidades e características muito superiores às da engenharia. No entanto, se conseguirmos descobrir como é que esses organismos as conseguiram obter, e aprendermos a utilizar as suas técnicas, conseguiremos ampliar as nossas capacidades estrondosamente. (Forbes, 2006)

Devido aos desenvolvimentos da engenharia genética e um conjunto de novas técnicas, hoje em dia é possível explorar os sistemas da natureza e produzir engenharia equivalente. (Forbes, 2006) De facto, os engenheiros e designers conseguem imitar e utilizar estruturas biológicas, provando que é possível produzir materiais artificiais com a precisão requerida para produzir o efeito desejado. (Dickinson, 1999)

Peter Forbes, no seu livro *The Gecko's Foot*, descreve a bio-inspiração como uma nova ciência que usa os princípios da natureza para criar coisas que a evolução nunca conseguiu. Esta ciência envolve um crescente grupo de técnicas que permitem obter materiais com novas propriedades: superfícies como tinta e vidro que se auto-limpam; tecidos que exibem cores apesar de não possuírem pigmentos da cor; fibras mais fortes que o nylon ou ferro baseadas em teias de aranha; adesivos baseados nas microestruturas das patas do Gecko. (Forbes, 2006)

A disciplina Bio-design considera a arquitectura interna e externa dos sistemas vivos, como soluções de design eficientes, desenvolvidas para executar múltiplas funções nos seus ambientes. Os exemplos de bio-design são abundantes nas primeiras metodologias de design usadas pelos seres humanos. Por exemplo, na área dos transportes, o uso da forma de um pássaro para a configuração básica de um avião. No entanto, estas adaptações foram feitas com pouco ou nenhum conhecimento científico da dinâmica de fluidos. Os designers pioneiros no campo do bio-design confiaram somente na sua convicção que as formas dos sistemas vivos eram as mais apropriadas de performance nos seus ambientes. (Dickinson, 1999)

Os bio-designers encaram as formas e estruturas do mundo vivo como modelos de design. Este facto baseia-se na evidência abundante de que estas formas ou estruturas são representações matemáticas exactas do balanço entre forças ambientais e funcionais, e não o resultado de eventos aleatório ou espontâneos. Os processos envolvidos numa perspectiva do bio-design podem ser divididos em quatro estágios:

1. Seleccionar características de um organismo vivo que excedem as capacidades tecnológicas actuais;
2. Derivar os princípios e processos responsáveis pela sua superioridade;
3. Desenvolver modelos e métodos para descrever os sistemas biológicos, nos termos úteis a designers;
4. Demonstrar a praticabilidade de traduzir este conhecimento em hardware seguro e eficiente.

3.3.5. Biomimetismo e Ecodesign – elo comum

O Biomimetismo deve ser entendido como uma possibilidade de mudança no conceito actual de sustentabilidade de produção, o que traduz um objectivo do ecodesign. Segundo Drack (2002), tanto o Biomimetismo como o Ecodesign são métodos de engenharia que pretendem melhorar os sistemas técnicos. Apesar de não estarem sistematicamente interligados de momento, estes métodos têm muito em comum.

O ecodesign caracteriza-se pela consideração de todo o ciclo de vida do produto durante a fase de design, o que imita o ciclo de utilização e reutilização de todos os materiais existentes na natureza. Além disso, existem outras características da natureza que podem otimizar e distinguir o design de produtos.

3.3.6. Ferramenta criativa de ecodesign - Biomimetismo

O desenvolvimento do produto geralmente é uma combinação de elementos metódicos e criativos. (Wimmer e Züst, 2006)

A criatividade é necessária para gerar novas ideias ou soluções para problemas já conhecidos ou novos. Dowlen (2004) define criatividade como a capacidade de fazer ou inventar algo de novo, tanto uma nova solução para um problema, como um novo método ou dispositivo, ou uma nova forma ou objecto artístico. Através da criatividade pode nascer algo em concreto, como um produto, mas também algo abstracto, como uma ideia.

Thomas Edison disse:

A invenção é um por cento inspiração e 99 por cento transpiração.

Segundo Dowlen (2004), Edison pretende expressar que a experiência é fundamental para a criatividade, mas a inspiração eleva a qualidade da criação a um nível diferente. Para Dowlen (2004), o termo criatividade pode implicar algum juízo de valor relativo à qualidade da criação, e nesta medida a inspiração pode aumentar essa qualidade.

As ferramentas criativas encorajam o utilizador a pensar de forma diferente relativamente aos problemas e encorajam novas formas de pensamento. Estas ajudam a gerar novas ideias, podem fornecer uma perspectiva nova de olhar os problemas e permitem partilhar construir sobre as ideias dos outros.

O processo criativo do designer no desempenho do seu trabalho, designadamente a criação de um novo produto, é facilitado com o recurso a analogias. Uma forma eficaz para melhor perceber uma situação/problema, é observar e analisar como é que uma situação análoga acontece. (Wimmer e Züst, 2006) explica que o recurso a problemas similares relativos a outras áreas, ou seja, o uso de analogias, deve-se ao facto de normalmente ser mais fácil lidar com problemas já conhecidos do que com novos problemas. Uma vez que já se conhecem as soluções para esses problemas é mais fácil criar novas ideias.

A utilização de analogias faz com que o problema original seja transferido para um nível abstracto. Quando a solução é encontrada, há que traduzi-la e adaptá-la à área do problema original. (Wimmer e Züst, 2006) A Biónica, a sinética e a TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) são algumas técnicas que usam o efeito de analogias.

A Biónica ou Biomimetismo pode considerar-se uma ferramenta criativa de ecodesign, na medida em que se caracteriza por uma pesquisa sistemática de mecanismos biológicos que possam contribuir para o design de produtos sustentáveis.

O uso de analogias é um princípio básico na biónica: inicia-se com uma função técnica que precisa de ser realizada; os designers procuram na natureza por sistemas com funções

similares; de seguida devem transferir os atributos estruturais ou sub-sistemas do sistema biológico para o sistema técnico que necessita de ser desenvolvido. (Schild et al., 2004):

O processo sistemático da Biónica é o seguinte (Hill, 1993):

1. Os atributos funcionais do sistema técnico alvo são analisados e tornados abstractos;
2. Esses atributos são transferidos para o mundo biológico (pode usar-se uma base de dados);
3. Comparação dos atributos funcionais do sistema técnico com a sua analogia biológica;
4. As analogias relevantes são escolhidas e as estruturas proeminentes reveladas;
5. Transferência criativa e adopção das estruturas principais do sistema a ser desenvolvido.

O termo sinética deriva da palavra grega *synectikos* e significa juntar elementos diferentes, aparentemente não relacionados entre si (Baxter, 1998). Em criatividade, este conceito foi desenvolvido por Williams Gordon, como uma maneira de auxiliar a procura de soluções para um problema, apoiando-se em analogias e metáforas. (12 Manage – Management Methods & Communities of Interest) Esta técnica permite que se perceba a realidade de forma não trivial, fazendo com que um grupo de pessoas faça emergir, do nível inconsciente, várias ideias para a solução do problema proposto. Geralmente este grupo é composto por indivíduos com diferentes competências e de áreas diferentes. De acordo com Williams Gordon, num processo Sinética o grupo deve realizar um conjunto de passos, que passam por (Schild et al., 2004):

- 1) Descrever do problema a resolver;
- 2) Sugerir e descrever as analogias directas ao problema. Para tal procuram-se comparações com outros campos como natureza, história, economia, tecnologia, entre outros;
- 3) Uma das analogias anteriores é escolhida e é pedido a cada elemento do grupo que se imagine com sendo esse objecto, pessoa ou ideia. O que acontece aqui é uma analogia pessoal;
- 4) Um aspecto da analogia pessoal é escolhido para formar uma analogia simbólica. Pode recorrer-se a comparações invulgares, usando-se metáforas, forma, imagens para descrever o problema;
- 5) Repetir o segundo, terceiro e quarto mas escolhendo uma analogia pessoal de um campo diferente;
- 6) Por fim a este processo de alienação é transferido de volta ao problema original.

