



Mauro Pinheiro Rodrigues

DESIGN DE INTERAÇÃO E COMPUTAÇÃO PERVASIVA
um estudo sobre mecanismos atencionais
e sistemas de informação ambiente

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Design da PUC-Rio como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Design.

Orientadora: Profa. Rejane Spitz

Rio de Janeiro
Agosto de 2011



Mauro Pinheiro Rodrigues

**Design de interação e computação pervasiva:
um estudo sobre mecanismos atencionais
e sistemas de informação ambiente**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Profa. Rejane Spitz

Orientadora

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Nilton Gonçalves Gamba Júnior

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Rogerio José Camara

Universidade de Brasília – UnB

Prof. Luciano Rogerio de Lemos Meira

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Profa. Denise Berruezo Portinari

Coordenadora Setorial do Centro de Teologia
e Ciências Humanas – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 de Agosto de 2011

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e da orientadora.

Mauro Pinheiro Rodrigues

Graduou-se em Desenho Industrial pela Escola Superior de Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (ESDI-UERJ) em 1995. Obteve o grau de Mestre em Design pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) em 2000. É professor do quadro permanente do Departamento de Desenho Industrial da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Suas atividades de pesquisa concentram-se nos seguintes temas: design de interação; design da informação; arquitetura de informação; interação humano-computador; sistemas de informação ambiente, computação pervasiva; impactos sociais do uso de tecnologias computacionais.

Ficha catalográfica

Rodrigues, Mauro Pinheiro

Design de interação e computação pervasiva : um estudo sobre mecanismos atencionais e sistemas de informação ambiente / Mauro Pinheiro Rodrigues ; orientador : Rejane Spitz. – 2011.

212 f. : il. (color.) ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2011.

Inclui bibliografia

1. Artes e Design – Teses. 2. Design. 3. Computação pervasiva. 4. Computação ubíqua. 5. Mecanismos atencionais. 6. Sistemas de informação ambiente. 7. Design de interação. 8. Design da informação. 9. Interação humano-computador. I. Spitz, Rejane. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

Para meus pais, que me ensinaram tanto, simplesmente sendo.
Tenho orgulho de ser seu filho e de ver vocês em mim.

Para Laura, amor da minha vida, companheira de todas as horas.
Sem você seria impossível.

Agradecimentos

Aos meus colegas do Departamento de Desenho Industrial da UFES, por terem se desdobrado para cobrir minha ausência.

Aos meus alunos da UFES, que sempre renovam minha paixão pelo ensino.

Aos meus colegas da PUC-Rio, Mirella Migliari, Brenda Lucena e Delmar Galisi, companheiros nessa longa jornada.

Às minhas amigas Georgia, Thais, Laura Lessa, Mari New, Gábi e Tê. O carinho de vocês, mesmo à distância, minimizou o isolamento do doutorado.

À Lu Baptista e ao Warren, meus "tradutores" e anfitriões tão queridos.

Aos Soulsas, Sergio, Flávio, Victor, Leo, Andre e Machado, camaradas de impagáveis sessões "descarrego", e à Luciana Mendonça. Cada um a seu modo, vocês ajudaram a manter minha sanidade.

Ao meu irmão Bruno, parceiro desde antes de nascermos.

À Déborah, a Preta, irmã querida que não entende bem o que eu faço, e sempre me faz rir de mim mesmo.

À minha querida avó Elza e ao meu saudoso avó Antenor, que me acolheram anos atrás quando eu iniciava a carreira acadêmica.

À minha orientadora Rejane, que sugeriu o tema que deu origem a este trabalho. Sou grato por sua amizade e por confiar em mim mais do que eu mesmo.

À Laura, por tanta coisa, que nem cabe aqui.

Resumo

Rodrigues, Mauro Pinheiro; Spitz, Rejane (Orientadora). **Design de interação e computação pervasiva: um estudo sobre mecanismos atencionais e sistemas de informação ambiente**. Rio de Janeiro, 2011. 212p. Tese de Doutorado – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A tese investiga os diferentes mecanismos atencionais envolvidos na utilização de sistemas de informação ambiente. Para tanto, conceitua e delimita a “computação pervasiva” – a partir da qual componentes computadorizados passam a compor o ambiente e os objetos do cotidiano –, e discute as conseqüências do uso desta tecnologia, no que se refere aos impactos sociais, implicações ambientais, questões de segurança e privacidade, destacando o papel do design nessa problemática. Apresenta a evolução do design de interação, explicitando sua relação com o projeto de mídias interativas. Propõe ampliar o campo de atuação do design de interação, considerando que a tela do computador deixou de ser a principal interface com o ambiente digital, e que o projeto da interação no contexto da computação pervasiva exige uma abordagem sistêmica. Apresenta o conceito de tecnologia sem estresse (*calm technology*), de Weiser e Brown (1996), e aprofunda a discussão iniciada por estes autores sobre a necessidade de se projetar sistemas de informação que atuem na periferia de nossa atenção, com base nos estudos da Psicologia Cognitiva sobre mecanismos atencionais. Destaca os sistemas de informação ambiente como aqueles que mais se apropriam da idéia de apresentar informações sem exigir o foco de nossa atenção. Analisa doze sistemas de informação ambiente, investigando o modo como envolvem os mecanismos atencionais. Conclui que a definição original de Weiser e Brown (1996) não é suficiente para descrever a miríade de processos envolvidos com a captação da atenção, e aponta linhas mestras para o design de sistemas de informação ambiente, de maneira a considerar a dinâmica entre os diferentes mecanismos atencionais, o contexto de uso, o grau de engajamento do usuário, a influência da memória e a capacidade de habituação aos sistemas de informação.

Palavras-chave

Computação pervasiva; computação ubíqua; mecanismos atencionais; sistemas de informação ambiente; atenção; percepção; design de interação.

Abstract

Rodrigues, Mauro Pinheiro; Spitz, Rejane (Advisor). **Interaction design and pervasive computing: a study of attentional mechanisms and ambient information systems**. Rio de Janeiro, 2011. 212p. Ph.D. Thesis - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This thesis investigates the different attentional mechanisms involved when using ambient information systems. To that end, it defines and delimits "pervasive computing" – when computational resources are embedded into the environment and in everyday objects – and discusses the consequences of this technology, regarding the social impacts, environmental implications, security and privacy issues, highlighting the role of design on this matter. It presents the evolution of interaction design, emphasizing its relationship with the design of interactive media. It proposes to broaden the interaction design field, considering that the computer screen is no longer the primary interface with the digital environment, and that interaction design requires a systemic approach in the context of pervasive computing. It introduces Weiser and Brown's (1996) concept of calm technology, and deepens the discussion initiated by these authors about the need for designing information systems that act on the periphery of our attention, based on Cognitive psychology studies about attentional mechanisms. It highlights ambient information systems as those which have more properly embraced the idea of presenting information without requiring the focus of our attention. It analyzes twelve ambient information systems, investigating how the attentional mechanisms are involved in their usage. It concludes that Weiser and Brown's (1996) original concept is not sufficient to describe the myriad of processes involved with our attention, and outlines guidelines for the design of ambient information systems, in order to consider the dynamics between different attentional mechanisms, the context of use, the degree of user engagement, the influence of memory and the ability to habituate to information systems.

Keywords

Pervasive computing; ubiquitous computing; ambient information systems; attentional mechanisms; attention; perception; interaction design.

Sumário

1. Introdução	13
1.1. Motivação e objetivo da pesquisa	27
1.2. Aspectos metodológicos	30
1.3. Estrutura da tese	34
2. Ubiquidade computacional	36
2.1. Tecnologias que desaparecem	36
2.2. Computação pervasiva	38
2.2.1. Peças do quebra-cabeças	42
2.2.2. Aplicações da computação pervasiva	53
2.2.3. Implicações da computação pervasiva	61
3. A revolução informacional e o design de interação	76
3.1. O design e sua relação com o contexto tecnológico	77
3.2. Do design de interação ao design da experiência	82
4. Tecnologia sem estresse (<i>calm technology</i>)	98
4.1. O que é atenção?	101
4.1.1. Mecanismos atencionais	103
4.1.2. Funções da atenção	107
4.1.3. Percepção e atenção	112
4.1.4. A influência da memória, do aprendizado e da experiência	113
4.1.5. A influência do contexto no engajamento da atenção	116
4.1.6. Atenção como um <i>continuum</i>	119
5. Sistemas de informação ambiente	122
5.1. Metodologia	127
5.1.1. Critérios de seleção	127
5.1.2. Método de análise	130
5.2. Descrição e análise dos sistemas	131

5.2.1. Ambient umbrella	134
5.2.2. Aura Orb	139
5.2.3. Datafountain	143
5.2.4. Flash bag	148
5.2.5. The Good Night Lamp	151
5.2.6. The history tablecloth	155
5.2.7. Ladybag	158
5.2.8. Power Point	165
5.2.9. Thirsty light	167
5.2.10. The Whereabouts Clock	170
5.2.11. Wattson clock	173
5.2.12. Weather patterns	179
5.3. Análise e discussão	182
5.3.1. Comparação dos sistemas de informação ambiente	191
6. Considerações finais	192
6.1. Desdobramentos: passado, presente, futuro	198
7. Referências	200

Lista de figuras

Figura 1 – Etiquetas RFID, em diversos tamanhos	48
Figura 2 – Implante RFID de Amal Graafstra	50
Figura 3 – Porta para gatos com leitor RFID	51
Figura 4 – Fotos dos gatos passando pela porta são tiradas e publicadas automaticamente na Internet	51
Figura 5 – Esquema de aplicação de chips RFID em passaportes	52
Figura 6 – Continuous Glucose Monitoring (CGM)	53
Figura 7 – A evolução do computador vestível de Steve Mann, desde os anos 80 até a década de 90	54
Figura 8 – SportSemble, projeto do MIT	55
Figura 9 – O projeto SixthSense	56
Figura 10 – Nike + iPod	57
Figura 11 – Esquema de comunicação do sistema QuietCare	58
Figura 12 – Telas do sistema QuietCare	58
Figura 13 – Botanicalls	60
Figura 14 – Kickbee	61
Figura 15 – Diagrama ontológico do design, de Gui Bonsiepe	78
Figura 16 – As diferentes competências e disciplinas envolvidas no design da experiência	86
Figura 17 – Processos cognitivos relacionados à atenção	103
Figura 18 – Exemplos de testes de sondagem visual	111
Figura 19 – O continuum dos processos atencionais	121
Figura 20 – Dangling String	124
Figura 21 – Ambient Umbrella	134
Figura 22 – Ambient Umbrella em uso	135
Figura 23 – Site da empresa Ambient Devices	136
Figura 24 – Análise do Ambient Umbrella	138
Figura 25 – Aura Orb	139
Figura 26 – Análise do Aura Orb, primeira etapa de uso	141
Figura 27 – Análise do Aura Orb, segunda etapa de uso	142

Figura 28 – Datafountain	144
Figura 29 – Os pesquisadores envolvidos na construção da Datafountain	145
Figura 30 – Análise da Datafountain	147
Figura 31 – Flash bag	148
Figura 32 – Análise do Flash bag	150
Figura 33 – The Good Night Lamp	151
Figura 34 – The Good Night Lamp	152
Figura 35 – Análise da Good Night Lamp	154
Figura 36 – The History Tablecloth	155
Figura 37 – Análise da History Tablecloth	157
Figura 38 – O protótipo da Ladybag	158
Figura 39 – Ladybag: diagrama com a localização dos sensores e as emoções correspondentes	159
Figura 40 – Ladybag como Effective Organizing System	160
Figura 41 – Análise da Ladybag, como Affective Communication System, na perspectiva do usuário	162
Figura 42 – Análise da Ladybag, como Affective Communication System, na perspectiva do observador	163
Figura 43 – Análise da Ladybag, como Effective Organizing System	164
Figura 44 – Power Point	165
Figura 45 – Análise do Power Point	166
Figura 46 – Thirsty Light	167
Figura 47 – Análise da Thirsty Light	169
Figura 48 – The Whereabouts clock	171
Figura 49 – Análise do Whereabouts Clock	172
Figura 50 – O sistema de medição de consumo de energia Wattson	173
Figura 51 – Wattson	174
Figura 52 – Holmes	174
Figura 53 – Tela do programa Holmes	176
Figura 54 – Análise do Wattson	177
Figura 55 – Análise do Holmes	178
Figura 56 – Weather Patterns	179
Figura 57 – Análise do Weather Patterns	181

Figura 58 – Ambient umbrella e Thirsty light	183
Figura 59 – Wattson e Holmes	184
Figura 60 – Comparação entre Wattson e Holmes	184
Figura 61 – Detalhe da análise do Whereabouts clock	185
Figura 62 – Versão EOS da Ladybag	187
Figura 63 – Aura Orb	188

Lista de tabelas

Tabela 1 – As principais tendências no desenvolvimento da tecnologia computacional	40
Tabela 2 – Adaptação versus habituação	107
Tabela 3 – Teste Stroop 1	109
Tabela 4 – Teste Stroop 2	109
Tabela 5 – Ícones usados na classificação dos sistemas	132
Tabela 6 – Classificação dos sistemas de informação ambiente	133

1 Introdução

Na sociedade contemporânea é cada vez maior o número de atividades mediadas por sistemas computadorizados¹. A tecnologia computacional tem se infiltrado no dia-a-dia de uma parcela da população urbana de tal forma que muitas vezes passa despercebida, sendo utilizada sem grande esforço em tarefas cotidianas nas grandes cidades. A variedade de dispositivos computacionais que utilizamos atualmente é grande, assim como a diversidade de interfaces com as quais temos que interagir para operá-los. Independente dos diferentes graus de complexidade destas interfaces, podemos dizer que vivemos um momento de uso inconsciente da tecnologia (SPITZ, 2008), caracterizado tanto pela utilização freqüente de um número crescente de dispositivos computacionais, quanto pela sua sofisticação e discrição, o que muitas vezes nos permite utilizá-los sem sequer nos darmos conta.

Mesmo em países como o Brasil, onde as desigualdades sócio-econômicas implicam limitações ao acesso de bens e serviços para grande parte da população, não é exagero dizer que a tecnologia computacional está presente na vida da maioria dos brasileiros. Em algumas capitais brasileiras, como Rio de Janeiro, São Paulo e Vitória, já é possível utilizar cartões com tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*)² ao invés de cédulas de dinheiro, para pagar a entrada nos ônibus coletivos urbanos – um sistema semelhante ao utilizado no metrô de Londres. Nestas cidades, os veículos de transporte público dispõem de roletas equipadas com leitores, os quais comunicam-se com os cartões RFID perfazendo cálculos sobre a tarifa cobrada, exibindo o saldo restante acumulado no cartão e liberando ou não a passagem pela roleta. Essa operação,

¹ Aqui usamos o termo “sistemas computadorizados” de maneira ampla, não nos restringindo aos computadores do tipo *desktop*, incluindo qualquer dispositivo que comporte um *software*, assim como todos os elementos relacionados à sua utilização, como redes, transmissores e *hardware*, independente de sua complexidade ou da evidência do computador em relação ao dispositivo.