A Theory of Inventive Problem Solving, TRIZ, é uma metodologia criativa para a resolução de problemas especialmente talhada para problemas científicos e de engenharia. (Serban et al., 2005) Através deste método coloca-se uma contradição e a partir desse ponto procura-se provocar invenções. TRIZ é uma ferramenta promissora visto que muitos designers encaram a relação do ecodesign com o crescimento económico como uma contradição. (Luttropp e Lagerstedt, 2006)

Sinteticamente o método TRIZ explica-se da seguinte forma: Inicialmente generaliza-se um problema específico a um problema análogo, comparando o problema standard com as soluções análogas standard já conhecidas para outros campos (presentes numa base de dado); de seguida a solução análoga standard é transferida para o problema em questão. (Serban et al., 2005) Este método baseia-se na ideia de que todos os problemas técnicos já foram resolvidos de alguma forma no passado, e os princípios inerentes às suas soluções encontram-se armazenados em bases de dados de patentes.

Através do método TRIZ os designers têm a oportunidade de analisar a melhor direcção para melhorar os produtos. A integração do TRIZ no ecodesign ajuda os designers a maximizar a utilização dos recursos de um sistema para atingir os objectivos de desenvolvimento de um novo produto com menor custo e sem efeitos indesejados. (Serban et al., 2005)

3.3.7. Resumo

As soluções da natureza são baseadas em princípios presumivelmente sustentáveis e por isso são uma fonte de inspiração e um verdadeiro exemplo a seguir pelos sistemas humanos/industriais. O Biomimetismo é um recente campo de estudo que analisa a aplicação dos princípios básicos da natureza na resolução dos problemas do homem. Como ferramenta criativa, o Biomimetismo, baseia-se no uso de analogias com o mundo natural.

4. Metodologia – Ferramenta BIODESIGNER

4.1. Enquadramento

De acordo com Ritzén e Lindahl (2001), ao seleccionar uma ferramenta deve proceder-se à clarificação e análise das necessidades básicas para a utilização dessa ferramenta.

Algumas das questões que se colocam, e que serão respondidas de seguida, são:

- Porquê? Que tipo de resposta se pretende obter? Será a ferramenta projectada para criar novas questões ou para reduzir o número de questões?
- Quem será o potencial utilizador da ferramenta? Que tipo de qualificações deve ter o utilizador?
- Em que etapa do PDP deve ser usada a ferramenta?

Numa fase inicial, a ferramenta BIODESIGNER será um mecanismo de recolha/reunião de informação, uma base de trabalho para o desenvolvimento de competências ligadas ao ecodesign e biomimetismo, não sendo, portanto, um produto acabado.

4.2. Descrição e objectivos gerais da ferramenta

O BIODESIGNER é uma ferramenta baseada na WEB, <http://pessoa.fct.unl.pt/mas16674/Biodesigner/>, facto que lhe confere algumas vantagens, como:

- Capacidade de apresentação multimédia - apresentação de conteúdos de forma visualmente atractiva;
- Veículo de informação pedagógico e educativo;
- Interactividade, feedback directo;
- Fácil actualização de conteúdos;
- Ubíqua – utilizável em qualquer lugar;
- Fácil acesso e sempre disponível;
- Fácil integração nas práticas diárias;
- Capacidade de organização da informação.

A página inicial do *website* BIODESIGNER, que se apresenta na figura 4.1, encaminha o utilizador para as várias áreas que o compõem: introdução, onde se descrevem os conceitos relevantes e de suporte à ferramenta; a explicação de como, quando e por quem a ferramenta deve ser utilizada; informação sobre ecodesign e biomimetismo, onde constam as respectivas guidelines; exemplos de produtos cujo design se inspirou em elementos da natureza, agrupados por áreas de interesse; referências e fontes usadas; comentários, questões ou sugestões que o utilizador queria fazer sobre os conteúdos envolvidos.



Figura 4.1 Página inicial do *website* da ferramenta BIODESIGNER.

Como suporte informativo, pretende-se que o BIODESIGNER seja uma ferramenta útil para ajudar os designers quanto às crescentes exigências de aquisição de conhecimentos na área ambiental. Importa realçar o cuidado em manter a cultura destes profissionais, isto é, a adaptação à sua forma de trabalho. Como tal, de forma a cativar os designers, a informação é exposta de forma apelativa, apresentando-se com máximo uso de imagens, fotos, cores e mínimo texto.

Relativamente à informação, além apelativa, apresenta-se de forma sintetizada e organizada, promovendo uma fácil e rápida utilização individual.

Na tabela 4.1 apresentam-se as principais características da ferramenta proposta, nomeadamente conteúdos, estilo, tempo e formato.

Tabela 4.1 Principais características da ferramenta de ecodesign: BIODESIGNER. Adaptado de Lofthouse e Bhamra (2001), Lindahl (2005).

Conteúdos	Exemplos estimulantes e inspiradores Informação apropriada, relevante e focada no produto Abordagem pedagógica e holística dos problemas ambientais Conteúdos ajustáveis a diferentes contextos/culturas das empresas Apresentação dos assuntos de forma simples e pouco formal Adaptação à linguagem dos designers – linguagem não técnica	
Estilo	Visualmente atractivo e cativante Conjunções de imagens com informação Sem explicações muito técnicas e extensas	
Tempo	Permite rápida utilização Forma dinâmica de trabalhar Apropriado a utilização frequente/regular	
Formato	Baseado na WEB	Organização por temas Dinâmico e interactivo Níveis de informação Orientação/Guia simples

Ao descrever algumas directrizes, esta ferramenta pode servir de ajuda aos designers, na procura pela minimização dos impactes ambientais do design dos produtos. Estas linhas orientadoras, ou guidelines, poderão ajudar também na descoberta de rumos a seguir ou indicações de como proceder. Com a sua apresentação pretende-se indicar as decisões/soluções de design com maior potencial de ser ambientalmente vantajosas.

A apresentação de guidelines subentende uma actualização frequente e o formato WEB é um elemento facilitador. As guidelines não são fixas, mas sim devem transformar-se ao longo do tempo e com a evolução dos conhecimentos; mais particularmente os conhecimentos menos consolidados, tal como os ligados à avaliação de sustentabilidade. (Vezzoli e Sciama, 2006)

Algumas características relacionadas com a componente pedagógica da ferramenta são:

- O incentivo à descoberta;
- A orientação para determinados comportamentos;
- A apresentação dos conteúdos de forma interactiva e visualmente atractiva.

Estes são alguns factores facilitadores da aprendizagem, isto é, o processo que permite a aquisição de novos conhecimentos, desenvolvimento de competências e mudança de comportamentos. Aprender através do ecodesign é um exemplo de educação para o desenvolvimento sustentável. (Karlsson e Luttrupp, 2006)

Este tipo de ferramentas utiliza-se para facilitar a comunicação no PDP, pelo que é importante definir uma estrutura que favoreça uma troca fácil de informação. Neste sentido, esta ferramenta funciona como uma interface interactiva que permite um feedback directo, em tempo real, colocando os designers em contacto com questões concretas e eventuais pistas e soluções.