² *RFID*, ou *Radio Frequency Identification*, refere-se aos sistemas que permitem a transmissão de informações remotamente por ondas de rádio, geralmente sendo utilizados em etiquetas (*RFID tags*) para identificação e localização de objetos. O sistema normalmente é composto por um aparelho leitor e uma etiqueta, a qual armazena informações. Já existem experimentos diversos com esta tecnologia, desde passes-livres para veículos em pedágios, bilhetes eletrônicos para metrô e ônibus, até implantes para identificação de animais e seres humanos.

mediada pela tecnologia computacional, muitas vezes não é compreendida plenamente pelos passageiros, o que não impede que utilizem o sistema sem maiores complicações. É possível que muitos sequer tomem conhecimento dos cálculos e informações dispostas pelo aparelho, limitando-se a compreender que o cartão libera sua passagem pela roleta.

Outro exemplo da adoção da tecnologia computacional no Brasil são os telefones celulares; mais do que aparelhos de telefonia móvel, muitos celulares em uso atualmente são dispositivos com capacidade de processamento de dados digitais que concentram diversas funções (agenda, calculadora, máquina fotográfica, câmera de vídeo, rádio, gravador, reprodução de músicas em formato MP3 etc.). Embora em geral este "computador de bolso" ainda apresente uma capacidade limitada de processamento quando comparado aos computadores do tipo *desktop*, é provavelmente a tecnologia computacional mais difundida atualmente, à qual a maioria da população brasileira tem acesso³.

A miniaturização dos componentes dos sistemas computadorizados, a ampliação do uso de tecnologias de transmissão de dados através de redes sem fio (*wireless*) e o crescimento da Internet, têm colaborado no estabelecimento de um ambiente no qual os computadores fazem parte do cotidiano de maneira tal, que passam a compor o cenário das grandes cidades como elementos camuflados, despercebidos, incorporados a diversos outros artefatos. O computador deixa de ser uma entidade tão evidente para diluir-se no ambiente, mediando diversas atividades do dia-a-dia sem demandar esforço cognitivo para sua utilização.

No campo da ciência da computação, fala-se em ubiquidade computacional, computação ubíqua (*Ubiquitous Computing* ou simplesmente *ubicomp*), ou ainda pervasividade computacional e computação pervasiva (*pervasive computing*) para referir-se a este estágio de desenvolvimento das tecnologias computa-

³ Em janeiro de 2009 a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) estimou em 151,9 milhões o número de telefones celulares em uso no Brasil. Com os números de janeiro, o Brasil tem agora 79,79 celulares para cada 100 habitantes. Em janeiro de 2008, o índice era de 64,50 para cada 100 habitantes. (<http://www.anatel.gov.br/>). É curioso notar que, em 2009, enquanto apenas 17,8% da população mundial tinha linhas de telefone fixo, o número de assinaturas de linhas de telefonia celular alcançou cerca de 4.6 bilhões em todo o mundo (cerca de 67% da população mundial). Embora em 2009 apenas cerca de 25% da população mundial tivesse acesso à Internet, as assinaturas de acesso à Internet banda larga móvel ultrapassaram as de acesso à Internet banda larga fixa (dados estimados pela ITU World Telecommunication - http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2009/39.html). Isso mostra não só o aumento da penetração da telefonia celular em todo o mundo, mas também o crescimento de sua utilização com meio de acesso à Internet em alta velocidade. Cabe ressaltar, no entanto, que esse crescimento tem se dado ainda de forma muito desigual entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento.

cionais⁴. O conceito foi introduzido ainda na década de 80 por Mark Weiser, pesquisador do Xerox Palo Alto Research Center (Xerox-Parc). Weiser vislumbrava um futuro no qual os computadores fariam parte do “tecido da vida cotidiana”, ressaltando que as tecnologias mais avançadas seriam aquelas que desaparecessem no pano de fundo do nosso entorno (WEISER, 1991). Weiser acreditava que a presença da tecnologia computacional poderia ser comparada no futuro com a presença da escrita (considerada uma “tecnologia de informação”) e da eletricidade no cotidiano dos grandes centros urbanos. Ambos seriam exemplos de ubiquidade, de presença constante em diversas instâncias da vida contemporânea, sem no entanto demandar maior esforço cognitivo para sua utilização⁵; tecnologias que “desaparecem” no ambiente, sendo mais percebidas quando estão ausentes da cena do que pela sua presença constante.

Embora ainda não tenhamos chegado a tal estágio de absorção da tecnologia computacional, percebe-se que os suportes para sua utilização têm variado ao longo do tempo, implicando não só uma redução de volume, mas novas formas de utilização. Dos computadores de grande porte dos anos 70 (*mainframes*), que em geral eram utilizados e compartilhados por um grupo de *experts*, passamos aos computadores pessoais na década de 80, cuja utilização em geral era restrita a uma pessoa por computador. Mais recentemente, o uso massivo da Internet, dos computadores em rede, a proliferação de pontos de acesso Wi-Fi abertos, além do aumento de iniciativas de utilização de grades computacionais que compartilham recursos de computadores remotamente, podem ser entendidos como a formação de um grande computador coletivo (LÉVY, 1996 e LEMOS, 2004), multitarefa, sendo compartilhado simultaneamente por diversas pessoas, de forma descentralizada.

Essa difusão das tecnologias computacionais ocorre simultaneamente a uma crescente utilização dos sistemas de acesso à informação. A Internet talvez seja um dos grandes marcos da passagem da era industrial para a era da infor-

⁴ Nesta pesquisa, serão usados indistintamente os termos **ubiquidade computacional**, **computação ubíqua** e sua abreviação **ubicomp**, derivada do termo original em inglês *ubiquitous computing*. Da mesma forma, serão utilizados os termos **pervasividade computacional** e **computação pervasiva**. O termo *pervasivo*, adotado atualmente no Brasil, é um neologismo de termo em inglês *pervasive*, que deriva do latim *pervādo*, *pervādere*: ir além; penetrar; percorrer, permear. Embora haja diferença entre ubíquo (onipresente) e pervasivo (que vai além, que penetra), na literatura corrente ambos os termos são usados para se referir ao mesmo fenômeno, prática que será adotada nesta pesquisa. Adam Greenfield cunhou ainda a palavra **Everyware**, que infelizmente não encontra tradução para o português, razão pela qual optou-se por não utilizar esta denominação nesta pesquisa.

⁵ Ressalte-se aqui que a apropriação da escrita como algo que dispensaria esforço cognitivo não diz respeito à interpretação e compreensão de textos, e sim ao ato de leitura em si, de informações diversas que estariam dispostas em diferentes suportes nos grandes centros urbanos, não se restringindo a jornais e revistas, mas abrangendo a sinalização urbana, embalagens, letreiros de ônibus etc.

mação, sendo um dos temas que têm demandado atenção neste início de século. Não me refiro aqui especificamente à estrutura de redes de computadores conectados remotamente, mas às práticas de comunicação e de acesso à informação que vieram a reboque da popularização dessa tecnologia nos grandes centros urbanos. Nos países desenvolvidos e nas camadas economicamente favorecidas dos países em desenvolvimento, uma nova geração de jovens cresce em um ambiente no qual a grande rede é parte corriqueira de suas atividades. Estar “conectado”, estar imerso no mar de informações, ligando-se a sistemas e pessoas através de interfaces computacionais é uma experiência cada vez mais fluida, que começa a distanciar-se da imagem de uma pessoa sentada à frente de um terminal de computador.

A mobilidade parece ser a palavra-chave nessa etapa do desenvolvimento dos sistemas computacionais, e principalmente, a característica que vem alterar a maneira como as pessoas utilizam essa tecnologia, e em igual medida, o que pode afetar as relações interpessoais, conforme destaca Beiguelman:

A popularização dos dispositivos portáteis de comunicação sem-fio com possibilidade de conexão à Internet e a implantação de hotspots que permitem acesso à rede via ondas de rádio (Wi-Fi, wireless fidelity) apontam para a incorporação de vida nômade e indicam que o corpo humano se transforma, rapidamente, em um conjunto de extensões ligadas a um mundo híbrido, pautado pela interconexão de redes e sistemas on e off line. (BEIGUELMAN, 2006)

Lemos (2006) descreve a sociedade contemporânea, tendo especificamente o fenômeno da mobilidade e de utilização de sistemas computadorizados móveis em perspectiva, como inscrita em processos de territorialização, desterritorialização e reterritorialização. Segundo o autor, a vida social organiza-se pela instauração de territórios⁶, mas sua dinâmica só existe de fato se houver a possibilidade de “linhas de fuga” que permitam desterritorializações. Na cultura contemporânea as tecnologias computacionais móveis estariam instituindo processos nômades, alterando relações de espaço e tempo, promovendo simultaneamente novos territórios e perda de fronteiras.

Um executivo que viaja constantemente está em mobilidade, mas controlado pelo seu celular, pelo seu *laptop* ligado à Internet, pelos percursos pré-determinados. Ele está em mobilidade, mas não é um nômade, já que territorializado, controlado e controlando o fluxo de matéria e informação. Um internauta, por outro lado, que se tranca em seu quarto e navega por horas por informações mundiais, sem percurso pré-definido, vivencia processos nômades, desterritorializantes, sem sair do lugar. Um usuário de telefone celular, que se desloca em um espaço desconhecido e acessa um banco de dados, está em movimento, mas territorializado pelo controle informacional do espaço físico e eletrônico. Ele não é um nômade. O uso

⁶ A noção de território aqui não se restringe a delimitação de um espaço físico, mas a significação de demarcações de limites diversos (políticos, econômicos, simbólicos, subjetivos).

do SMS em processos de ação política, ou em coordenação de atividades cotidianas [...] pode servir como linhas de fuga ao poder instituído criando reterritorialização e nomadismos. (LEMOS, 2006).

De fato, com a utilização crescente de sistemas computadorizados no cotidiano, em situações cada vez menos dependentes do uso de computadores do tipo *desktop* e sim mediadas por aparelhos que permitem a mobilidade, a possibilidade de acessar, de ser “acessado”, de emitir informações a qualquer tempo e lugar a partir de diversos dispositivos, diluem-se os limites de nossos territórios. Em meio a uma reunião de negócios, o executivo atende o celular e conversa com seus familiares, sem se preocupar com a intimidade de suas palavras frente a uma audiência desconhecida; durante o almoço com a família, o profissional autônomo atende seu telefone e resolve problemas com o seu trabalho mais recente. Os *home-offices* fundem o espaço doméstico com o ambiente de trabalho, as vídeo-conferências remotas realizadas por equipes dispersas ao redor do globo, em diferentes fusos horários fazem com que o “horário comercial” torne-se relativo. As grandes corporações mantêm *blogs* no ciberespaço, nos quais questões internas são discutidas publicamente (GUIMARÃES, 2006). O email, antes privado, passa a ser público nos *sites* de relacionamentos Orkut e Facebook, nos quais mensagens íntimas são deixadas para serem lidas por qualquer pessoa. Tempo e espaço tornam-se fluidos, relações hierárquicas deixam de fazer sentido, confunde-se o público e o privado, o lazer e o trabalho, produtores e consumidores, marginal e *mainstream*. (SÁ, 2004 *apud* PARAGUAI e TRAMONTANO, 2006; MEYROWITZ, 2004).

Nesse contexto com limites imprecisos, há muita discussão sobre os reais benefícios de conexão constante, de possibilidade de acesso a quantidades maciças de informação, de relacionamentos e interações mediadas pelos meios computacionais a qualquer tempo, em qualquer lugar, como destaca Meyrowitz:

Para muitos, no entanto, a possibilidade técnica de conectar-se eletronicamente a **qualquer** lugar como se fosse um espaço local pode aumentar o perigo de se perder a habilidade de ter uma visão ampla, de ver o contexto histórico e geográfico, de perceber padrões comuns. Ironicamente, o aumento do **potencial** de acessar, justapor, comparar, contrastar, e construir narrativas alternativas é freqüentemente acompanhado da redução da inclinação psicológica de se envolver em uma análise que consome tanto tempo. Paradoxalmente, quanto mais as novas tecnologias ampliam nossa capacidade de realizar coisas em instantes, parecemos estar cada vez com menos tempo. (MEYROWITZ, 2004, p. 29, grifos do autor, tradução minha)⁷.

⁷ For many people, however, the technical possibility of connecting electronically to virtually everyplace as if it were local space may increase the danger of losing the ability to grasp the overview, to see geographical and historical context, to perceive overall patterns. Ironically, the increased potential to access, juxtapose, compare and contrast, and construct alternative narratives is often paired with the reduction in the psychological inclination to engage in such time-consuming analysis. Paradoxically, the more our new technologies allow us to accomplish in an instant, the more we seem to run out of time.

O motivo pelo qual isso importa em uma era computadorizada é porque pode haver uma tendência a se confundir dados com sabedoria, assim como houve uma tendência a confundir lógica com valores, e inteligência com intuição. Acesso irrestrito aos fatos pode produzir um bem ilimitado apenas se for acompanhado pelo desejo e habilidade em descobrir o que eles significam e aonde eles podem levar. (COUSINS, 1966, tradução minha)⁸.

Em que pesem as críticas às mudanças provocadas pelo uso cada vez mais intenso dos computadores neste início de século, é fato que temos uma relação cada vez mais intensa com as tecnologias computacionais e o conseqüente aumento de conectividade que promovem. As transformações que vivenciamos são de tal ordem que é comum o uso de termos como “revolução digital”, “revolução das tecnologias da informação”, “revolução informacional” para descrevê-las. O termo “revolução”, comum a essas definições, deixa clara a idéia de que mudanças radicais estão em andamento, no sentido de que há uma ruptura, que se estende da economia global às atividades particulares de um indivíduo; os impactos que a intensificação do uso dos computadores tem promovido podem ser percebidos em diferentes esferas do cotidiano.

No campo do design não foi diferente: a partir da introdução da tecnologia computacional, além da substituição de ferramentas de trabalho e da modificação dos processos de produção, ocorreu também o surgimento de uma nova área de atuação para os designers. Mais do que usuários de computadores, os designers passaram a se ocupar com o projeto das interfaces que fazem a mediação entre os sistemas computacionais e o homem. Essa área de atuação passou a ser conhecida como **design de interação**.

Desde a década de 80, quando os designers começaram a se envolver com projetos de interface gráfica de *software*, até os dias de hoje, não só a tecnologia computacional avançou rapidamente como o contexto de utilização dos computadores sofreu mudanças profundas, deixando de ser algo restrito aos profissionais de Ciências da Computação para mediar inúmeras atividades cotidianas do cidadão comum. A própria delimitação do computador como uma categoria específica de objeto é cada vez mais complexa, uma vez que a quantidade de produtos que comportam sistemas computacionais de alguma espécie é cada vez maior, assim como são diversas as situações de uso desses objetos, afastando-se do paradigma do computador do tipo *desktop*, praticamente um

⁸ The reason these matters are important in a computerized age is that there may be a tendency to mistake data for wisdom, just as there has been a tendency to confuse logic with values, and intelligence with insight. Unobstructed access to facts can produce unlimited good only if it is matched by the desire and ability to find out what they mean and where they would lead. The computer can provide a correct number, but it may be an irrelevant number until judgment is pronounced.

caixote em cima de uma mesa de escritório. Novas formas de transmissão de dados, como as etiquetas RFID, sugerem ainda que em breve mesmo objetos como roupas e livros, poderão transmitir informações sobre sua natureza, estado, localização, tornando cada vez mais próximo o cenário de *pervasive computing*.