O design é um processo criativo baseado nas observações/experiências e no pensamento. A maior parte deste processo acontece na cabeça do designer e poucos designers estão conscientes do seu processo ou metodologia de design (Rosell, 1990). O resultado obtido depende do processo criativo individual de cada designer.

A criatividade é parte do “input humano” no processo de design, permitindo a geração e posterior desenvolvimento/concretização de ideias, para que se tornem algo que possa ser produzido. (Dowlen e Atherton, 2004)

A criatividade e imaginação são estimuladas e alimentadas pela informação disponível. Uma ferramenta como o BIODESIGNER, catalisa a criatividade e ajuda o designer a estar de mente aberta a novas e diferentes oportunidades para os produtos que desenvolve. O Biomimetismo, como técnica que explora o processo criativo, é difundido nos cursos de design e programação visual, pois oferece ao aluno informações pertinentes sobre soluções que se podem encontrar no mundo natural. (Pazmino et al., 2007) Através dos exemplos de como a natureza resolve os seus problemas, promove-se a geração de novas ideias e soluções para os problemas de design.

A inspiração, neste contexto, pode ser definida como conhecimento proveniente do exterior ao domínio do problema, na forma de uma recolha de regras de design. A “inspiração conceptual” fornece não só conhecimento visual mas também conhecimento de outros domínios que pode ser aplicado ao domínio do design. Por exemplo, um designer pode usar os princípios encontrados na natureza para efeitos de design. (Arciszewski e Cornell, 2006)

O BIODESIGNER apresenta uma introdução a uma ciência ainda pouco explorada, que representa um potencial instrumento criativo a utilizar pelos designers, o biomimetismo. De forma a divulgar esta ciência e motivar a sua exploração, fornecem-se alguns conceitos e exemplos de aplicação organizados por temas. Além de contribuir de forma incremental para o conhecimento do biomimetismo, o BIODESIGNER pretende estabelecer analogias entre esta ciência e o ecodeign.

No esquema da Figura 4.2 apresentam-se os objectivos principais do BIODESIGNER.



Figura 4.2 Objectivos gerais da ferramenta BIODESIGNER.

4.3. Para quem é que esta ferramenta é direccionada?

A ferramenta BIODESIGNER caracteriza-se pela simplicidade de uso. Não exige conhecimento especializado na área, no entanto assume que o utilizador já possui competências a nível do PDP. O público-alvo engloba os profissionais envolvidos no PDP, em especial os directamente ligados à fase de design do produto, os designers industriais.

Uma vez que os designers representam um papel central no design do produto, eles são preponderantes no design sustentável. O designer, além de ser responsável pela concepção do design do produto, é responsável pela maneira com que este deverá ser usado, desempenhando um papel de influenciador de atitudes. Mais do que criar produtos sustentáveis, o papel potencialmente mais poderoso do designer é o de influenciar os consumidores nas suas escolhas e aspirações de produtos, de consumo e de estilo de vida.

Uma das conclusões do livro *Design for the real world*, de Victor Papanek (1971), é que o designer deve ter sempre uma atitude crítica durante o seu trabalho e deve estar atento às necessidades que o design deve atender. Este autor encara os designers como pessoas com capacidades que podem servir a sociedade, tanto positiva como negativamente. Como exemplo, ele compara os designers com os médicos: estes podem fazer a sua prática habitual ou podem decidir trabalhar com a cirurgia plástica e cosmética.

De facto, face à crescente preocupação com a relação entre os produtos e os problemas ambientais, o designer tem adquirido um papel central no desenvolvimento de um futuro

sustentável. Segundo Cooper (1999), o papel do designer modificou-se nos últimos anos, passou de atender às necessidades a estimular desejos. Tal transformação tem-se traduzido na criação de novos desafios e novas áreas de trabalho.

Sendo a inovação uma fonte de soluções para a criação de produtos sustentáveis, torna-se importante estimular o potencial criativo em quem é responsável pelo design dos produtos. São os designers industriais quem formula ideias e conceitos que resultam em novos produtos, e neste sentido a inovação assume uma importância crucial no desempenho destes profissionais. Segundo Burall (1996), a experiência mostra que o talento que muitos designers industriais têm para superar problemas, com uma solução completamente nova, pode ser especialmente valioso no combate de questões ambientais.

Cabe ao designer gerar várias soluções face a um problema, de seguida comparar e combinar as soluções e por fim seleccionar a melhor. Para conseguir este objectivo, o designer deve ser criativo, pelo que deve apoiar-se em métodos que possibilitem, de uma forma rápida, obter melhores e mais inovadoras soluções.

No entanto, segundo Lagerstedt (2003), os problemas específicos como que os designers se deparam nos seus esforços para conseguir as soluções desejadas têm recebido pouca atenção, especialmente em designs de produtos completamente novos. A resolução dos problemas específicos encontrados pelos designers deve ser uma prioridade na investigação no campo do ecodesign.

De acordo com Lawson (1980):

Os designers devem apreciar a natureza, tanto do ponto de vista artístico como científico, e isto envolve um processo mental sofisticado, capaz de manipular muitos tipos de informação, misturá-los num conjunto de ideias coerentes e, finalmente, concretizar algumas dessas ideias.

Tendo por base esta definição, o BIODESIGNER é a ferramenta apropriada para fornecer informação adaptada ao modo de trabalho dos designers.

Esta ferramenta assenta em algumas constatações de Lagerstedt e Grüner (2000), segundo as quais:

A melhor maneira de fazer com que os designers se interessem pelo ecodesign é deixá-los ser livres e criativos; Eles não querem nem demasiada informação, nem demasiadas ferramentas de ecodesign.

4.4. Quando deve ser usada esta ferramenta?

A utilização do BIODESIGNER é indicada para as fases iniciais do processo de desenvolvimento de um produto, nomeadamente as fases de conceito ou design preliminar (ver Figura 3.4), pois são mais flexíveis à mudança. A falta de informação, pensamento criativo e elevado nível de ambiguidade constituem factores que caracterizam estas fases, daí a importância de ferramentas que suportem as decisões tomadas nestas etapas.

De facto, a falta de informação constitui uma barreira à criação de diferentes ideias de conceito. Outra barreira é o tempo, que é geralmente um recurso escasso durante o ciclo de desenvolvimento do produto, representando uma limitação para a capacidade de criar modelos detalhados para os vários conceitos.

De acordo com Ullman (2003) é essencial conhecer o máximo possível sobre o produto nas primeiras fases de desenvolvimento do mesmo, porque as mudanças são menos dispendiosas nas fases iniciais do processo de design. É na fase de design conceptual que se decidem grande parte das características dos produtos, como o volume e a natureza dos materiais e resíduos, tal como as emissões resultantes da produção e do uso dos produtos.

As melhorias mais eficientes conseguem-se nesta fase, uma vez que os custos inerentes a mudanças aumentam à medida que o PDP progride. (ver Figura 1.1) Além disso, quanto mais tarde, na fase de design, forem introduzidas as questões ambientais, mais difícil será implementar essas mudanças.

Apesar de nas primeiras fases do design de um novo produto o conhecimento sobre o produto ser limitado, a liberdade do designer é total pois nada está decidido, como mostra a Figura 4.3. Numa fase posterior do processo, o conhecimento do produto é maior mas as possibilidades de fazer alterações no design de acordo com esse conhecimento são baixas, visto que as principais decisões já foram tomadas.