A despeito de não termos claras ainda as reais implicações de se viver em um mundo no qual as informações e interações mediadas por sistemas computacionais ocorrem em situações diversas, é imperativo acompanhar o desenvolvimento dessas novas tecnologias com atenção, procurando entender como se dá a sua apropriação, sua territorialização, e as “linhas de fuga”, as desterritorializações, criadas pelos grupos sociais que participam dessa cibercultura da mobilidade, de maneira que possamos orientar novos projetos que visem o bem comum. Nesse sentido, corroboramos a visão de Meyrowitz (2004) sobre o assunto:

Ao vagarmos pela savana digital, precisamos alcançar mais do que as pepitas mais visíveis de informação. Precisamos orientar o uso de nossas tecnologias para que seu potencial democratizante seja alcançado. (MEYROWITZ, 2004, p.29, tradução minha)⁹.

Neste cenário, percebe-se a necessidade de repensar o design de interação. Se antes o projeto de interfaces gráficas para sistemas computacionais era o objetivo do trabalho dos designers, com a integração dos computadores aos objetos e ao ambiente, a “tela” deixa de ser o principal elemento de interface e outros espaços e situações de uso tornam-se possíveis, colocando novas questões para o design de sistemas interativos. Já não basta pensar em computação móvel, mas em ambientes de conexão e interação constante, que nem sempre dependem da ação direta e consciente de um indivíduo para acontecer. Em tese estaríamos a caminho de um mundo no qual os computadores demandariam menor esforço cognitivo para sua utilização, cujo funcionamento ocorreria em segundo plano, fora de nosso foco principal de atenção. O campo de atuação do design de interação se expande, deixando de ater-se somente ao projeto da interface para lidar com o projeto da experiência como um todo, abrangendo o contexto de uso, o ambiente, os objetos em conexão e toda a dinâmica que se estabelece através da computação pervasiva.

Parece clara a tendência de se ampliarem as possibilidades de conexão, a qualquer tempo, em qualquer situação, a partir do momento que objetos corriqueiros passam a comportar uma inteligência computacional. Grande parte das pesquisas em *ubicomp* partem do princípio de tornar os sistemas mais autônomos, capazes de fazer inferências sobre as situações de uso, compreendendo o

⁹ As we roam the digital veldt, we must reach beyond the most visible nuggets of information. We must guide the use of our technologies so that their powerful democratizing potentials are realized.

entorno, e tomando decisões baseadas nessas informações, demandando menos atuação direta do homem para sua utilização. Passadas mais de duas décadas desde o trabalho seminal de Mark Weiser, ainda hoje a visão de uma computação que permanece "no pano de fundo da vida cotidiana" é uma referência para as pesquisas e projetos em ubiquidade computacional. Não por acaso os termos "inteligência ambiental" e "objetos inteligentes" são usados com frequência ao se referirem a esses sistemas, uma vez que supostamente teriam capacidade de atuarem sem nossa interferência, sem demandar nossa atenção constantemente, ao contrário de grande parte dos aplicativos que utilizamos atualmente nos computadores do tipo *desktop*.

Apesar dessa promessa de um mundo tecnologicamente mais amigável, há controvérsias sobre a confiabilidade em um sistema tão sofisticado, capaz de realizar transações das quais nem sempre estaríamos plenamente conscientes. O design de interação atua justamente na criação das interfaces que fazem a mediação do homem com os sistemas computacionais, tendo portanto um papel fundamental na discussão das questões subjacentes à criação desses sistemas. Entretanto, ao que parece, essa área de atuação do Design ainda necessita de maior envolvimento no que se refere ao desenvolvimento da computação pervasiva. Embora o design de interação tenha relativa maturidade no projeto de interfaces gráficas para sistemas computadorizados, como quiosques multimídia, *websites* etc., no que diz respeito a outros modelos de interface, como interfaces tangíveis, sistemas de informação ambiente (*ambient information systems*), a atuação destes profissionais ainda é tímida quando comparada à sua participação em sistemas baseados nas GUI (*graphic user interfaces*).

No caso brasileiro, a situação é ainda mais complexa. Historicamente, os centros de pesquisa que trabalham com computação pervasiva localizam-se majoritariamente nos países ditos desenvolvidos. Mesmo no campo da computação, área que originalmente tem se detido mais sistematicamente a estudar a pervasividade computacional, o Brasil não tem até o momento uma participação comparável à de países como Estados Unidos ou Inglaterra. No campo do design de interação a situação não é diferente. Apesar de termos uma população que parece não ter problemas em consumir produtos tecnológicos desenvolvidos além mar, ainda não conseguimos participar diretamente no projeto desses produtos, o que sem dúvida nos coloca em uma posição de aceitação de um modelo que não necessariamente reflete as particularidades culturais de nosso povo.

Curiosamente, ao que parece grandes empresas de tecnologia como Microsoft, Motorola e Nokia já se deram conta de que, no que diz respeito ao desenvol-

vimento de serviços e aplicativos para o ambiente digital, os fatores culturais têm um peso maior do que no que se refere aos bens de consumo. Se um produto como um telefone celular pode ser utilizado de forma semelhante em países e culturas diversas, o mesmo não pode ser dito dos serviços que este mesmo aparelho provém, o que tem estimulado essas empresas a investirem em pesquisas que explorem as particularidades culturais de países distantes dos centros produtores de tecnologia. Nos últimos anos é notável a aproximação dessas empresas com universidades e centros de pesquisa em países ditos de terceiro mundo.

Em 2008, por exemplo, através do programa *Only Planet*, pesquisadores da Nokia desenvolveram projetos em parceria com o Núcleo de Arte Eletrônica (NAE) da PUC-Rio, buscando identificar hábitos e características específicas do público brasileiro que pudessem gerar projetos inovadores de serviços em telefonia celular. Essa iniciativa ocorreu simultaneamente em universidades localizadas em 12 países (Brasil, Japão, Argentina, Irã, Namíbia, Itália, Turquia, Índia, Suécia, Polônia, China e Chile) envolvendo grupos de alunos de diferentes formações como design, computação e administração (SPITZ, 2008, p.15). No ano seguinte, novamente pesquisadores da Nokia desenvolveram uma pesquisa em parceria com o NAE, buscando identificar hábitos nacionais relativos à transações comerciais, que pudessem eventualmente ser transportados para o ambiente digital, tendo especificamente os aparelhos de telefonia móvel como ferramenta principal.

Ainda em 2008, a Nokia montou um estúdio-satélite junto ao curso de design de produto da UniverCidade, no Rio de Janeiro, com o objetivo de aproximar os profissionais da empresa finlandesa da cultura brasileira. Este foi o segundo estúdio-satélite da Nokia; o primeiro foi aberto em 2007, em Bangalore, na Índia. Estabelecidos em parcerias com escolas de design em cada país, os estúdios colocam os designers da Nokia em contato com a cultura e influências locais¹⁰.

De forma semelhante, desde 2004 a empresa Motorola também desenvolve uma parceria com a Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI/UERJ), na qual alunos desta instituição desenvolvem pesquisas com o intuito de criar novos conceitos para produtos de telefonia celular que atendam às especificidades da população brasileira e latino-americana, chegando a aparelhar a escola com um laboratório específico para esse fim – o Motolab Esdi.

Esta mesma escola brasileira de design participou, em 2004, 2005, 2006 e 2007, do *Microsoft Research Design Expo*, um evento durante o qual escolas de design e tecnologia de diferentes países são convidadas a apresentar projetos

¹⁰ Satellite Design Studio Nokia - Olhar Digital
<http://olhardigital.uol.com.br/digital_news/noticia.php?id_conteudo=5196>

desenvolvidos por seus alunos, de acordo com uma temática proposta previamente pela Microsoft. Em 2007, além da Esdi, foram convidadas as escolas: Carnegie Mellon University, de Pittsburgh, EUA; Hong-Kong Polytechnic University; IIT (India Institute of Technology), de Mumbai, Índia; NYU (New York University); TU-Eindhoven, da Holanda; e a University of Washington, de Seattle, EUA. Parece clara a intenção da empresa em perceber como alunos de escolas de design de culturas distintas interpretam uma temática comum.

Paralelamente a isso, em 2009 ocorreram concursos abertos à comunidade de designers de interação em geral, voltados especificamente para o desenvolvimento de soluções inovadoras para questões de interfaces para sistemas computadorizados. O *Design Challenge Summer'09*, promovido pelo Mozilla Labs¹¹ desafiou a comunidade de designers de todo o mundo a criar um novo paradigma para os navegadores, principal produto da empresa¹². O concurso teve 128 inscrições, e o Brasil participou através do Instituto Faber-Ludens, em Curitiba, cujo projeto Cubezilla, desenvolvido por alunos e professores do curso de especialização em design de interação desta instituição, foi premiado na categoria voto popular. Ainda em 2009, a Nokia lançou outro concurso, o *PushN900*¹³, estimulando *hackers*¹⁴ de todo o mundo a proporem aplicações inusitadas para o telefone celular N900 desenvolvido pela empresa. Concursos dessa natureza começam a se tornar comuns, e indicam o interesse de empresas internacionais em identificar fatores culturais específicos de países distantes dos grandes centros produtores de tecnologia.

Embora seja possível perceber esse aumento de interesse sobre as especificidades culturais dos países que não atuam diretamente do desenvolvimento da tecnologia computacional, isso não significa que nossa participação em projetos e pesquisas que vão determinar o nosso futuro tecnológico tenha aumentado – ao menos no que diz respeito à computação pervasiva. Por mais bem conduzidas que sejam as investigações realizadas por empresas e centros de pesquisa estrangeiras, mesmo aquelas que contam com a participação de nossos de-

¹¹ <http://design-challenge.mozillalabs.com/summer09/>

¹² A Mozilla é responsável pelo navegador Firefox, o maior concorrente direto ao Internet Explorer da Microsoft, líder neste segmento em 2009 (Segundo dados do W3Counter - <<http://w3counter.com/>> do TheCounter <<http://thecounter.com>> e do AT Internet Institute - <<http://atinternet-institute.com/>>

¹³ <http://blogs.nokia.com/pushn900>

¹⁴ Embora o senso comum associe atualmente a noção de *hacker* com atividades criminosas relacionadas à invasão de sistemas computadorizados, na verdade este termo tem origem na comunidade de entusiastas da cultura digital que lidam com projeto destes sistemas, tanto no que se refere ao desenvolvimento de *software* quanto de *hardware*, seja profissionalmente ou de maneira amadora.

signers, continuamos em uma posição tímida na definição do que será o aparato tecnológico que permeará nosso ambiente em um futuro próximo. Nesse sentido, corremos o risco de permanecermos como consumidores que devem se adequar aos produtos desenvolvidos em outros contextos culturais.

O momento no entanto é propício para uma discussão mais aprofundada sobre o tema. Coincidentemente ou não, neste início de século vimos o amadurecimento de diversas tecnologias que, combinadas, tornam cada vez mais próxima a possibilidade da proposta de ubiquidade computacional formulada por Mark Weiser sair do papel. Os cenários anteriormente idealizados pelos pesquisadores de *ubiquitous computing* começam a ser traduzidos em aplicações comerciais viáveis, graças ao aprimoramento das tecnologias de transmissão de dados remotos, o desenvolvimento de novos materiais, nanotecnologia, e a própria evolução da cultura ligada ao chamado mundo digital, que já há algum tempo permeia a vida de parte da população dos grandes centros urbanos.

Sem dúvida há um forte apelo emocional associado à ubiquidade computacional. É comum vermos descrições idílicas das situações nas quais viveremos: um mundo repleto de objetos dotados de inteligência computacional de tal forma que o ambiente poderá se adequar às preferências pessoais de seus usuários, exigindo cada vez menos esforço para realizar ações diversas. Apesar desse aspecto emocional, há um considerável interesse comercial atuando nos bastidores das pesquisas em pervasividade computacional. As empresas de tecnologia percebem um potencial enorme para o desenvolvimento de novos produtos, em escalas variadas. Segundo Garret (2006, p.102) as previsões mais modestas vêem um potencial de negócios da ordem de 1 trilhão de dólares na próxima década para o mercado de componentes eletrônicos necessários para a criação da "casa inteligente" – e não estamos falando nos produtos finais, apenas nos componentes necessários para a criação desses produtos! Com um potencial desses a ser explorado, não é de se admirar que as empresas de tecnologia computacional tenham todo interesse em que a evolução da computação pervasiva aconteça o mais rápido possível.

Independente das promessas, do apelo emocional e dos interesses comerciais de grandes empresas, é fundamental perguntarmos: quais as implicações da pervasividade computacional? O que significa de fato vivermos em um mundo conectado, no qual a tecnologia computacional a tudo permeia, e no qual *bits* de informação passarão a compor um mundo anteriormente composto apenas por átomos? Como designers de interação, somos em parte responsáveis pelo desenvolvimento desses produtos. Como pesquisadores e profissionais de

ensino, é fundamental que tenhamos espírito crítico, um olhar abrangente que privilegie os interesses sociais no desenvolvimento dessas tecnologias.

Estamos enchendo o mundo com dispositivos e sistemas incríveis – por cima dos sistemas naturais e humanos que já estavam aqui – apenas para descobrir que esses sistemas parecem estar fora de controle: muito complexos para se entender, o que dirá modelá-los, ou redirecioná-los (...) Nós construímos uma sociedade focada em tecnologia que é notável no que se refere aos meios, mas pouco clara quanto aos fins. Já não é mais claro a quais questões todas essas coisas – tecnologias – são uma resposta, ou quais valores agregam às nossas vidas. (THACKARA, 2006, pp.1-2, tradução minha)¹⁵.

O problema essencial do homem em uma era computadorizada permanece o mesmo de sempre. O problema não é somente como ser mais produtivo, mais confortável, estar mais satisfeito, mas como ser mais sensível, mais vivo. O computador possibilita um salto enorme na proficiência humana; ele derruba as cercas que envolvem a inteligência prática e teórica. Mas a questão que persiste, e até mesmo se acentua, é se o computador torna mais fácil ou mais difícil aos seres humanos saberem quem eles realmente são, identificar seus verdadeiros problemas, a responder plenamente à beleza, a dar o valor adequado à vida, e a fazer o mundo mais seguro do que ele é agora. (COUSINS, 1966, tradução minha)¹⁶.

Uma das questões centrais no que se refere à presença cada vez mais intensa das tecnologias computacionais em nosso cotidiano é exatamente o decorrente aumento do volume de informações com as quais temos que lidar a cada instante. Não só a computação pervasiva nos oferece uma miríade de dispositivos através dos quais podemos acessar o ambiente digital, como as práticas sociais contemporâneas parecem indicar, de fato, uma tendência a gastarmos cada vez mais tempo nesse ambiente informacional¹⁷. Uma das preocupações que tem acompanhado a discussão sobre *ubicomp* é justamente como garantir que esse aumento de exposição e consumo de informação não gere estresse, decorrente da dita "ansiedade de informação" (WURMAN, 1991) ou "sobrecarga de informação" (HEMP, 2009,

¹⁵ We're filling up the world with amazing devices and systems – on top of natural and human ones that were already here – only to discover that these complex systems seem to be out of control: too complex to understand, let alone to shape, or redirect. (...) We've built a technology-focused society that is remarkable on means, but hazy about ends. It's no longer clear to which questions all this stuff – tech – is an answer, or what value it adds to our lives.