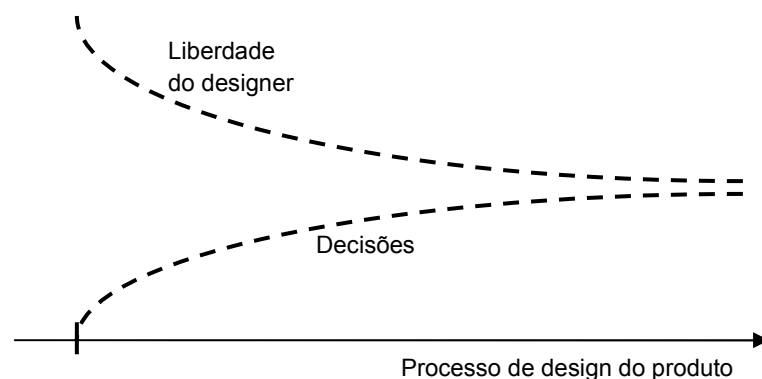


Figura 4.3 Variação da liberdade do designer ao longo do processo de design do produto. Adaptado de Luttrupp e Lagerstedt (2006).

A informação sobre o produto aumenta à medida que ele vai sendo desenvolvido mas por outro lado a possibilidade de mudança do design, aqui representada como a liberdade do designer, vai diminuindo.

Segundo Manzini e Vezzoli (2005), o design é um instrumento de conexão do que é possível no plano das tecnologias limpas com aquilo que é culturalmente desejável no âmbito da crescente preocupação ambiental. O design pode acelerar positivamente a mudança de processos de produção e consumo, pois tem a capacidade de compreender e interpretar potenciais técnicos e expectativas sociais e projectá-los em novas soluções.

O BIODESIGNER é uma potencial fonte de soluções para problemas de design dos produtos, bem como inspiração para o design de novos produtos. As primeiras fases do desenvolvimento do produto podem ser referidas como fases de inovação ou fases de planeamento do produto. (Lagerstedt, 2003) Assim, este suporte pode ser utilizado em duas situações:

1. Quando o designer quer resolver um problema de design bem definido, por exemplo encontrar uma solução para alguma funcionalidade que o produto deve ter; Nesta situação, o uso do BIODESIGNER permitirá ter conhecimento de quais os elementos naturais mais adequados a analisar;
2. Quando o designer quer resolver um problema que não é bem definido. Neste caso, o designer pode escolher o tema do seu interesse, procurar nas listas exemplos apresentados (sistemas naturais e sistemas artificiais) e usar as ideias que daí obtém para resolver o seu problema. A busca da solução consegue-se através da observação dos sistemas naturais, onde algumas características encontradas podem ser relevantes e adaptáveis ao problema. Esta pesquisa pode ajudar a compreender melhor o problema, visto que o designer é exposto a uma variedade de soluções para problemas relacionados.

4.5. Qual a razão desta ferramenta?

O actual conceito de ecodesign adiciona novas actividades ao processo de design tradicional, cuja estrutura permanece inalterada. (Brezet e Van Helmel, 1997) No entanto, o design do produto requer uma análise mais profunda nas fases iniciais do processo de design do produto. Assim, o campo de trabalho do designer deve ser alargado para incluir mais actividades, tal como conhecimentos na área de produtos sustentáveis.

Segundo Vezzoli (2002), a transição para uma sociedade sustentável requererá um longo e complexo processo de aprendizagem colectiva. Um processo no qual cada actor social necessitará de desempenhar um papel, assumindo novas responsabilidades e adquirindo novas aptidões. Os designers são um grupo de actores importantes nesta transição.

Lindahl et al. (2003) afirma que o nível de educação dos designers industriais, no que diz respeito ao ambiente e ecodesign, é baixo. Os designers industriais, com formação fundamentada em Arte, estão preparados para avaliar as qualidades dos diferentes materiais e perceber o potencial do design de diferentes processos de produção. Mas quando a escolha entra em áreas novas – como comparar os impactes de diferentes volumes de diferentes tipos de emissões – muitos designers industriais podem encontrar algumas dificuldades em chegar a conclusões. (Burall, 1996) Uma das razões diz respeito à tardia inclusão das questões ambientais gerais na formação em Design. No entanto, a crescente preocupação com o ambiente resultou num aumento do conhecimento sobre ecodesign, por parte dos designers formados mais recentemente.

O ecodesign e o conhecimento ambiental podem ser encarados de uma perspectiva externa às empresas, em que as prioridades ambientais são introduzidas através de leis e regras. Por outro lado, sendo encarado numa perspectiva interna às empresas, podem ser usados como orientação e um método para desenvolver melhores e mais eficientes soluções nos seus produtos. (Karlsson e Luttrupp, 2006)

Segundo Bhamra e Lofthouse (2003), também os designers industriais recorrem ao ecodesign como orientação, procuram curtas listas de assuntos/pontos que podem servir como base para o seu trabalho, reduzindo assim a quantidade de assuntos que têm de analisar. Nesta medida, procuram ferramentas que ajudem a reunir as questões de ecodesign relevantes, tornando o processo mais fácil e rápido.

Karlsson e Luttrupp (2006) consideram que as ferramentas de ecodesign devem ser feitas para os designers dos produtos e aplicadas nos processos de desenvolvimento dos produtos. O ecodesign deve promover o desenvolvimento das competências dos designers, nomeadamente o diálogo e a cooperação, combinando a capacidade visionária, criativa e analítica. Estudos realizados por Lofthouse (2006), evidenciam a falta de ferramentas apropriadas e úteis os designers industriais.

Há necessidade de metodologias mais eficientes, tanto a nível de exigências de tempo, como facilidade de uso, que possam suportar a tomada de decisões ambientais nas fases iniciais do desenvolvimento de um produto. (Lindahl, 2001) As ferramentas devem ser adequadas para lidar com informação qualitativa. Se exigirem alta precisão de dados, o resultado será obtido muito tardiamente no PDP.

Apesar do crescente número de métodos e ferramentas de ecodesign, a sua utilização industrial ainda é limitada. Uma forma útil de aumentar a utilização dos métodos e ferramentas de ecodesign passa pela identificação das necessidades dos designers, principais utilizadores dos mesmos.

Razões gerais:

- Familiarizar o designer com as questões ambientais ligadas ao desenvolvimento de produtos, nomeadamente, a origem dos materiais ou o destino do produto no final do seu ciclo de vida. O designer deve ser capaz de compreender todo o contexto que envolve o produto e o sistema no qual o produto opera;
- Falta ou relativa fragmentação de informação. Há necessidade de “metainformação” relativa ao design do produto;
- Há necessidade de informação adequada/adaptada aos designers, que possa ser respeitada e vista como uma fonte fiável;
- Acesso a novas fontes de informação que permitam ao designer considerar os impactes ambientais do produto, e desenvolver novas capacidades de avaliar os efeitos ambientais do seu trabalho;
- Interesse em preencher a lacuna relativa às ferramentas criativas de ecodesign existentes. Visto que a maioria dos estudos feitos no âmbito do ecodesign dirige-se para a descoberta de novas ferramentas, sendo sobretudo estudos conceptuais;
- O Biomimetismo é uma ciência pouco explorada, nomeadamente em Portugal e mas com grande potencial. Actualmente, a biónica ainda não é amplamente usada no processo de inovação da indústria. As instituições que fazem pesquisa na área de biónica são, em geral, muito especializadas e dificilmente conseguem dar rapidamente as respostas apropriadas às necessidades das empresas.

4.6. Como é que esta ferramenta apresenta/aborda os conteúdos?

Esta ferramenta apresenta uma estrutura bem definida, que permite a fácil utilização e troca de ideias. Estas características traduzem-se numa abordagem simples e dinâmica aos conteúdos.

O BIODESIGNER caracteriza-se por uma abordagem abrangente e holística dos problemas ambientais dos produtos. Assume-se que o designer deve ser capaz de compreender todo o contexto que envolve o produto e o sistema no qual o produto opera, isto é, deve ter uma

perspectiva do ciclo de vida. Na realidade, os impactes ambientais acontecem em todas as fases do PDP, desde a extracção dos materiais brutos até ao destino final.

Boks et al. (2006) afirma que para melhor comunicar os critérios de sustentabilidade deve usar-se um suporte integrador, em que se imite os problemas de design que se encontram na vida real. De forma a construir o verdadeiro interesse pela sustentabilidade e produtos sustentáveis, é essencial que os designers percebam a importância dos novos conceitos através do uso real. (Bergeå et al., 2006) Com esse propósito apresentam-se alguns exemplos reais de soluções encontradas na natureza e analogias entre o mundo natural e o mundo artificial.

Vosniadou (1989) constatou:

A capacidade de perceber as semelhanças e analogias é um dos aspectos mais importantes do cognitivo humano. É crucial para o reconhecimento, classificação e aprendizagem e desempenha um papel fundamental na descoberta científica e criatividade.

As analogias são usadas para descrever e explicar parcialmente a natureza da resolução do problema. (Gick e Holyoak, 1980) Assume-se que um novo problema pode ser resolvido com a ajuda de uma solução já existente para um problema análogo.

4.7. Como é que esta ferramenta deve ser usada?

O BIODESIGNER deve ser utilizado como uma ferramenta holística para os designers industriais, combinando orientação e informação:

- Metodologia, guideline ou orientação;

Uma metodologia pode-se considerar como sendo um instrumento ou conjunto de instrumentos utilizados para se atingir um objectivo, permitindo a organização de etapas fundamentais ou um conjunto de procedimentos lógicos a seguir. Tais características, intrínsecas ao BIODESIGNER, facilitam a aprendizagem, permitindo difundir a informação pretendida e assim ampliar o conhecimento do utilizador.

Segundo Júnior e Guanabara (2005), as metodologias são fundamentais no processo de design, uma vez que traçam directrizes para o desenvolvimento de produtos e caracterizam-se por conjuntos de princípios e procedimentos fortemente orientados.

Não se pretende que o BIODESIGNER seja encarado como metodologia, no sentido rígido do termo, mas sim como um guia ou orientação flexível e adaptável às necessidades do

utilizador. Para utilizar esta ferramenta o designer deve perceber como é que o produto interage com o ambiente ao longo do seu ciclo de vida e, posteriormente, seleccionar as guidelines relevantes e adaptá-las às suas necessidades. Cabe aos designers escolher conjuntos específicos de regras ou objectivos, de acordo com as necessidades e capacidades da organização/empresa a que pertencem. O facto de os conteúdos serem ajustáveis a diferentes contextos, às diferentes culturas das empresas e organizados por temas, facilita a tarefa dos designers.

Guidelines são usadas para indicar um conjunto de procedimentos e ferramentas que orientam o processo de tomada de decisão no sentido de determinados objectivos. (Vezzoli e Sciama, 2006) Segundo Fiksel (1996), existem pelo menos dois tipos de guidelines: as prescritivas, também chamadas regras de design, e as sugestivas. O BIODESIGNER pode ser classificado por apresentar guidelines sugestivas, na medida em que representam conhecimento acumulado, incluem as melhores práticas e lições aprendidas, mas não estabelecem regras rígidas. (Fiksel, 1996) As guidelines apresentadas pretendem inspirar e indicar quais as soluções de design que apresentam maior potencial de serem ambientalmente sustentáveis.

- Fonte de informação/base de conhecimento

A informação, é um aspecto prioritário para o desenvolvimento futuro se o designer pretender realizar progressos na redução dos impactes ambientais. (Benjamim et al., 1994) Nesta ferramenta salienta-se a vertente pedagógica e reflexiva, cuja finalidade é promover a aprendizagem, de forma a facilitar o uso mais eficaz do conhecimento ambiental no produto. A aquisição de conhecimento é entendida como o processo de aprendizagem de regras de design abstractas ou princípios de design criativos, que podem ajudar os designers a desenvolver novos conceitos de design.

Para conseguir os maiores benefícios para o ambiente, a informação ambiental deve ser cuidadosamente seleccionada e claramente comunicada. (Lagerstedt e Grüner, 2000) Uma vez que a informação a transmitir depende dos objectivos e do público-alvo, é importante adaptar a linguagem e fornecer os conteúdos mais apropriados para atingir esses objectivos.

Através de entrevistas a designers e engenheiros, Åkermark (2003) constatou a necessidade de diferentes níveis de educação ambiental: uma educação mais geral para todos os engenheiros e designers, e uma educação mais profunda para os peritos em ambiente. Um designer não é um cientista ambiental, e isso tem de ser tido em consideração. (Lewis et al., 2001; Burall, 1996) Os designers industriais devem ser educados para reconhecer as considerações ambientais e aprender como lidar com elas

apropriadamente. No entanto, para a maioria dos designers as considerações ambientais são ainda um novo desafio. (Burall, 1996).

4.8. Recomendações de utilização

De forma a conseguir integrar os aspectos ambientais no processo de design do produto, e assim utilizar convenientemente a ferramenta BIODESIGNER, sugere-se o seguimento dos seguintes passos:

- 1) Percepção da necessidade/desejo do consumidor, relativo ao novo produto. A partir do momento em que se identifica a necessidade verificam-se as condições de formular o problema e traçar metas e acções que permitam solucioná-lo. Nesta fase é importante responder a 6 questões básicas: Qual é o problema? Quem tem o problema? Como acontece o problema? Quando acontece o problema? Onde acontece o problema? Porque acontece o problema?
- 2) Após a identificação do problema, a pergunta a fazer é “o que quero que o produto faça?”; A questão seguinte a colocar nesta fase é “como é que a natureza resolve esta situação?”. Por exemplo, quando se pretende realizar o design de um novo produto de limpeza, a tendência é perguntar “qual é o detergente menos tóxico a usar?” mas, segundo o Biomimetismo, a questão fulcral a colocar é “como é que a natureza limpa superfícies?”(Benyus, 2004);
- 3) Identificação das especificações do produto. O ponto de partida para o desenvolvimento do produto é a identificação das especificações do produto, ou seja, a descrição precisa do que o produto deverá fazer. (Wimmer e Züst, 2006) Esta descrição de incluir informação quantitativa e qualitativa e deve servir como documento básico para o PDP;
- 4) Utilização do BIODESIGNER como auxiliar de exploração/pesquisa por novas ideias ou soluções sustentáveis de design, tendo em mente uma perspectiva do ciclo de vida do produto;
- 5) Gerar e seleccionar ideias para o novo produto. Sugere-se, também o uso de outras ferramentas criativas, como um workshop de ideias, o que pode ser usado para gerar novas ideias e estratégias ambientais e seleccionar ideias promissoras. (Lewis et al., 2001) Uma valiosa fonte de ideias é uma base de dados de patentes. (Wimmer e Züst, 2006) As patentes são por natureza novas ideias documentadas;
- 6) Identificação e compilação da informação ambiental relevante inerente ao produto pretendido, como as exigências e preocupações ambientais por parte dos vários stakeholders, legislação ambiental internacional, a imagem da empresa, entre outras;