¹⁶ The essential problem of man in a computerized age remains the same as it has always been. That problem is not solely how to be more productive, more comfortable, more content, but how to be more sensitive, more sensible, more proportionate, more alive. The computer makes possible a phenomenal leap in human proficiency; it demolishes the fences around the practical and even theoretical intelligence. But the question persists and indeed grows whether the computer makes it easier or harder for human beings to know who they really are, to identify their real problems, to respond more fully to beauty, to place adequate value on life, and to make their world safer than it now is.

¹⁷ Tempo gasto por brasileiros na internet chega a 24 horas semanais (O Globo Online: <http://bit.ly/QReWk>)
Tempo gasto em redes sociais nos EUA quase dobra em um ano (IDG Now Uol: <http://bit.ly/2x0G5>)
Tempo gasto por crianças dos EUA na Internet cresceu 63% em cinco anos (IDG Now Uol: <http://bit.ly/16kWZl>)
Tráfego do Twitter cresce 96,8% em março no Brasil, afirma Ibope (IDG Now Uol: <http://bit.ly/n9Cn9>)
Google e Microsoft dominam 60% do tempo gasto pelo brasileiro na rede (IDG Now Uol: <http://bit.ly/4nc6r4>)

2008). Associado ao aumento de informação disponível, haveria ainda uma necessidade quase inconsciente de se estar em dia com as novidades, para não correr o risco de ficar ultrapassado, como alerta Paul Hemp:

A enchente de informações que me encharca diariamente parece provocar mais danos do que ganhos. E não é só a onda constante de e-mails e feeds RSS que me causam angústia. É também o vasto oceano de informação que eu me sinto impelido a explorar para me manter atualizado em meu trabalho. (HEMP, 2009, p.2, tradução minha)¹⁸.

Segundo Hemp, pesquisas recentes sugerem que o aumento do volume de informação disponível e as constantes interrupções que promovem ao longo do dia, começam a afetar não apenas o bem-estar pessoal dos indivíduos, mas também sua capacidade de decisão, sua produtividade e criatividade (HEMP, op. cit, p.2).

Como se vê, o panorama atual do desenvolvimento dos sistemas de informação poderá aumentar ainda mais os problemas de sobrecarga de informação e o estresse associado a ela. No entanto, há perspectivas de que a pervasividade computacional não implique necessariamente mais estresse. Não por acaso, o idealizador da ubiqüidade computacional foi também responsável por cunhar o termo *calm technology*, o que podemos chamar de **tecnologia sem estresse** (PINHEIRO, 2008)¹⁹.

No final da década de 80, quando deu início ao programa de ubiqüidade computacional, Mark Weiser se preocupava com os impactos que a presença cada vez mais intensa da tecnologia computacional teria em nossas vidas. Ao contrário de muitas pesquisas sobre computação que ocorriam naquele momento, o trabalho desenvolvido por Weiser focava menos nas questões técnicas e mais no contexto de uso:

O programa foi pensado inicialmente como uma resposta radical para tudo o que havia de errado com os computadores pessoais: muito complexos e difíceis de usar; demandam muita atenção; provocam o isolamento de outras pessoas e atividades; e dominadores, colonizando nossas mesas e nossas vidas. Nós queríamos colocar a computação de volta ao seu lugar, reposicioná-la no fundo da cena, nos concentrando mais em interfaces **homem-homem** e menos em interfaces

¹⁸The flood of information that swamps me daily seems to produce more pain than gain. And it's not just the incoming tidal wave of e-mail messages and RSS feeds that causes me grief. It's also the vast ocean of information I feel compelled to go out and explore in order to keep up in my job.

¹⁹ Na bibliografia consultada que faz referência a esse assunto no Brasil, o termo *calm technology* normalmente é traduzido literalmente como 'tecnologia calma'. Prefiro utilizar 'tecnologia sem estresse', porque acredito que traduz melhor o conceito definido por Weiser, de uma tecnologia que não atrapalha, que permanece em segundo plano, não gera estresse, da qual temos o controle quase que intuitivamente.

homem-computador. (WEISER, BROWN e GOLD, 1999, p.693, grifo dos autores, tradução minha)²⁰.

Tendo em perspectiva a proliferação de fontes de informação competindo por nossa atenção a partir da incorporação de dispositivos computacionais aos objetos cotidianos, Weiser demonstrava especial interesse em tornar simples a utilização desses sistemas. O objetivo então era que os computadores "desaparecessem", tornando-se uma ferramenta tão simples que seria usada sem demandar nossa atenção:

Nos últimos anos alguns de nós no PARC começamos a falar em *calm computing* como uma meta, descrevendo o estado mental que desejamos para o usuário, em oposição à configuração de hardware do computador. Assim como um bom martelo "desaparece" nas mãos de um carpinteiro, permitindo-lhe concentrar-se no que interessa, nós esperamos que os computadores possam desaparecer como em um passe de mágica (WEISER, BROWN e GOLD, op. cit., p.695, grifo dos autores, tradução minha)²¹.

Weiser acreditava que as tecnologias que causam impacto mais profundo em nossas vidas são aquelas que "desaparecem", de tão imbuídas no nosso dia-a-dia. (WEISER, 1991). Como destaca o autor, a idéia de *calm computing*, ou *calm technology*, indica um estágio de evolução da computação no qual usamos essa tecnologia sem perceber.

Esta visão de Weiser ainda hoje orienta muitos dos trabalhos de *ubicomp*, sistemas de informação baseados em tecnologia computacional que buscam apresentar informações de maneira discreta, mesclando-se ao entorno, de maneira a "desaparecer" no tecido da vida cotidiana. Nesta pesquisa, nos interessa especialmente um conjunto específico destes sistemas, conhecidos como Sistemas de Informação Ambiente (*Ambient Information Systems*).

Sistemas de informação ambiente são sistemas de informação que apresentam continuamente informações que podem ser monitoradas pelas pessoas sem exigir o foco de sua atenção (MANKOFF e DEY, 2003). Nesses sistemas a apresentação das informações é feita privilegiando a periferia da atenção humana, fora do foco principal, demandando menor esforço cognitivo para sua percepção:

²⁰ The program was at first envisioned only as a radical answer to what was wrong with the personal computer: too complex and hard to use; too demanding of attention; too isolating from other people and activities; and too dominating as it colonized our desktops and our lives. We wanted to put computing back in its place, to reposition it into the environmental background, to concentrate on *human-to-human* interfaces and less on *human-to-computer* ones.

²¹ In the last several years a few of us at PARC have begun to speak of calm computing as the goal, describing the desired state of mind of the user, as opposed to the hardware configuration of the computer. Just as a good, well-balanced hammer "disappears" in the hands of a carpenter and allows him or her to concentrate on the big picture, we hope that computers can participate in a similar magic disappearing act.

Ambient information systems (...) são não-invasivos e fornecem informação útil enquanto se mesclam suavemente ao nosso entorno. Essas tecnologias são pensadas para serem minimamente percebidas fora do foco direto de atenção de uma pessoa, provendo um processamento pré-atencional da informação, sem distrair excessivamente. Exemplos destes sistemas vão desde grandes *displays* públicos até pequenos ícones animados na barra de programas dos computadores Macintosh. (HAZLEWOOD et al, 2007, tradução minha)²².

Nos sistemas de informação ambiente há uma preocupação especial em apresentar informações de forma discreta, sem que seja necessário interromper atividades em andamento para percebê-los. Em um mundo com um número cada vez maior de fontes de informação, que podem ser acessadas a partir de dispositivos variados e em contextos diversos, os sistemas de informação ambiente representam uma tentativa de minimizar o esforço necessário para acompanhar tantas informações. Essa preocupação se intensifica com a pervasividade computacional, a partir da qual os objetos mais corriqueiros podem ser também sistemas de informação. Torna-se necessário buscar alternativas para hierarquizar as fontes de estímulos sensoriais ao nosso redor, e uma estratégia interessante é justamente relegar ao pano de fundo de nosso entorno as informações secundárias, que não são essenciais, mas das quais podemos fazer uso a qualquer instante.

1.1 Motivação e objetivo da pesquisa

Já há um número considerável de pesquisas sobre sistemas de informação ambiente, tanto no meio acadêmico quanto na indústria. No entanto, grande parte dessas pesquisas têm ocorrido no âmbito da Ciência da Computação, normalmente com um foco distinto do que orienta os profissionais de Design de Interação. Em função disto, ainda há muitas questões que carecem de maior sistematização no que se refere ao projeto de sistemas de informação ambiente. Como avaliar a eficácia de um sistema que a princípio não deve ser percebido intencionalmente por seus usuários? Os métodos de avaliação mais conhecidos, normalmente orientados por tarefas, não parecem adequados para este tipo de sistema. Que métricas, heurísticas e métodos de avaliação podem ser usados, considerando que na maioria dos casos não há uma tarefa explícita a ser cumprida pelos usuários? Pesquisas no campo da percepção visual e psicologia cognitiva (HEALEY, 2007 e 1996; LIMA, 2005) e estudos específicos sobre sis-

²² Ambient information systems (which include ambient, peripheral, glance-able, and subtle displays) are non-invasive and provide useful information while blending smoothly into our surroundings. These technologies are meant to be minimally attended and perceivable from outside the range of a person's direct attention, providing pre-attentive processing without being overly distracting. Examples range from large ubiquitous public displays to small bouncing icons on the Macintosh's dock.

temas de informação ambiente (HAZLEWOOD et al, 2008 e 2007) indicam alguns caminhos possíveis, mas ainda há muito o que investigar. Existem informações que sejam mais adequadas a este tipo de sistema? O que significa projetar para periferia de nossa atenção, tendo em perspectiva todos os sentidos humanos sem nos limitarmos à visão, explorando também o tato, a audição, o olfato?

Esta pesquisa é um primeiro passo no sentido de investigar e aprofundar essas questões, aproximando a discussão do campo do Design. O objetivo principal é sistematizar informações que atualmente encontram-se dispersas em diferentes fóruns de discussão, que normalmente não se relacionam diretamente com o Design, de maneira a traçar linhas mestras que orientem os profissionais que desenvolvem projetos de mídia interativa no Brasil. Espera-se que assim esses profissionais possam ampliar seu foco de atuação, apropriando-se da temática da computação pervasiva, e familiarizando-se com as especificidades envolvidas no projeto de sistemas de informação ambiente. A ocorrência de congressos específicos sobre design de interação no país, como o Encontro Brasileiro de Arquitetura de Informação (EBAI), que ocorre anualmente desde 2007, e o *Interaction South America*, realizado pela primeira vez no Brasil em novembro de 2009 em São Paulo, demonstram o amadurecimento desta área de atuação no Brasil, não só pelo aumento crescente do número de participantes, mas pelo alto nível de discussão que tem pautado estes eventos²³. No entanto, ao analisar as palestras, *workshops* e estudos de caso apresentados nestes congressos, percebe-se que as discussões sobre computação pervasiva ainda são tímidas²⁴ quando comparadas ao universo de possibilidades que se apresentam neste

²³ Participo desde 2007 do Encontro Brasileiro de Arquitetura de Informação (EBAI), evento que congrega profissionais de mídia interativa tanto do meio acadêmico como do mercado. Particpei das duas primeiras edições como palestrante e membro de uma mesa redonda, e desde 2008 fui convidado a integrar o comitê científico. Dessa forma, pude perceber o crescimento e amadurecimento das discussões ao longo desses anos. O *Interaction South America'09* é o primeiro congresso realizado pela seção brasileira da *Interaction Design Association*, associação que congrega profissionais atuantes no mercado de design de interação do mundo todo.

²⁴ Nas edições de 2007 e 2008 do EBAI, fui o único a apresentar artigos que tratavam da computação pervasiva. Na edição 2009, apesar de não haver qualquer artigo sobre o tema, algumas apresentações chegaram a fazer referência a esse assunto, mostrando que a comunidade começa a perceber que há espaço para essa área de atuação. No entanto, nenhum estudo de caso ou palestra apresentados chegaram a discutir esse tema diretamente. No *Interaction South America* o tema "computação pervasiva" já fazia parte da chamada de trabalhos, mas de todos os trabalhos inscritos no congresso, apenas cerca de 5% se aproximavam dessa temática, não chegando a compor uma sessão específica. Dos *workshops* e palestrantes convidados, apenas a pesquisadora Raquel Zuanon propôs um tema próximo, computação vestível, em função de sua linha de pesquisa. Ao que parece, nossos profissionais e pesquisadores ainda estão muito voltados para a web, a telefonia celular e a TV interativa, mas pouco próximos da computação pervasiva. É importante ainda destacar que no Brasil há um considerável número de pesquisas e trabalhos realizados na área de realidade aumentada, mas essa especialidade não é considerada computação pervasiva.

campo. No que se refere especificamente ao projeto de sistemas de informação ambiente, o descompasso é maior ainda²⁵.

É importante destacar que, a despeito das limitações atuais do mercado, existe interesse por esse assunto. Durante o primeiro semestre de 2009, tive a oportunidade de participar do Curso de Especialização em Design de Interação do Instituto Faber-Ludens, em Curitiba, ministrando uma disciplina que tratava justamente de Mobilidade e Computação Pervasiva. Ao longo do curso, pude perceber que o corpo discente era formado majoritariamente por profissionais que atuam no mercado de mídia interativa em diversos estados do país, muitos deles com mais de 10 anos de experiência na área. Esses profissionais trabalham principalmente com desenvolvimento de sistemas para web, com algumas exceções que começaram a atuar também com aplicativos para telefones celulares, embora ainda de forma limitada. Quando questionados sobre o que os levava a fazer o curso de especialização, foram unânimes em manifestar o interesse em ampliar seu campo de atuação, e aprofundar as discussões teóricas sobre o design de interação. Os alunos demonstram especial curiosidade sobre as possibilidades trazidas pela computação ubíqua para o design de sistemas interativos, percebendo que esta é uma área pouco explorada e com potencial para inovação no Brasil. Embora a grande maioria do corpo discente fosse constituído por profissionais experientes no campo de design de interação, poucos tinham conhecimento sobre pesquisas, projetos desenvolvidos e da bibliografia básica que versa sobre computação ubíqua, a despeito deste ser um tema que já conta com cerca de 20 anos no campo da Ciência da Computação.

Tendo em vista a discussão ainda limitada da comunidade de profissionais de mídia interativa do Brasil no que se refere à computação ubíqua, esta pesquisa buscou sistematizar informações sobre este assunto, privilegiando os aspectos que dizem respeito ao design de sistemas de informação ambiente. O objetivo específico da pesquisa é, a partir da análise de classificações/taxionomias propostas anteriormente por autores de áreas correlatas e da análise de sistemas de informação ambiente, discutir parâmetros de design que devem ser levados em consideração no desenvolvimento destes sistemas. Para proceder essas análises parte-se inicialmente do conceito delimitado por Weiser e Brown (1996) de tecnologia

²⁵ Analisando os últimos anais de congressos brasileiros de design, é possível perceber que praticamente não há pesquisadores da área se dedicando a este tema. A única exceção encontrada foi o projeto PIX, desenvolvido por Gabriela Carneiro sob orientação de Marcelo Tramontano, ambos do grupo de pesquisa Nomads da USP, apresentado no Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design de 2008 (P&D 2008). O foco do projeto, entretanto, recai sobre as possibilidades de integração dos meios digitais no espaço construído, sem se deter especificamente nas questões cognitivas e de comunicação da intervenção realizada.

sem estresse (*calm technology*), para num segundo momento buscar na psicologia cognitiva fundamentação teórica que esclareça como se dão efetivamente os processos cognitivos relacionados à atenção. Esse referencial teórico é a base para formulação das categorias de análise que são usadas na análise de sistemas de informação ambiente, e na formulação das linhas mestras e parâmetros projetuais mencionados anteriormente.

A partir dos dados tratados aqui, espera-se contribuir para que os designers de interação explorem de maneira fundamentada e consciente as possibilidades de integração da computação ao ambiente e aos objetos, sem necessariamente demandar maior esforço cognitivo para a sua utilização

1.2 Aspectos metodológicos

A pesquisa configura-se como descritiva e exploratória, utilizando a pesquisa bibliográfica como ferramenta principal. Inicialmente fez-se um levantamento do estado da arte da ubiqüidade computacional. Interessava compreender como seria o futuro dos sistemas interativos, de que maneira as mudanças promovidas pela evolução da computação afetariam nosso cotidiano, e as implicações dessas mudanças na nossa atividade projetual.

As perguntas que nortearam esse levantamento inicial foram abrangentes: o que seria o projeto de sistemas interativos para ambientes de computação pervasiva? Quais seriam as questões funcionais, éticas, cognitivas, emocionais, técnicas com as quais lidaríamos, como projetistas desse universo mediado por computadores cada vez mais discretos, mas ao mesmo tempo cada vez mais presentes? Neste primeiro momento, a construção do referencial teórico baseou-se principalmente em pesquisas e publicações da área de ciência da computação, que há mais tempo se dedicam a este assunto. Pelo fato dos profissionais de design de interação, tanto no mercado quanto na academia, ainda encontrarem-se focados no projeto de sistemas interativos mais afeitos ao paradigma do computador *desktop*, no campo do design ainda são escassas publicações que tratem especificamente da computação pervasiva. Por outro lado, há um número considerável de autores da área do design que tratam das implicações da tecnologia no nosso cotidiano, sem se deter especificamente na computação pervasiva. Há ainda autores que se dedicam a discutir a evolução do design enquanto campo de conhecimento, os limites com outras disciplinas. O olhar abrangente desses autores foi fundamental para auxiliar na compreensão das questões de

fundo no que se refere a nossa relação com as tecnologias, e o próprio papel do design na contemporaneidade.

Dada a velocidade das mudanças que ocorrem nesta área, deu-se preferência a consultar anais de congressos sobre interação humano-computador e sobre ubiqüidade computacional, áreas que mais diretamente se relacionam com o tema da pesquisa. Essa opção se deu pelo fato dos congressos científicos apresentarem pesquisas em andamento, dando um panorama mais atualizado do estado da arte da computação ubíqua. Atualmente é possível ter acesso a grande parte destes artigos através da Internet; em alguns casos é possível inclusive assistir palestras de alguns eventos, disponíveis em vídeo em *sites* como o TED²⁶, que nos últimos anos tem se destacado pelo alto nível dos debates com convidados que apresentam trabalhos de ponta na área de tecnologia, design e entretenimento. O acesso a essas fontes via Internet sem dúvida facilitou enormemente o levantamento de material para a pesquisa.

Ressalte-se mais uma vez que os congressos específicos sobre ubiqüidade computacional normalmente são da área de ciência da computação, que tradicionalmente tem um olhar e preocupações distintas do design ao observar esse fenômeno. Por outro lado, ao consultar a produção científica recente, é possível perceber que os pesquisadores da área de ciência da computação têm mostrado uma preocupação crescente com o desenvolvimento de técnicas e métodos de pesquisa centrados no usuário, algo que no campo do design já se faz há bastante tempo. Sem dúvida a aproximação entre essas disciplinas é algo em curso, especialmente no que diz respeito à computação ubíqua, o que ratifica a escolha por utilizar fontes de diversos campos do conhecimento na construção do referencial teórico da tese.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi possível perceber que no Brasil os cursos de design, na sua maioria, ainda se limitam a trabalhar as habilitações design gráfico e design de produto, com exceções raras que se apresentam normalmente dentro de uma abrangente denominação **design digital** ou **design de**

²⁶ TED (<http://www.ted.com>) é uma organização sem fins lucrativos, iniciada em 1984, que se dedica a organizar conferências com pessoas cujo trabalho tenha se destacado na promoção de mudanças de atitude e melhoria na qualidade de vida de sua comunidade. Os trabalhos apresentados são sempre relacionados a três áreas principais: Tecnologia, Entretenimento e Design (daí o nome TED). Desde 2007 a organização mantém um site na Internet, no qual é possível assistir as apresentações em vídeo das conferências.

mídia interativa²⁷. O tema da ubiquidade computacional nos cursos de design do país ainda não é discutido de forma sistemática – ao menos não em comparação com países como Estados Unidos, Inglaterra e Suécia, cujos cursos de *interaction design* já tratam do projeto de interação de maneira a contemplar a computação pervasiva, o projeto de objetos inteligentes (*smart objects*). Havia claramente uma lacuna a ser preenchida, apontando a importância de pesquisas desta natureza para o desenvolvimento do design de interação no país.

Em maio de 2008, tive a oportunidade de visitar o grupo de pesquisa *Socio-Digital Systems*, na *Microsoft Research* em Cambridge, na Inglaterra, formado por uma equipe multidisciplinar, com pessoas de áreas distintas como sociologia, psicologia, design e ciência da computação. Durante essa visita, foi possível perceber que a computação pervasiva já é um pressuposto na concepção dos projetos. A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos parte de objetos corriqueiros (imãs de geladeira, relógios de parede, caixas de sapatos, jarros etc.) que comportam sistemas digitais, e são integrados aos lares de famílias voluntárias. As pesquisas buscam investigar de que maneira a tecnologia (assumidamente em estágio de pervasividade computacional) poderia fortalecer valores importantes para as famílias inglesas. O foco é menos nos objetos produzidos, e mais em perceber quais os valores caros às famílias inglesas, e como a tecnologia poderia ser utilizada para fortalecer esses valores – por exemplo, estreitando laços emocionais, facilitando a comunicação entre membros etc.

A visita ao centro de pesquisas da Microsoft trouxe um novo rumo para este trabalho. Inicialmente havia uma preocupação com as questões éticas, sociais, ambientais e econômicas decorrentes da intensificação da presença da computação pervasiva em nossas vidas. Embora sejam extremamente necessárias, essas questões não delimitam adequadamente um problema de pesquisa que seja específico do campo do design. São questões complexas, que demandam uma abordagem multidisciplinar, e pertencem a diversos campos do conhecimento – inclusive o design. Isto ficou mais evidente depois de conhecer o grupo *Socio-Digital Systems* da *Microsoft Research* e verificar sua composição multidisciplinar.

²⁷ Existem atualmente cerca de 330 cursos de graduação em design no Brasil (incluindo bacharelado e tecnólogo). Desses, apenas sete têm habilitação específica em design de mídia interativa (PUC-Rio, no Rio de Janeiro; Universidade Anhembi Morumbi, em São Paulo; Universidade Federal de Pelotas, em Pelotas; Centro Universitário Fieo, em Osasco; PUC-PR, em Curitiba; Senac-SP, em São Paulo; UniverCidade, no Rio de Janeiro). Em nível de pós-graduação, até o momento, há apenas dois cursos de especialização voltados especificamente para o design de interação (Instituto Faber-Ludens, em Curitiba, e IEC / PUC Minas). Dos programas de mestrado e doutorado em design no Brasil, nenhum é especificamente voltado para o design de interação; o que há são linhas de pesquisa dentro desses programas de pós-graduação que se aproximam desta área. Fora do Brasil, há inúmeros cursos de mestrado focados especificamente em *interaction design*.

Dada a natureza do assunto, e o estado ainda inicial dessa discussão no Brasil, optou-se por realizar uma pesquisa exploratória, de maneira a possibilitar um entendimento maior das questões envolvidas. Dessa forma, este trabalho foi dividido em duas partes: a primeira parte da pesquisa tem um enfoque mais abrangente, servindo como pano de fundo da tese. A segunda parte trata de questões mais objetivas do projeto de objetos/sistemas de computação pervasiva. A estrutura da tese será explicada em detalhes mais adiante.

A partir das leituras realizadas, alguns temas específicos despertaram maior interesse, pelas implicações para o campo do design e pela maneira que se relacionavam com a computação ubíqua:

- sistemas de rastreamento e localização baseados em RFID *tags*
- inteligência ambiental (projeto de ambientes interativos, nos quais atuam objetos inteligentes)
- telefones celulares como ferramenta de mediação com o ambiente digital
- limites entre o público e o privado no uso de sistemas de computação ubíqua
- sistemas de informação ambiente (*ambient information systems*)

Dentre esses temas, optou-se por investigar especialmente os sistemas de informação ambiente, sistemas que tratam do monitoramento e da apresentação de informações de forma integrada ao ambiente. Este recorte dá-se em função das possibilidades de aproximação dos sistemas de informação ambiente com diversas sub-áreas do design, conjugando questões do design de informação, do design de produto, da comunicação visual, além do design de interação propriamente dito. Espera-se que a partir desse recorte seja possível aos profissionais de design compreender melhor as possibilidades de atuação no que se refere ao projeto de sistemas interativos, tendo em perspectiva a evolução da computação pervasiva.

Através da análise de projetos de sistemas de informação ambiente, e da leitura de artigos científicos específicos sobre esse tema publicados nos últimos anos, foi possível perceber que há uma aproximação destes projetos com os preceitos da *calm technology*, isto é, uma tecnologia que não demanda o foco e atenção e que usamos de maneira intuitiva, sem gerar estresse. Nos sistemas de informação ambiente parte-se do pressuposto que a ubiqüidade computacional implica no aumento de dispositivos enviando, recebendo e exibindo informações ao nosso redor, sendo necessário um cuidado especial com a apresentação desses dados, de maneira a não aumentar o esforço cognitivo na interação com esses sistemas de informação. A *calm technology* é justamente o referencial teórico que baliza grande parte dos projetos nessa área, e que da mesma forma foi utilizado nesta pesquisa.

1.3 Estrutura da tese

A pesquisa está dividida em dois momentos: a primeira parte, composta pelos capítulos 2 e 3, faz um panorama da ubiqüidade computacional e do design de interação. Na segunda parte, nos capítulos 4 e 5, a discussão sobre sistemas de informação interativos é aprofundada, tendo como referencial teórico a *Calm Technology* e estudos de psicologia cognitiva, e analisando mais detidamente projetos de sistemas de informação ambiente. A estrutura da tese é descrita detalhadamente a seguir.

Inicialmente o **segundo capítulo** apresenta a ubiqüidade computacional, entendida como um novo paradigma na concepção de computadores – o computador integrado aos objetos, o computador integrado ao ambiente, o computador “invisível”. Relaciona as tecnologias atualmente existentes que favorecem a implementação da computação ubíqua, bem como as práticas sociais que facilitam a sua aceitação. Discute possíveis conseqüências do uso desta tecnologia computacional, tendo em vista a influência das mídias nas práticas cotidianas, destacando o papel do design de interação na criação desse sistema. Em seguida, o **terceiro capítulo** apresenta a evolução do design de interação, situando-o como um campo de conhecimento e explicitando sua relação com o projeto de mídias interativas. Descreve a evolução dos meios digitais e a atualização do design de interação, destacando as mudanças que ocorreram neste campo ao longo do tempo. São discutidos também os novos paradigmas relativos ao projeto de mídias interativas, tendo em vista o cenário da ubiqüidade computacional, apresentado no segundo capítulo. O design de interação é entendido como parte de um processo evolutivo do próprio campo do design, que trata inicialmente do projeto de mídias interativas, mas não se restringe necessariamente a um produto, podendo abranger sistemas e experiências diversas. Aproximações do design de interação com o design de serviços, com o design de produtos e com o design da experiência são apontadas neste capítulo.

O **quarto capítulo** apresenta os conceitos da *calm technology*, formulados por Mark Weiser e John Seely Brown, os quais são o suporte teórico no qual esta pesquisa se apóia. Discute-se a necessidade de aprofundar a noção delimitada por Weiser e Brown, especialmente a relação entre centro e periferia atencional e sua proposta de projetar sistemas que atuem na periferia perceptiva. Para tanto, faz-se uma revisão nas teorias sobre atenção advindas da psicologia cognitiva, de maneira a criticar com mais propriedade a aplicabilidade dos conceitos da *calm technology* ao projeto de sistemas interativos.

No **quinto capítulo** retoma-se a idéia de *calm technology*, reformulada a partir das categorias de análise advindas dos estudos sobre o funcionamento dos mecanismos atencionais, para o projeto de sistemas de informação ambiente. A partir da análise de classificações/taxionomias propostas anteriormente por autores de áreas correlatas, e da análise de sistemas de informação ambiente através das categorias supracitadas, discutem-se parâmetros de design que devem ser levados em consideração no desenvolvimento destes sistemas, numa perspectiva de tecnologia sem estresse, tendo em vista o contexto descrito anteriormente.

Nas **considerações finais**, faz-se uma breve retrospectiva da trajetória da tese, ressaltando o conhecimento construído ao longo da realização da pesquisa. Nessa reflexão final, são apontados possíveis desdobramentos para o campo do design no Brasil a partir do trabalho aqui apresentado. Buscou-se ainda destacar caminhos pelos quais o campo do design de interação deveria avançar, de modo a tornar a pesquisa e desenvolvimento em computação pervasiva práticas sistemáticas no país.

2 Ubiquidade computacional

2.1 Tecnologias que desaparecem

As tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem. Entrelaçam-se no tecido da vida cotidiana, até tornarem-se indistinguíveis dele. (WEISER, 1991, tradução minha)²⁸.

É curioso reparar o quanto somos dependentes de tecnologias que normalmente passam despercebidas em nosso dia-a-dia. Muitas vezes consideramos como ordinário algo que na verdade encerra uma complexidade considerável.

A água encanada é um exemplo desse tipo de tecnologia, que de tão difundida e elaborada, passou a ser quase imperceptível. Não é que os efeitos do uso dessa tecnologia não sejam percebidos; na verdade, o que ignoramos é o grau de complexidade e de elaboração tecnológica que está por trás de algo tão simples quanto abrir uma torneira em uma parede e ter como resposta um jato de água sobre a cabeça. No entanto, é provável que poucas pessoas tenham qualquer conhecimento sobre como funcionam os diversos componentes hidráulicos embutidos nas paredes de suas casas, a extensão e complexidade do sistema que abastece cisternas e reservatórios, o que são estações elevatórias, os caminhos que a água faz para chegar em nossas casas e o destino que tem ao sair. Para a maioria das pessoas, o que se conhece é a torneira, que ao girar, nos dá água para diversos fins.