Deve realizar-se a Identificação e análise dos principais pontos fracos e fortes do produto, do ponto de vista ambiental;

- 7) Pesquisar o mercado. Antes de começar o processo de design, os designers devem fazer pesquisa do background do produto, os seus competidores, desenvolvimentos em produtos relacionados, alguma pressão para a mudança e o mercado em geral. Esta pesquisa irá ajudar a perceber os requisitos do mercado e a identificar alguma nova ideia ou tecnologia que possa surgir durante o processo de design. Além disso, recomenda-se também o estudo dos produtos similares existentes no mercado, nomeadamente estudos de benchmarking;
- 8) Aplicação das conclusões obtidas nas análises anteriores na escolha do conceito novo produto. Deve estudar-se a fiabilidade dos conceitos de forma a seleccionar os mais promissores. O conceito acaba por ser o reflexo das especificações do produto, das questões ligadas ao custo, tempo e disponibilidade de materiais e processos, e o conhecimento e experiência dos designers;
- 9) Design do produto. Segundo Brezet e Van Hemel (1997) é importante comunicar o produto, promover o novo design na empresa, desenvolver um plano de promoção e por fim preparar para a produção.

Apesar da ferramenta BIODESIGNER estar particularmente direccionada para uma utilização individual, uma abordagem interdisciplinar e multifuncional potencia uma utilização mais proveitosa da ferramenta, e por este motivo é recomendada.

Hoje em dia a complexidade de muitos produtos exige a formação de equipas, isto é, conjuntos de pessoas com diferentes competências, que partilham responsabilidades e desenvolvem uma ideia até a transformar num produto (como descrito em 3.1.3). Segundo Åkermark, (2003), os designers não podem operar isoladamente.

O processo de ecodesign, como processo de engenharia e design, envolve várias disciplinas: algumas incluem-se nas ciências naturais (física, química e matemática) e outras relacionam-se como as ciências sociais e humanas.

Kurk e McNamara (2006) sugerem que a expansão de uma equipa de design do produto de forma a incluir um biólogo e representantes do departamento de ambiente, saúde e segurança pode abrir novas portas ao design. Um biólogo pode contribuir com ideias de design numa perspectiva de biomimetismo, enquanto que um representante do departamento de ambiente, saúde e segurança pode contribuir com informação relacionada com restrições regulatórias ou de clientes e gestão de custos de resíduos perigosos. No entanto, os membros tradicionais continuam a ser essenciais, como os que se apresentam na figura 3.6.

O desenvolvimento de produtos de forma integrada, em que se verifique cooperação entre funções e trabalho com actividades paralelas é a abordagem ideal para obter produtos mais eficientes. Ullman (2003) afirma que “o processo de design é a organização e gestão de pessoas e a informação que elas desenvolvem na evolução de um produto.” O brainstorming pode constituir um método complementar ao uso do BIODESIGNER bastante vantajoso.

De acordo com Bonnardel (2000) cada designer constrói a sua própria representação do problema de design, por conseguinte a colaboração entre designers, que lidam com o mesmo problema, potencia o desenvolvimento de novas ideias e/ou soluções. A troca de informação entre, não só os designers, como todos os profissionais envolvidos no PDP aumenta a consciência e a percepção do problema e a possibilidade de o resolver.

5. Conclusões e desenvolvimentos futuros

A fase de design conceptual constitui uma fase decisiva para delinear a performance ambiente do ciclo de vida do produto. É simultaneamente uma oportunidade e um desafio para o ecodesign. Sendo uma das fases iniciais do PDP, esta fase caracteriza-se pelo conhecimento incompleto e falta de informação sobre o produto, incerteza, e liberdade de design. Estas características são impulsionadoras da criatividade e inovação.

Com o protótipo de ferramenta criado pretende-se contribuir de forma incremental para o conhecimento e efectiva aplicação do Biomimetismo. Ao estabelecer uma plataforma de comunicação entre o ambiente e os profissionais de design, ambiciona-se contribuir para a sua educação ambiental.

Segundo Birkeland (2002), para o design se tornar relevante para a resolução de problemas sociais e ambientais, a educação para o design e o processo de design devem ser alterados. Em primeiro lugar, o ecodesign deve ser reconhecido como uma actividade intelectual. Em segundo lugar, o design deve mudar de um paradigma de “transformar a natureza” para “transformar a sociedade” no sentido da sustentabilidade, melhorando a qualidade de vida de todos os seres vivos, comunidades e o seu ambiente. Para tal os designers devem (Birkeland, 2002):

- Reexaminar as necessidades humanas, e estabelecer objectivos apropriados que priorizem a sustentabilidade ecológica e equidade social;
- Repensar a natureza, métodos e objectivos do processo de design em si;
- Integrar o conhecimento de outras áreas ligadas à saúde humana e dos ecossistemas;
- Promover novas tecnologias, sistemas de produção, e construir métodos que não impliquem capital natural, combustíveis fósseis e químicos perigosos.

Para isto ser possível, os designers deverão tornar-se mais atentos às novas responsabilidades, em particular as relacionadas com a aquisição de conhecimentos e competência na vertente ambiental. Mais do que isso, os designers devem estar conscientes que desempenham um papel fundamental e de grande responsabilidade na transição para uma sociedade sustentável. (Vezzoli, 2002)

Este trabalho pretende ser um alerta para uma área com grande potencial e com grandes vantagens do ponto de vista ambiental e de responsabilização social. Outros factores a salientar são o alerta para a necessidade de equipas de design interdisciplinares e para a cultura da partilha de informação. Em particular, recomenda-se a integração de biólogos na equipa de design de forma a melhorar a investigação e exploração das potencialidades do biomimetismo.

No futuro as principais funcionalidades a desenvolver do BIODESIGNER serão:

- A anexação de uma interface de comunicação dos consumidores com a equipa de design do produto. Através desta, pretender-se-á assegurar que quem controla directamente os detalhes do produto, nomeadamente os designers, compreendam as necessidades dos consumidores. (Ulrich e Eppinger, 2003) O BIODESIGNER poderá ser um mecanismo mediador nesta ligação, no sentido em que os consumidores podem dar ideias e sugestões e a equipa de design pode obter um feedback relativamente aos projectos em curso;
- A informação básica sobre produtos, processos e características do PDP deverá ser reforçada, completada e actualizada. Pretende-se fornecer informação sobre as alternativas de design e opções estratégicas assim como os diferentes critérios a serem considerados para um design ambientalmente benéfico;
- Numa fase posterior, será importante incorporar um conjunto de conteúdos de suporte às decisões do ponto de vista de análise de custos e viabilidade financeira. Será também interessante incluir conteúdos técnicos que explorem a vantagem em termos de usabilidade, a exploração de casos reais, questões de desgaste, uso continuado, conformidade com todas as condicionantes normativas em termos de certificação exigidas nos vários mercados;
- A inserção de uma galeria com testemunhos de casos de sucesso e que tenham implementado estes conceitos emergentes.