Outra tecnologia que utilizamos corriqueiramente, talvez até de forma mais intensa e ainda assim quase inconscientemente, é a eletricidade. A quantidade de aparelhos elétricos em nossas casas é imensa, o que não significa que precisamos ter um conhecimento aprofundado sobre como funciona essa tecnologia para utilizá-la. Desde os princípios básicos da Física, até o aparato tecnológico que torna possível usarmos a parafernália existente em nossas casas, é possível que grande parte da sociedade urbana seja ignorante sobre os "bastidores" da geração de energia e dos sistemas que existem dentro de cada aparelho elétrico

²⁸ The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.

que utilizamos diariamente. Na verdade, é muito provável que só tomemos conhecimento da presença massiva dessa tecnologia em nossas vidas quando há falta de luz. Nesses momentos, e especialmente quando isto se dá durante a noite, são poucas as atividades possíveis de se fazer em nossas casas, ficando evidente o quão presente a eletricidade está no cotidiano do cidadão urbano neste século.

Em escala menor, podemos ainda citar os motores como exemplos de tecnologias que desaparecem. Tomemos um carro como exemplo: é razoável supor que qualquer pessoa que conheça um automóvel tenha noção de que existe um motor que faz o carro entrar em movimento. No entanto, este não é o único motor em funcionamento no carro: os limpadores de pára-brisa funcionam com pequenos motores, assim como os elevadores dos vidros das portas nos carros mais modernos; há ainda o motor que faz funcionar o condicionador de ar dos automóveis, assim como em alguns modelos mais sofisticados é possível ajustar os espelhos retrovisores com controles que acionam minúsculos motores. Existem motores de tamanhos diversos, cuja presença nos é imperceptível, e no entanto, estão em toda parte, são onipresentes. Eles habitam desde os automóveis até escovas de dentes, variando em escala e complexidade, mas normalmente somos capazes de utilizá-los sem que tenhamos qualquer conhecimento sobre como se dá o seu funcionamento.

Mais uma vez, não é que não se perceba o efeito do uso dessas tecnologias, mas sim que de tão elaboradas, elas passaram a compor o nosso entorno de forma discreta, de maneira tal que nós simplesmente as utilizamos, sem necessariamente perceber a complexidade que encerram. São tecnologias que povoam nosso cotidiano tão intensamente, que chegam a desaparecer, não pela sua ausência, mas pela sua onipresença ou ubiquidade, que faz com que deixemos de percebê-las, passando simplesmente a utilizá-las quase inconscientemente.

Como uma tecnologia desaparece? O que faz com que sistemas tão complexos quanto os que movimentam as usinas geradoras de força, ou as redes de abastecimento de água, ou ainda mecanismos tão elaborados quanto os que existem no motor que faz girar a broca de um cirurgião dentista, sejam praticamente invisíveis para o cidadão comum? O que faz com que uma tecnologia passe a ser onipresente, ubíqua?

De maneira geral, podemos dizer que uma tecnologia é ubíqua quando apresenta as seguintes características:

- possui uma interface fácil de usar
- é aplicável em diferentes contextos

- está inserida no cotidiano do cidadão comum

Nos exemplos citados anteriormente, independente da complexidade do sistema que está por trás dos aparelhos utilizados, para o usuário final o que se percebe é algo tão simples quanto uma tomada, uma chave, uma torneira. Os diversos motores de um carro são acionados por botões no painel, que exigem pouca habilidade ou conhecimento prévio para sua utilização. Da mesma forma, a miríade de aparelhos elétricos que temos em casa entram em funcionamento com o toque de um botão, o acionar de uma chave, ou simplesmente encaixando uma tomada na parede. Interagimos com o sistema hidráulico de nossas casas, por mais complexo que seja, através de elementos simples como torneiras, registros, alavancas, sensores de movimento. A complexidade tecnológica envolvida no funcionamento desses aparelhos permanece escondida, sendo sintetizada para nós em elementos cuja manipulação é simples, através de interfaces fáceis de usar.

A possibilidade de aplicação em diferentes contextos, em escalas variadas, servindo a fins diversos, também é uma característica marcante que pode ser percebida nas tecnologias ubíquas. É isso que faz com que sistemas complexos como os motores possam ser encontrados em situações e produtos tão díspares quanto um carro de Fórmula 1, um cortador de grama e uma escova de dentes automática. Embora não sejam exatamente o mesmo motor, seguem os mesmos princípios, servindo ao mesmo fim básico, de converter energia e colocar partes mecânicas de um sistema em movimento. Essa capacidade de adaptação é algo característico das tecnologias que se tornam onipresentes em nossas vidas.

Finalmente, a ubiquidade pressupõe uma escala de utilização que alcance grande parte da população. Uma tecnologia só pode ser considerada ubíqua se fizer parte do cotidiano do cidadão comum, isto é, se não ficar limitada a um grupo de especialistas ou a uma elite que tem acesso a essa tecnologia.

2.2 Computação pervasiva

Nas últimas décadas, vimos ocorrer a popularização dos computadores pessoais e o surgimento da Internet, fenômenos que sem dúvida alteraram o papel e a presença da tecnologia computacional na sociedade dos grandes centros urbanos. As transformações promovidas pela disseminação dessas tecnologias são de tal ordem que é comum a utilização de termos como "revolução digital", ou "revolução informacional" para designá-las. Isto porque o impacto que provocaram na

sociedade se estende a diversos níveis, do mais pessoal e individual ao coletivo, econômico, político e social. Os efeitos da dita revolução digital afetam toda a sociedade, não só aqueles que utilizam diretamente as tecnologias computacionais, como destaca Ana Maria Nicolaci-da-Costa:

(...) a internet vem trazendo profundos impactos em praticamente todos os setores da vida social e pessoal de milhões de pessoas ao redor do mundo, mesmo daquelas que jamais usaram um computador. Na realidade, os impactos da internet podem ser divididos em dois tipos principais – a) impactos diretos: aqueles gerados pela interação dos usuários com a rede de computadores ou pela interação entre usuários por meio dela; b) impactos indiretos: aqueles que incidem tanto sobre os usuários da rede quanto sobre homens e mulheres que podem jamais ter tido qualquer experiência direta com a internet. Isso porque tanto os primeiros quanto os últimos sofrem os efeitos das profundas alterações introduzidas pela internet no mercado de trabalho, na circulação do capital, no exercício da cidadania, no acesso à informação, na educação etc. (NICOLACI-DA-COSTA, 2005)

Cumprido deixar claro que as tecnologias computacionais aqui referidas não se limitam aos computadores pessoais do tipo *desktop* ou *laptops* que habitam as mesas de escritórios e os lares das classes mais abastadas de nossa sociedade, mas compreendem todo e qualquer aparelho e/ou sistema que contenha circuitos computadorizados, capazes de processar informação digital. Nesta pesquisa interessam especialmente os sistemas com os quais interagimos diretamente, isto é, que além de capacidade de processamento pressupõem uma interface com o homem. Embora os computadores pessoais sejam o exemplo mais evidente das tecnologias computacionais, atualmente temos contato com diversos outros dispositivos que se enquadram nessa categorização, como telefones celulares, câmeras fotográficas, caixas de auto-atendimento bancário, sistemas de telemarketing automatizados que respondem a comandos de voz, roletas de controle de entrada de veículos públicos etc. Em diferentes formatos, dos mais discretos aos mais evidentes, atualmente em nosso dia-a-dia utilizamos diversos computadores, embora nem sempre sejam explicitamente percebidos como tal.

Pode-se dizer que, assim como a eletricidade e outras tecnologias que tornaram-se ubíquas, a tecnologia computacional está em um momento de transição, tornando-se tão presente em nossas vidas que parece estar prestes a "desaparecer". A esse estágio de evolução das tecnologias computacionais costuma-se chamar de **ubiquidade computacional**²⁹. Mais do que um termo criado fortuitamente, trata-se na verdade de uma linha de pesquisa inaugurada ainda na década de 80, fruto principalmente do trabalho realizado por Mark Weiser no

²⁹ Conforme destacado anteriormente, nesta pesquisa são usados indistintamente os termos **ubiquidade computacional**, **computação ubíqua** e sua abreviação **ubicomp**, assim como os termos **pervasi-
vidade computacional** e **computação pervasiva**, referindo-se sempre ao mesmo fenômeno.

centro de pesquisas da Xerox, em Palo Alto (*Xerox Palo Alto Research Center*, ou Xerox-PARC).

Weiser foi um dos primeiros a conceituar uma computação distinta do paradigma do *desktop computer*, os computadores multifuncionais mais parecidos com grandes caixotes que ainda hoje povoam as mesas de nossas casas e escritórios. Em um de seus textos seminiais³⁰ sobre ubiquidade computacional, Weiser (1996) destaca momentos distintos ao longo do tempo nos quais nossa relação com os computadores sofreu alterações. Essas alterações deram-se não somente pelos recursos computacionais disponíveis em cada momento descrito, mas pela própria situação de uso implicada em cada fase dessa evolução tecnológica.

Segundo o autor, poderíamos denominar essas fases ou tendências da seguinte forma:

- Fase dos computadores de grande porte (*mainframes*)
- Fase dos computadores pessoais
- Fase da Internet ou da computação distribuída
- Fase da ubiquidade computacional

Cabe ressaltar que as fases não são necessariamente momentos estanques, ou que o início de uma implique o fim de outra. Apesar de haver períodos em que uma fase seja mais evidente, elas podem ocorrer em paralelo, e muitas vezes uma fase é o alicerce para a construção da fase seguinte.

As principais tendências no desenvolvimento da tecnologia computacional	
Computadores de grande porte	Muitas pessoas compartilham um computador
Computadores pessoais	Um computador, uma pessoa
Internet / Computação distribuída	...transição para...
Computação ubíqua	Muitos computadores compartilham cada um de nós

Tabela 1: As principais tendências no desenvolvimento da tecnologia computacional (WEISER, 1991, tradução minha).

A fase dos computadores de grande porte representa o momento no qual os computadores eram recursos escassos, extremamente complexos e normalmente operados apenas por especialistas. Embora essa fase seja característica dos primeiros anos da computação, ainda hoje temos situações que reproduzem esse modelo, como em ambientes que utilizam computadores especializados para realizar operações complexas, como simuladores de reações físicas, grandes equipamentos de realidade virtual ou qualquer outro tipo de computador

³⁰ The Coming Age of Calm Technology. Power Grid Journal, v.1.01, jul 1996.

especializado, de alto custo, que foge ao alcance da população em geral. A principal característica desse modelo, segundo Weiser, é que um mesmo computador, por ser um recurso escasso, passa a ser compartilhado por muitas pessoas.

A segunda fase descrita pelo autor é a dos computadores pessoais, que caracteriza-se pela relação direta entre um recurso computacional e um indivíduo. Esse modelo ainda hoje é predominante na nossa sociedade. Nas classes mais abastadas, não é raro que uma família tenha mais de um computador, sendo muitas vezes de uso pessoal, isto é, cada pessoa tem o seu próprio computador³¹.

A terceira fase, a fase da Internet ou da computação distribuída, é descrita como um momento de transição: recursos computacionais passam a ser dispersos e compartilhados através da grande rede, mas ainda utilizamos em grande parte os computadores pessoais como pontos de acesso. Mesmo a recente popularização dos telefones celulares como forma de navegar na Internet, ou mesmo como mini-computadores de bolso, ainda não chega a alterar a predominância dos computadores pessoais. Todavia, como veremos mais adiante, há fortes indícios de que a próxima fase já está em andamento.

Weiser chama atenção para o fato de que em todos esses momentos, fases ou modelos, nossa relação com as tecnologias computacionais é de imersão, de total atenção voltada para sua utilização. O autor acreditava que o próximo momento da evolução seria o da computação ubíqua, caracterizado pela aplicação de recursos computacionais em diferentes escalas aos objetos do nosso entorno. Diferente dos modelos anteriores, Weiser proclamava que esse modelo seria mais propício para uma utilização mais intuitiva dos dispositivos computacionais, de maneira a exigir menos o foco de nossa atenção. A idéia seria descentralizar o computador, distribuindo suas funções em diferentes objetos – que poderiam ser entendidos como centenas de computadores, como ressalta Weiser:

Centenas de computadores em uma sala pode parecer intimidador a princípio, da mesma forma que centenas de volts correndo por fios nas paredes pareceu um dia. Mas assim como os fios nas paredes, essa centena de computadores se tornará imperceptível. As pessoas simplesmente vão usá-los inconscientemente para realizar tarefas cotidianas (WEISER, 1991, tradução minha)³².

³¹ Embora no Brasil, especificamente no que se refere aos computadores do tipo *desktop* ou *laptops*, isso seja verdade apenas para as camadas mais privilegiadas da população, se considerarmos os telefones celulares como recursos computacionais e a sua grande disseminação entre as camadas de baixa renda, essa relação quase pessoal de um indivíduo com um computador se mantém, a despeito da má distribuição de renda típica de nosso país.

³² Hundreds of computers in a room could seem intimidating at first, just as hundreds of volts coursing through wires in the walls did at one time. But like the wires in the walls, these hundreds of computers will come to be invisible to common awareness. People will simply use them unconsciously to accomplish everyday tasks.

Convém destacar que a computação ubíqua, como parte de uma linha evolutiva, não se restringe à aplicação de recursos computacionais aos objetos, uma vez que, em certa medida, essa realidade já está presente há algum tempo. Uma casa de classe média atualmente já contém diversos aparelhos que contam com alguma forma de processamento digital, dotados de microprocessadores. Estes aparelhos podem ser desde brinquedos de crianças até eletrodomésticos, como os fornos de microondas e máquinas de lavar roupa mais modernas, capazes de perceber o volume de roupa interno e ajustar a quantidade de água a ser gasta automaticamente. Quando estes aparelhos passam a se conectar uns aos outros, a compartilhar informações e a servir de ponto de acesso ao mundo digital de maneira mais ampla, aí começamos a ter o cenário descrito como a fase da computação ubíqua.

A partir do momento em que objetos corriqueiros passam a processar informações em rede, temos um ambiente no qual diversos dispositivos são utilizados simultaneamente por mais de uma pessoa, alterando novamente a nossa relação com os computadores. O computador pessoal, embora muito provavelmente venha a permanecer em nossas vidas por muito tempo ainda, não é mais o único paradigma possível. Na fase da computação ubíqua, diversos computadores são compartilhados por várias pessoas.

2.2.1 Peças do quebra-cabeças

Desde os primeiros trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores do Xerox-Parc até hoje, quase duas décadas depois, a computação ubíqua ainda é mais uma promessa do que uma realidade. Isso se dá não só pela complexidade de uma proposta tão avançada, mesmo para os padrões de hoje, quanto pela dificuldade em aplicar essas idéias em um modelo comercial viável, criando produtos acessíveis e que façam sentido para o cidadão comum. Entretanto, há fortes indícios de que isto nunca esteve tão perto de acontecer: iniciativas isoladas começam a deixar claro que as peças para montar esse quebra-cabeças estão no tabuleiro. Montá-las corretamente é mera questão de tempo.

Esse cenário pressupõe algumas condições básicas, especialmente quanto à infra-estrutura tecnológica que permita sua efetivação. A primeira delas diz respeito ao aumento da capacidade de processamento, acompanhada da devida miniaturização dos componentes computacionais. A segunda é uma rede que conecte esses dispositivos, de maneira que possam compartilhar informações e

recursos a distância. A terceira refere-se ao *software* e protocolos de comunicação necessários para que esses sistemas interajam entre si (WEISER, 1991).

No que se refere ao aumento da capacidade de processamento e à miniaturização dos componentes, é fato que ainda não há, até o momento, tecnologia suficientemente barata para a concretização da ubiqüidade computacional em todo o seu potencial, isto é, dotar objetos corriqueiros com capacidade de processamento digital e conectá-los em rede. No entanto, a indústria de informática parece seguir ainda hoje uma tendência percebida por Gordon Moore³³ na década de 60. Em um artigo publicado na revista *Electronics Magazine* de 1965, Moore observou que a quantidade de transistores capazes de serem inseridos em um circuito integrado (um dos principais componentes dos computadores) dobrava em um período aproximado de dois anos, com aumento de custo quase nulo. Isso significa dizer que os computadores teriam praticamente o dobro da capacidade de processamento, e/ou velocidade, por um custo fixo, a cada dois anos – ou ainda, que um mesmo componente computacional teria seu custo reduzido à metade em dois anos. Apesar de Moore ter feito essa observação a partir de dados da indústria da década de 60, curiosamente sua predição ainda hoje vale para grande parte da tecnologia digital. Embora tenha se referido especificamente à produção de transistores, atualmente é possível perceber que essa relação entre tempo, aumento da capacidade de processamento e custo, tem se mantido mais ou menos constante para diversos outros componentes da indústria ligada à computação. Não só o poder de processamento dos computadores continua praticamente dobrando a cada dois anos, como máquinas fotográficas digitais também aumentam a resolução e reduzem de tamanho num período semelhante. Monitores de computador também apresentam aumento de definição, assim como os discos (e outras unidades de armazenamento de dados, como *pen-drives*) dobram a capacidade de armazenamento enquanto diminuem de tamanho, tudo a um custo relativamente estável, seguindo um padrão de tempo muito semelhante ao que Moore havia previsto décadas atrás. Não por acaso sua predição ficou conhecida como Lei de Moore, mostrando a força de sua observação.

Em que pesem as dúvidas sobre a longevidade da Lei de Moore, é fato que a indústria de informática tem conseguido manter sua validade. Kuniavsky (2010b) destaca um outro aspecto fundamental dessa tendência; segundo o autor, a partir

³³ Gordon Moore foi um engenheiro na década de 60, e posteriormente foi um dos fundadores da empresa Intel, responsável pela produção dos processadores que atualmente estão presentes na maior parte dos computadores pessoais em uso no planeta. Um processador é, grosso modo, o cérebro de um computador.

de 2004 a indústria de microprocessadores passa a se preocupar menos em aumentar a capacidade de processamento de seus componentes, focando-se principalmente na redução de tamanho e de custos – tanto custos de produção quanto custos relativos ao consumo. A lógica deixa de ser "fazer mais, com mais", para "fazer o mesmo, com menos". Para se ter uma idéia do que representa essa mudança de paradigma, o autor compara os custos e o poder de processamento de microprocessadores de períodos distintos:

Na época de seu lançamento, o chip i486 da Intel custava 1500 dólares (valores atualizados para 2010) e podia executar 16 milhões de instruções por minuto. Se olharmos para as CPUs de 2010 que podem executar 16 milhões de instruções por minuto, encontraremos processadores como o ATTiny da Atmel, que, para compras em grandes quantidades, é vendido por cerca de 50 centavos a unidade. Em outras palavras, a grosso modo, o mesmo poder de processamento que em 1989 custava 1500 dólares hoje custa 50 centavos e usa muito menos espaço. (KUNIAVSKY, 2010a, p.8, tradução minha)³⁴.

Há que se destacar mais uma vez que a condição básica para estabelecer a infra-estrutura tecnológica da computação ubíqua não é necessariamente poder de processamento infinito, mas sim a possibilidade de dotar objetos do cotidiano com capacidade de processamento digital a um custo baixo, como destaca Adam Greenfield:

Como os processadores serão ridiculamente baratos, o mundo poderá ser germinado com eles de maneira economicamente viável. Por terem um custo baixo, iremos dispor deles facilmente, instalando-os em lugares e situações que anteriormente não fariam sentido – interruptores de luz, tênis, caixas de leite. Haverá tantos, mas tantos deles – milhares deles servindo a cada pessoa e cada lugar – que não importará se algum deles falhar. Eles serão ao mesmo tempo poderosos individualmente e capazes de compartilhar poder de processamento entre si, capazes de lidar com a complexidade dos problemas do dia-a-dia. (GREENFIELD, 2006, p.117, tradução minha)³⁵.

O segundo ponto necessário para que a ubiqüidade computacional ocorra em todo seu potencial é uma rede que permita a troca de dados remotamente, e o compartilhamento de recursos. Neste ponto, atualmente temos muito mais condições do que quando Mark Weiser iniciou as pesquisas em *ubicomp*. Redes sem fio começam a se popularizar ao redor do globo: na cidade de Philadelphia, nos

³⁴ At the time of its release, the Intel i486 cost \$1500 (in 2010 dollars) and could execute 16 million instructions per second (MIPS). If we look at 2010 CPUs that can execute 16 MIPS, we find processors like Atmel's ATTiny, which sells for about \$.50 in quantity. In other words, broadly speaking, the same amount of processing power that cost \$1500 in 1989 now costs \$.50 and uses much less power and requires much less space.

³⁵ Because processors will be so ridiculously cheap, the world can be seeded with them economically. Because their cheapness will mean their disposability, they'll be installed in places it wouldn't have made sense to them before – light switches, sneakers, milk cartons. There will be so very, very many of them – thousands of them devoted to every person and place – that it won't really matter whether some percentage of them fail. They will be both powerful individually, and able to share computation among themselves besides, and able to parse the complexities presented by problems of everyday life.

EUA, o poder municipal trabalha no sentido de oferecer acesso gratuito à Internet por meio de redes sem fio, esbarrando apenas em problemas com a iniciativa privada para que seus planos decolem. Assim como nessa cidade, projetos semelhantes já podem ser vistos em diversos países, inclusive no Brasil³⁶.

Embora essas iniciativas apontem para um futuro no qual teremos pontos de acesso à Internet espalhados pelo ambiente, ainda deverá demorar para que a infra-estrutura de rede necessária à *ubicomp* de fato esteja disponível. Por outro lado, como atesta Greenfield (2006, p.204), os protocolos de comunicação que deverão fazer parte do funcionamento dessa rede encontram-se em estágio promissor. Segundo o autor, a troca de informações entre dispositivos, típica da computação pervasiva, pressupõe uma rede de transmissão de dados com as seguintes condições:

- a rede está disponível em qualquer lugar
- é uma rede sem fios
- com capacidade de transmissão de grande quantidade de dados (banda larga)
- com capacidade de transmissão de dados a grandes distâncias
- os dispositivos da rede reconhecem-se uns aos outros automaticamente

Atualmente existem diversos protocolos e tecnologias concorrendo para o mesmo fim, isto é, permitir a troca de dados entre diferentes dispositivos computacionais. Dentre elas, podemos citar o conhecido padrão *Wi-Fi*, normalmente utilizado em *hotspots* públicos para permitir que computadores, *laptops*, *smartphones* e outros aparelhos sem fio conectem-se à Internet. Uma das variações do padrão *Wi-Fi*³⁷ tem uma taxa de transferência nominal máxima de 54 Mbps (Mega bits por segundo)³⁸, com alcance de aproximadamente 100 metros. Há ainda o padrão *WiMAX*, com valor nominal máximo de transferência de aproximadamente 70 Mbps. Embora o valor não seja muito maior do que o do *Wi-Fi*, o alcance do padrão *WiMAX* é bem superior, chegando a 50 quilômetros.

³⁶ No Estado do Rio de Janeiro, em 2008 oito municípios integravam a chamada Infovia.RJ, que provê acesso à Internet por tecnologia de redes sem fio, inclusive com a instalação de pontos de acesso abertos, gratuitos (*hotspots*). Em 2009, foi implementada uma experiência piloto na praia de Copacabana, na capital do Estado do Rio, com a instalação de *hotspots* ao longo da orla para acesso gratuito da Internet por meio de redes sem fio. A promessa é que essa seja a primeira parte de uma série de iniciativas semelhantes, que virão a compor a nuvem de acesso digital sem fio, gratuita, na cidade do Rio.

³⁷ Existem variações dentro do padrão *Wi-Fi*, de acordo com a "geração" ou versão que é utilizada. A versão citada aqui é a variação IEEE 802.11g.

³⁸ Convém ressaltar que o valor máximo nem sempre é obtido. Muitas vezes, embora o valor nominal seja de 54Mbps, o que se consegue é algo em torno de 11Mbps.

Outro padrão em desenvolvimento atualmente é o *WirelessUSB*. O padrão USB (*Universal Serial Bus*) é utilizado por grande parte dos periféricos dos computadores pessoais atualmente, como impressoras, *scanners*, assim como é utilizado por máquinas digitais e outros aparelhos dessa categoria para conectarem-se uns aos outros. A diferença do USB para o WUSB é evidente: este dispensa o uso de fios para fazer o contato entre os dispositivos, transmitindo os dados remotamente. A vantagem em relação aos padrões *Wi-Fi* e *WiMAX* é a quantidade de dados transmitidos por segundo: 480 Mbps (com 3 metros de alcance), ou 110 Mbps (com 10 metros de alcance). A desvantagem é exatamente o alcance reduzido, funcionando apenas a curtas distâncias.

Atualmente temos ainda o padrão *Bluetooth* como uma forma de transmissão de dados remota entre dispositivos digitais a curta distância. Embora não sirva para grandes volumes de dados, por conta da baixa taxa de transferência (1 a 3 Mbps), seu alcance pode chegar a 100 metros. Mas o padrão *Bluetooth 3.0 UWB (Ultra Wide Band)*, em desenvolvimento, poderá transmitir a uma taxa de 480Mbps, semelhante ao *WiMAX* mas alcançando uma distância dez vezes maior. A vantagem deste padrão em relação aos anteriores é o baixo consumo de energia necessário para o seu funcionamento.

Existem ainda outros protocolos e alternativas em desenvolvimento para permitir a comunicação remota entre dispositivos digitais. Nenhuma delas, no entanto, conjuga todas as condições necessárias para a implementação plena da *ubicomp*, descritas anteriormente.

Uma das questões que ainda carece de uma solução satisfatória, como destaca Greenfield (2006, p.206), é como fazer para que os aparelhos reconheçam-se uns aos outros, e possam fazer conexões entre si sem necessitar de nossa interferência. Apesar de já utilizarmos grande parte dessas tecnologias de transmissão de dados, em geral é necessário passar por uma série de passos para que os aparelhos identifiquem-se e possam "dialogar" na mesma língua, isto é, que os dados possam ser transmitidos e interpretados corretamente entre dispositivos diferentes. Uma das principais questões da ubiquidade computacional é justamente colocar a computação fora de nossas vistas, incorporada aos objetos e sem demandar nossa intervenção ou atenção direta para seu funcionamento. Um dos exemplos clássicos utilizados para descrever as possibilidades da ubiquidade computacional é o da "casa inteligente", que percebe a entrada de um indivíduo e altera as condições internas de acordo com as suas preferências, ajustando a iluminação, a temperatura dos cômodos em uso, tocando a música ambiente preferida. Para que qualquer idéia semelhante a essa aconteça, é fundamental que os dis-

positivos possam dialogar sem que seja necessária a nossa intervenção, caso contrário a computação estará novamente demandando o foco de nossa atenção, indo na direção oposta das propostas iniciais da *ubicomp*.

Se por um lado esta peça do quebra-cabeças ainda não parece encaixar corretamente, há outras questões que atualmente já podem ser consideradas, se não resolvidas, ao menos em estágio bem avançado, tornando a figura mais completa. Um ponto fundamental para que objetos do cotidiano façam parte do ambiente digital é justamente como fazer a ponte entre *bits* e átomos. Já existem soluções que permitem que isso aconteça, ao menos em parte. Entre elas, destacam-se as **etiquetas RFID** e o **protocolo de endereçamento IPv6**. Esses dois elementos combinados, como veremos a seguir, são os principais responsáveis pelo que costuma ser chamado de "a Internet das coisas" (VAN KRANENBURG, 2008).

A grosso modo, o protocolo IPv6 cumpre o papel de identificar cada elemento constituinte de uma rede. Ele na verdade é uma evolução do protocolo IPv4, usado atualmente para gerar os endereços que utilizamos para acessar páginas na Internet. Lançado no início da década de 80, quando a Internet era ainda restrita ao meio acadêmico, o IPv4 funciona com uma base de 32 *bits* (2^{32}), sendo possível criar 4.294.967.296 (aproximadamente 4 bilhões) de seqüências de números distintas a partir dele. Cada seqüência corresponde a um endereço único³⁹, utilizado para identificar elementos da rede (*sites*, computadores, impressoras etc.). Embora inicialmente 4 bilhões de endereços parecesse suficiente, a partir do momento em que a Internet passou a ser aberta comercialmente e com a posterior popularização desse meio, rapidamente tornou-se evidente que o modelo não seria sustentável por muito tempo. Dado o crescimento da Internet, a quantidade de endereços fatalmente será insuficiente. Embora não haja consenso sobre quando chegaremos ao limite de endereços criados, em geral as previsões apontam 2011 como o ano em que não haverá mais endereços disponíveis utilizando o protocolo IPv4, o que ficou conhecido como *IPv4 address exhaustion*.

Para resolver essa questão, desde 1998 vem se desenvolvendo um novo protocolo, o IPv6, que funciona com uma base de 128 *bits* (2^{128}), sendo possível por sua vez gerar 340,282,366,920,938,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000 (aproximadamente 340 undecilhões ou $3,4 \times 10^{38}$) endereços distintos⁴⁰. Isso equivale a dizer que haverá $6,5 \times 10^{23}$ endereços únicos para cada metro quadrado

³⁹ Um endereço típico do protocolo IPv4 seria, por exemplo, 66.230.200.110.

⁴⁰ Um endereço típico do protocolo IPv6 seria, por exemplo, 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

do planeta, ou ainda, que cada pessoa terá o equivalente a 5×10^{28} endereços a sua disposição. Parece suficiente para identificar praticamente todos os objetos que nos interessem. Como destaca Greenfield (2006, p.200), para que a ubiqüidade computacional aconteça plenamente, é preciso que os elementos constituintes desse sistema possam ser identificados individualmente, e o protocolo IPv6 cumpre esse papel de maneira satisfatória.

Resolvida a questão de identificação, é preciso ainda que essa identidade individual possa fazer parte do ambiente digital. Uma coisa é um objeto ter um nome próprio, um endereço particular. Outra é que esse endereço possa ser identificado pelo sistema, que esse objeto possa ser localizado, rastreado, acessado por meios digitais. Essa ligação entre o mundo físico e o mundo digital começa a ser feita através das *Radio Frequency Identification tags*, etiquetas de identificação por radiofrequência (ondas de rádio), ou simplesmente, etiquetas RFID.