6. Referências bibliográficas

- Agenda 21 de 14-06-1992, acesso em 20 de Setembro de 2007, disponível em: www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT LI 21463 1 0001.htm.
- Åkermark, A., 2003. The Crucial Role of the Designer in EcoDesign. Division of Engineering Design, Dept. of Machine Design, Royal Institute of Technology, Sweden.
- Arciszewski, T., Cornell, J., 2006. Bio-inspiration: Learning Creative Design Principia. The International Workshop of the European Group on Intelligent Computing in Engineering, Ascona, Switzerland.
- Baumann, H., Boons, F., Bragd, A., 2002. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production* 10, 409 – 25.
- Baxter, M., 1998. Projecto de Produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos. In: Júnior, W., Platcheck, E., Cândido, L., Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos actuais, incluindo a proposta de uma metodologia com ênfase no ecodesign. acesso em 11 de Junho de 2007, disponível em: webmail.faac.unesp.br/~paula/Paula/analogia.pdf.
- Brebbia, C., Sucharov, L., Pascolo, P., Design and Nature: Comparing Design in Nature with Science and Engineering (Design and Nature). Computational Mechanics, Inc.
- Benjamim, Y., Edirisinghe, M., Zwetsloot, G., 1994. New materials for environmental design. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Office of Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Benyus J., 1997. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. Quill Publishers.
- Benyus J., 2004. Voices of the Bioneers 2000 Janine Benyus: Biomimicry. Janine Benyus Discussion Guide, Collective Heritage Institute, 1 – 5.
- Bergeå O., Karlsson R., Hedlund-Åström A., Jacobsson P., Luttrupp C., 2006. Education for sustainability as a transformative learning process: a pedagogical experiment in EcoDesign doctoral education. *Journal of Cleaner Production*. 14, 1431 - 1442.
- Bhamra, T., Lofthouse, V., 2003. Information/Inspiration: A web based sustainable design tool. International Conference on Engineering Design, Stockholm.
- Birkeland, J., 2002. Design for Sustainability: A sourcebook of integrated eco-logical solutions. Earthscan Publications Ltd., London.
- Boks, C., Carel, J., Wever, D., 2006. Sustainable Product Design, Engineering and Management Education for Industrial Design Engineering. 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Leuven.
- Bonnardel, N., 2000. Towards understanding and supporting creativity in design: analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems* 13, 505 – 513.

- Brattebø, H., 1997. Emerging strategies and concepts - A framework for the future. In: Strahl, J. (Ed), Sustainable Industrial Production, Baltic University, Uppsala, Sweden.
- Brezet, H., Van Hemel, C., 1997. Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption, TU Delft & UNEP, Rathenau Institute, Delft, Netherlands.
- Burall, P., 1996. Product development and the environment. The Design Council, Gower.
- Cooper, T., 1999. Creating an economic infrastructure for sustainable product design. The Journal for Sustainable Product Design 8, 7 -17.
- Cramer, J., 1997. Towards innovative, more eco-efficient product design strategies. The Journal of Sustainable Design 1, 7- 16.
- Cross, N., 1996. Engineering Design Methods: Strategies for Product Design. second edition, John Wiley & Sons, Chichester, England, 1989.
- Curran, 1996. Environmental Life-Cycle Assessment. McGraw-Hill Professional Publishing.
- De Noblet, J., 1993. Industrial Design: Reflection of a Century 19th to 21st Century. Paris: Flammarion.
- Delmar, D., 1985. Operations and Industrial Management: Designing and Managing for Productivity, McGraw-Hill College.
- Dewulf, W., Duflou, F., 2004. Integrating Eco-Design into Business Environments: A multi-level approach. In: Talaba, D., Roche T., Product Engineering: Eco-Design, Technologies and Green Energy Sources, Springer.
- Dickinson, M., 1999. Bionics: Biological insight into mechanical design. Department of Organismal Biology, University of California; Berkeley, vol. 96, no. 25, 14208 - 14209.
- Dowlen, C., 2004. Creativity and nature. In: Collins, M., Atherton, M., Bryant, J., Nature and Design (Design and Nature), Computational Mechanics.
- Dowlen, C., Atherton, M., 2004. What is design?. in: Collins, M., Atherton, M., Bryant, J., Nature and Design (Design and Nature), Computational Mechanics.
- Drack, M., 2002. Bionics and Ecodesign: how are materials used in nature, and what can thus be applied to sustainable product design?. in: Brebbia, C., Sucharov, L., Pascolo, P., Design and Nature: Comparing Design in Nature with Science and Engineering (Design and Nature). Computational Mechanics, Inc.
- Dreyfuss, H., 1967. Designing for People. in Ulrich, K., Eppinger, S., 2003. Product Design and Development. McGraw-Hill/Irwin; 3 edition.
- Fiksel, J., 1996. Design for Environment: Creating Eco-efficient Products and Processes. McGraw-Hill Professional Publishing.
- Forbes, P., 2006. The Gecko's Foot: Bio-inspiration: Engineering New Materials from Nature. W. W. Norton, 1st American Ed edition.
- Gick, M., Holyoak, K., 1980. Analogical Problem Solving. in Schild, K., Herstatt, C., Lüthje, C., 2004. How to use analogies for breakthrough innovations. Institute of

- Technology and Innovation Management, Technical University of Hamburg, Germany.
- Graedel, T., Allenby, B., 2003. Industrial Ecology. 2 edition, Prentice Hall.
- Graedel, T., Allenby, B., 1995. Design for Environment. Prentice Hall.
- Hartley, 1992. Concurrent Engineering. Productivity Press, Portland.
- Henn, C., 1996. Chapter 26: Design for Environment in perspective. in: Fiksel, J., Design for Environment: Creating Eco-efficient Products and Processes. McGraw-Hill Professional Publishing.
- Hill, B., 1993. Bionik - notwendiges Element im Konstruktionsprozeß. in Schild, K., Herstatt, C., Lüthje, C., 2004. How to use analogies for breakthrough innovations. Institute of Technology and Innovation Management, Technical University of Hamburg, Germany.
- Hsiao†, Chou‡, 2007. Using biomimetic design in a product design course. World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol.6, No.1.
- ISO: International Organization of Standardization, 1997. Environmental Management – Life Cycle Assessment - Principles and Framework (ISO/FDIS 14040), ISO/TC 207.
- Júnior, W., Guanabara, A. 2005. Methodology for product design based on the study of bionics. Materials & Design 26, 149-155.
- Júnior, W., Platcheck, E., Cândido, L., Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos actuais, incluindo a proposta de uma metodologia com ênfase no ecodesign. acesso em 11 de Junho de 2007, disponível em: webmail.faac.unesp.br/~paula/Paula/analogia.pdf.
- Kamrani, A., Salhieh, S., 2002. Product Design for Modularity. Kluwer Academic Publishers, 2 edition.
- Karlsson, R., Luttrupp, C., 2006. Ecodesign: What's Happening? An Overview of the Subject Area of Ecodesign and the Papers in this Special Issue. Journal of Cleaner Production 14, 1291 –1298.
- Kurk, F., McNamara, C., 2006, Better by Design. An Innovation Guide: Using Natural Design Solutions, Minnesota Pollution Control Agency.
- Lagerstedt, J., 2003. Functional and environmental factors in early phases of product development - Eco functional matrix. Doctoral thesis, Stockholm: KTH, Machine Design.
- Lagerstedt, J., Grüner, C., 2000. Company Internal Communication in DFE - survey in German and Swedish Industry. CIRP 7th International Seminar on Life Cycle Engineering, Tokyo, Japan.
- Lawson, B., 1980. How designers think. In: Burall, P., 1996. Product development and the environment. The Design Council, Gower.

- Le Pochat, S., Bertoluci, G., Froelich, D., 2006. Integrating ecodesign by conducting changes in SME's. ENSAM Institute, Chambéry, France.
- Lewis, H., Gertsakis, J., Grant, T., Morelli, N., Sweatman, A., 2001. Design +Environment - a Global Guide to Designing Greener Goods. New York: Greenleaf Publishing.
- Lindahl, M., 2001. Environmental effect analysis – how does the method stand in relation to lessons learned from the use of other design for environment methods. Proceedings EcoDesign 2001: Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 11-15 December, Tokyo, Japan, 864 - 869.
- Lindahl, M., 2005. Engineering Designers' Requirements on Design for Environment Methods and Tools. Doctoral thesis, Stockholm, Sweden.
- Lindahl, M., Skoglund, L., Svensson, J., 2003. Use and perception of Design for Environment (DfE) in Small and Medium Sized Enterprises in Sweden. EcoDesign 2003: 3rd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 8-11 December, Tokyo, Japan, 723 – 730.
- Lindahl, M., Sundin, E., Sakao, T., Shimomura, Y., 2006. An Interactive Design Methodology for Service Engineering of Functional Sales Concepts - A potential Design for Environment Methodology. The 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Belgium.
- Lodato, F., 2005. The nature of design. Design Management Review 16, 56 – 61.
- Lofthouse, V., Bhamra, T., Evans, S., 1999. Effective Eco-design: Finding a Way Forward for Industry. 6th International Product Development Management Conference, Cambridge, University of Cambridge, Vol. 2, 717-723.
- Lofthouse, V., Bhamra, T., 2001. Making things Better – An Industrial Designers approach to Ecodesign. in D3 Desire, Designum, Design: 4th European Academy of Design Conference Proceedings, 10 – 12 April, Aveiro, Portugal.
- Lofthouse, V., 2006. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. Department of Design and Technology, Loughborough University, Leicestershire, UK.
- Lofthouse, V., 2004. Investigation into the Role of Core Industrial Designers in Ecodesign Projects. Design Studies 25, 215-227.
- Lowe, E., 1996. Chapter 25: Industrial Ecology: A Context for Design and Decision. in: Fiksel, J., Design for Environment: Creating Eco-efficient Products and Processes. McGraw-Hill Professional Publishing.
- Luttrupp, L., Lagerstedt, J., 2006. EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. Journal of Cleaner Production 14, 1396-1408.
- Magnoli, C., Bonanni, L., Khalaf, R., 2002. Designing a DNA for adaptive architecture: a new built environment for social sustainability. in: Brebbia, C., Sucharov, L., Pascolo, P.,

- Design and Nature: Comparing Design in Nature with Science and Engineering (Design and Nature). Computational Mechanics, Inc.
- Manzini, E., Vezzoli, C., 2005. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Nachtigall, W., 1998. Bionik: Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Pahl, G., Beitz, W., 1996. Engineering Design - a systematic approach. second edition, Springer, Berlin.
- Papanek, V., 1971. Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. New York, Pantheon Books.
- Pazmino, A., Santos, A., De Sousa, R., 2007. Aplicação das ferramentas: análise funcional, análise estrutural e matriz morfológica na biônica. 4º Congresso Internacional de Pesquisa em Design.
- Podborschi, V., Vaculenco, M., Ajder, V., 2005. Mimicry of natural forms for Eco-design. Technical University of Moldova, Chişinău, Seminarul National de Organe de Maşini, Braşov.
- Reed, P., 2004. A Paradigm Shift: Biomimicry. *The Technology Teacher*, 23 – 27.
- Richardson, J., Irwin, T., Sherwin, C., 2005. Design & Sustainability: A Scoping Report for the Sustainable Design Forum. Design Council, 27th June
- Ritzén, S., Lindahl, M., 2001. Selection and implementation - Key activities to successful use of EcoDesign tools. 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign'01), 174 - 179.
- Rondinelli, D., Berry, M., 2000. Environmental Citizenship in Multinational Corporations: Social responsibility and sustainable development. *European Management Journal* 18, 70-84.
- Rosell, G., 1990. Anteckningar om design processen. in Schild, K., Herstatt, C., Lüthje, C., 2004. How to use analogies for breakthrough innovations. Institute of Technology and Innovation Management, Technical University of Hamburg, Germany.
- Sánchez, J., 1998. The Concept of Product Design Life Cycle. in: Molina, A., Sánchez, J., Kusiak, A., Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Models and Technologies, Kluwer Academic Publishers, 399 - 412.
- Schild, K., Herstatt, C., Lüthje, C., 2004. How to use analogies for breakthrough innovations. Institute of Technology and Innovation Management, Technical University of Hamburg, Germany.
- Serban, D., Man, E., Ionescu, N., Roche, T., 2005. A TRIZ Approach to Design for Environment. *Kluwer Academic Journal*, Elsevier Science.

- Sousa, I., 2002. Approximate Life-Cycle Assessment of Product Concepts Using Learning Systems. Doctoral thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Tischner, U., Nickel, R., 2003. Eco-design in the printing industry. Life cycle thinking: implementation of eco-design concepts and tools into the routine procedures of companies. *Journal of Sustainable Product Design* 3, 19-27.
- Ullman, D., 2003. *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill International Editions.
- Ulrich, K., Eppinger, S., 2003. *Product Design and Development*. McGraw-Hill/Irwin; 3 edition.
- Van Berkel, R., Willems, E., Lafleur, M., 1997. Development of an industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises. *Journal of Cleaner Production* 5, No. 1-2, 11-25.
- Van der Ryn, S., Cowan, S., 1996. *Ecological Design*. in Birkeland, J., 2002. *Design for Sustainability: A sourcebook of integrated eco-logical solutions*. Earthscan Publications Ltd., London.
- Vercalsteren, A., Jansen, B., 2001. Ecodesign demonstration project (LIFE) -Examples of ecodesign in Belgian industry. *EcoDesign 2001: Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, Tokyo, Japan, 82-86.
- Vezzoli, C., 2002. A new generation of designers: Perspectives for education and training in the field of sustainable design. Experiences and projects at the Politecnico di Milano University. Elsevier Science direct Article, *Journal of Cleaner Production* 11, 1-9.
- Vezzoli, C., Sciama, D., 2006. Life Cycle Design: from general methods to product type specific guidelines and checklists: a method adopted to develop a set of guidelines/checklist handbook for the eco-efficient design of NECTA vending machines. *Journal of Cleaner Production* 14, 1319 – 1325.
- Vosniadou, S., 1989. Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: a developmental perspective. in: Schild, K., Herstatt, C., Lüthje, C., 2004. *How to use analogies for breakthrough innovations*. Institute of Technology and Innovation Management, Technical University of Hamburg, Germany.
- Yeang, K., 2006. *Ecodesign: A Manual for Ecological Design*. Academy Press.
- Wahl, D., 2006. Bionics vs. biomimicry: from control of nature to sustainable participation in nature. in: Brebbia C.A., *Design and Nature III: Comparing Design in Nature with Science and Engineering*, Wessex Institute of Technology, UK, 289 – 298.
- Williams, J., 1994. Briefing for RSA workshop on Environmental Design in the Telecommunications Industry. In: Burall, P., 1996. *Product development and the environment*. The Design Council, Gower.

Wimmer, W., Züst, R., 2006. ECODESIGN Pilot: Product-Investigation-, Learning- and Optimization-Tool for Sustainable Product Development with CD-ROM. Springer; 1 edition.

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), 2000. Eco-efficiency: creating more value with less impact. acesso em 14 de Setembro de 2007, disponível em: www.wbcsd.org.

12 Manage – Management Methods & Communities of Interest, acesso em 5 de Janeiro de 2008, disponível em: www.12manage.com/description_synectics.html.