Estas etiquetas nada mais são do que um conjunto constituído por uma antena (ou *interrogator*), e um *chip* (*transponder*) localizado na etiqueta propriamente dita, que pode ter diversos tamanhos. A antena emite um sinal por ondas de rádio, que é captado pelo *transponder*, que por sua vez emite uma resposta ao sinal recebido, enviando os dados armazenados no *chip*. Há modelos que são passivos, isto é, que dependem do sinal da antena para serem ativados. O próprio sinal emitido pela antena alimenta o *chip* da etiqueta com a energia necessária para que possa refletir o sinal de volta (processo chamado de *backscatter*). Há os modelos ativos, que não dependem do sinal da antena para funcionar, emitindo os dados constantemente. Nesses modelos, no entanto, a etiqueta precisa de uma bateria para poder enviar o sinal. A vantagem é que possuem um alcance maior do que os modelos passivos, já que têm fonte de alimentação própria.

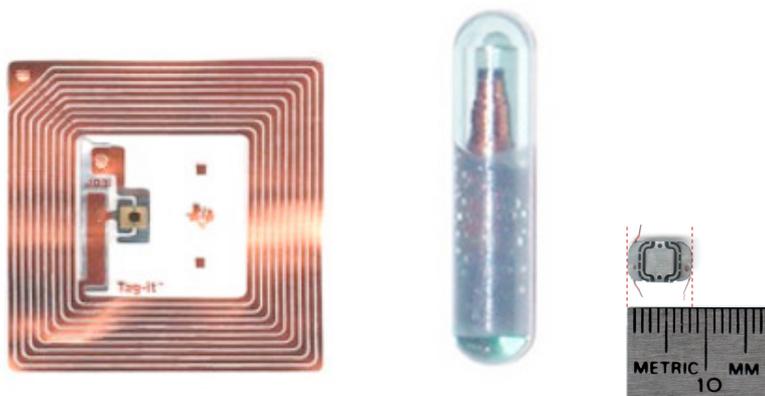


Figura 1: Etiquetas RFID, em diversos tamanhos.

A aplicação mais simples e evidente para as etiquetas RFID é a identificação de objetos, papel semelhante ao dos códigos de barras, presentes na emba-

lagem de praticamente qualquer produto existente nos supermercados atualmente. Apesar de cumprirem funções semelhantes, as diferenças entre ambos são consideráveis. Os códigos de barra, na sua versão mais comum, possuem uma capacidade limitada de armazenamento de informações. Uma vez impressos, não há como alterar as informações contidas. Já as etiquetas RFID possuem uma capacidade de armazenamento maior e podem ser alteradas indefinidamente. Como funcionam com ondas de rádio, a leitura das informações pode ser feita a distância (de alguns centímetros até metros, dependendo do tipo de etiqueta – passiva ou ativa), ao contrário dos códigos de barra que necessitam de um leitor ótico para transmitir os dados. Enquanto o leitor ótico do código de barras só consegue interpretar um item por vez, as etiquetas RFID podem ser lidas em conjunto. Por essas características, uma das aplicações mais comuns para essa tecnologia é a de controle de estoque em redes de abastecimento. Isso porque aumentam a precisão da identificação dos elementos em estoque, não só pelo fato de poderem classificar individualmente cada elemento, mas porque a informação pode ser alterada ao longo do tempo, o que facilita enormemente a logística e o controle do histórico de produtos em trânsito.

Para se ter uma idéia de como a aplicação em larga escala dessa tecnologia está próxima, o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) planeja implantar o Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos (Siniav), que através da tecnologia RFID fornecerá informações sobre cada veículo em circulação no Brasil. O uso desse dispositivo será obrigatório a partir de 2014. Segundo o Denatran, o sistema permitirá o planejamento de ações de combate ao roubo e furto de veículos e cargas, a identificação e prevenção da clonagem de veículos, o levantamento de informações sobre licenciamentos, multas e IPVA e uma melhor gestão do controle de tráfego ⁴¹.

Mas as etiquetas estão longe de serem utilizadas apenas no controle de produtos. Atualmente existem diversos formatos para as RFID *tags*, permitindo inclusive que sejam implantadas em seres humanos ou animais. Elas já são obrigatórias para animais de estimação que viajem para alguns países da Europa. Nesse caso, os *chips* devem conter não só a identificação do animal, mas todo o seu histórico veterinário, que pode inclusive ser atualizado posteriormente. Para provar que o dispositivo é seguro, não causa dor ou riscos à saúde, Fernando Vicente Ferreira, coordenador do Centro de Controle de Zoonoses de Americana, no interior de São Paulo, colocou um *chip* na sua própria nuca. O objetivo

⁴¹ G1, Carros, Trânsito. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1359894-9658,00-IMPLANTACAO+DE+CHIP+EM+VEICULOS+SERA+DEFINIDA+NESTA+QUINTAFEIRA.html>

era convencer donos de cães e gatos da cidade a fazer o mesmo com seus bichos de estimação (ISKANDARIAN, 2009).

De maneira semelhante, em Barcelona, na Espanha, desde 2004 clientes VIPs de boates utilizam *chips* RFID inseridos cirurgicamente em seus braços, para facilitar o acesso a áreas exclusivas e facilitar o pagamento de suas contas, dispensando o uso de cartão de crédito ou dinheiro⁴². Já Amal Graafstra, um americano de Washington, utiliza implantes RFID em ambas as mãos, para controlar a fechadura da porta de sua casa, a porta de seu carro, e desbloquear o seu computador pessoal, simplesmente aproximando a mão dos leitores (GRAAFSTRA, 2006).



Figura 2: Implante RFID de Amal Graafstra (fonte: <http://www.amal.net/rfid.html>)

As aplicações desse tipo de tecnologia permitem que mesmo animais de estimação façam parte do universo digital, como é o caso dos gatos Gus e Penny. Cansado de lutar contra os gatos da vizinhança que entravam pela pequena porta de felinos instalada na frente de casa, o dono de Gus e Penny criou um sistema que controla a entrada, de maneira que somente os seus animais de estimação, com coleiras dotadas de etiquetas RFID, podem "abrir" a porta. O sistema identifica os felinos, e não só permite a sua entrada e saída de casa, como atualiza o perfil dos gatos no *site* de rede social *Twitter*. Cada vez que Gus ou Penny passam pela porta, o sistema identifica se eles estão chegando ou saindo de casa e envia uma mensagem para o *site Twitter*, além de publicar também uma foto dos gatos no momento exato em que passaram pela porta. A sensação, para quem lê a página dos gatos no *Twitter*, é que os próprios gatos estão "tuitando", como dizem os usuários desse site no Brasil⁴³.

⁴² BARCELONA CLUBBERS GET CHIPPED. BBC, Technology. 29 Set. 2004. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3697940.stm>

⁴³ Para ver mais sobre Gus e Penny, visite o *site* <http://tweetingcatdoor.com/>

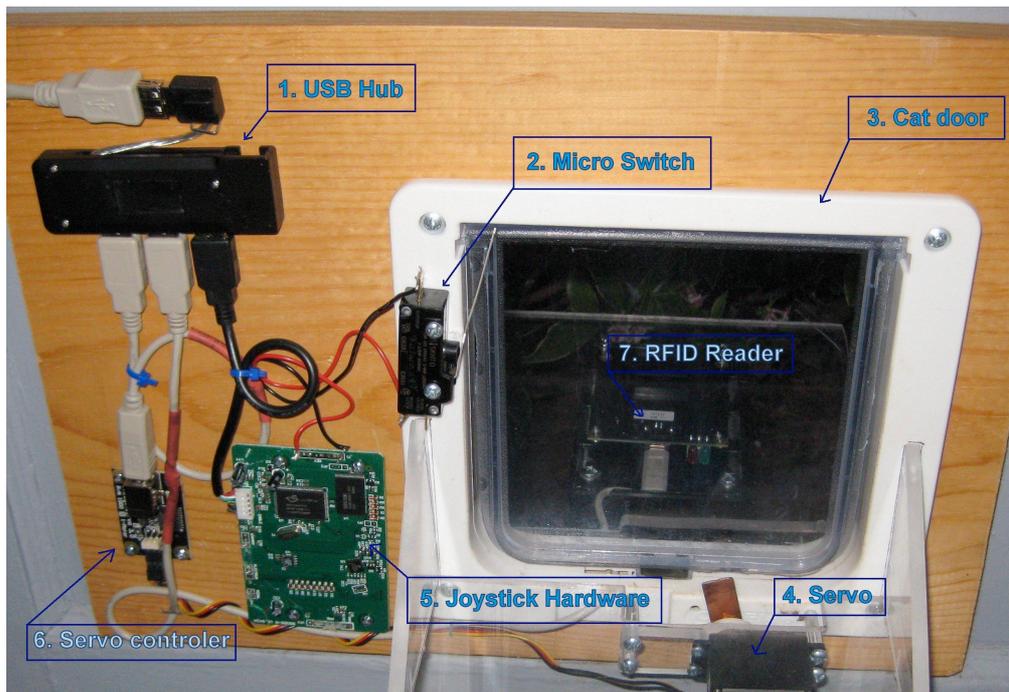


Figura 3: Porta para gatos com leitor RFID. O sistema libera a entrada somente dos gatos Gus e Penny (fonte: <http://tweetingcatdoor.com/>)

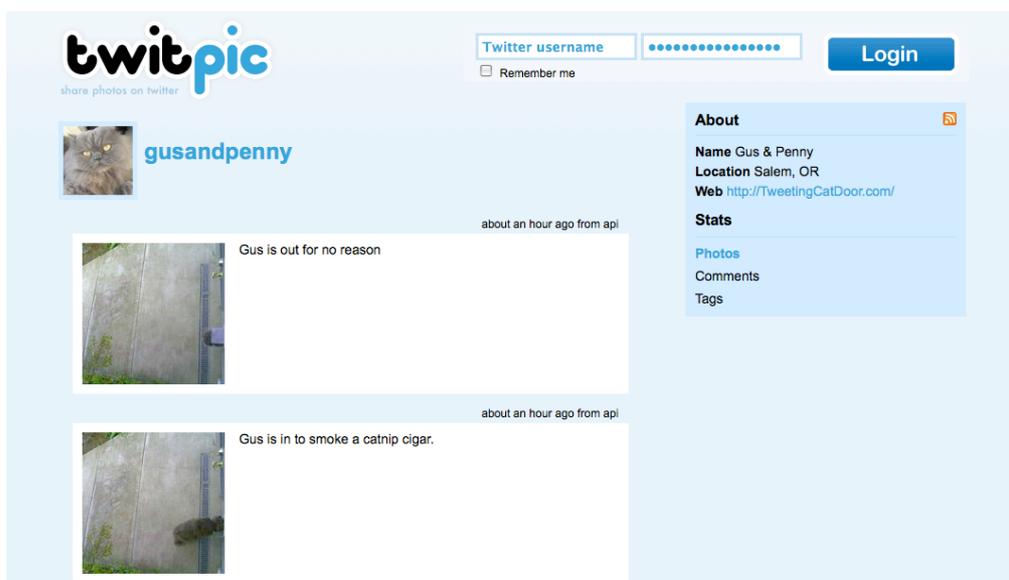


Figura 4: Fotos dos gatos passando pela porta são tiradas e publicadas automaticamente na Internet

As etiquetas RFID já são utilizadas em diversas situações do nosso dia-a-dia. Uma aplicação comum são os pedágios em estradas, do tipo 'passe-livre', nos quais um *transponder* ativo é afixado no vidro dianteiro dos veículos. Ao passar pelo pedágio, o leitor verifica o saldo restante no *chip* e libera a passagem, debitando o valor diretamente no *transponder*. De maneira semelhante, alguns transportes públicos como ônibus e metrô já contam com essa tecnologia. Basta aproximar um cartão (um *transponder* passivo) do leitor na roleta que a comunicação é

estabelecida, e a sistema verifica se há saldo suficiente para liberar ou não a passagem. Outra aplicação em desenvolvimento são os passaportes internacionais, que passarão a conter *chips* RFID com informações dos seus portadores, supostamente dificultando a falsificação deste documento.

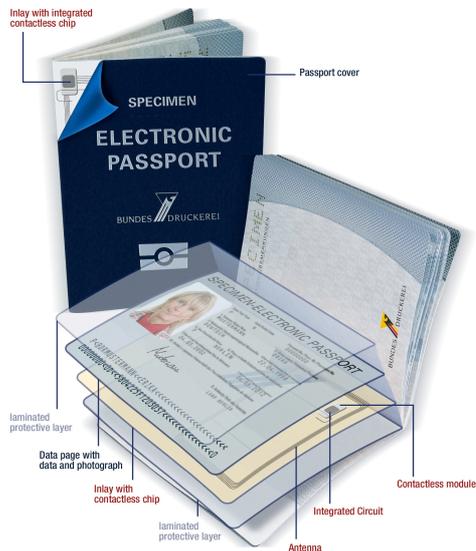


Figura 5: Esquema de aplicação de chips RFID em passaportes (fonte: <http://www.bundesdruckerei.de>)

Como se vê, essa é uma tecnologia já em uso que permite uma série de aplicações em objetos do cotidiano, facilitando sua ligação com o ambiente digital. A capacidade de transmissão e armazenamento de dados das etiquetas RFID, além de sua aplicabilidade em escalas tão reduzidas quanto as que são utilizadas em implantes subcutâneos, combinada com a quantidade generosa de endereços únicos passíveis de serem gerados através do protocolo IPv6, tornam possível a criação da ponte entre o mundo físico e o ambiente virtual. Já é viável não só criar uma identidade digital para objetos do dia-a-dia, como também que esses objetos sejam integrados à rede, localizáveis, rastreáveis. A comunicação entre *bits* e átomos, assim como a "internet das coisas", não é apenas uma figura retórica, mas uma realidade possível hoje. A tendência é que, dada a velocidade da evolução das tecnologias digitais, novas soluções ainda mais interessantes e viáveis comercialmente estejam disponíveis em breve, tornando a *ubiquitous computing* mais presente em nosso dia-a-dia. Disso depende não só a ubiquidade computacional, mas toda a indústria de informática, que tem todo interesse nessa próxima fase da computação, como veremos mais adiante.

2.2.2 Aplicações da computação pervasiva

No ponto em que estamos, ainda é difícil prever com clareza os impactos que essas inovações terão em nossas vidas. Mas é fato que isso vai se dar em diferentes escalas, da mais macro, ligando os dispositivos computacionais ao ambiente e afetando a coletividade, ao mais micro, relacionando o nosso próprio corpo e nossa individualidade com o ambiente digital (GREENFIELD, 2006, pp.46-65).

Algumas das aplicações mais frequentemente citadas quando se discutem os benefícios que a ubiqüidade computacional pode promover, referem-se à criação de sistemas de monitoramento do estado de saúde das pessoas. Isto vale tanto para prevenção, quanto para o auxílio ao tratamento de doentes crônicos, ou ainda, simplesmente para o acompanhamento de pessoas que exijam alguma atenção especial, como por exemplo, idosos que morem sozinhos.

Normalmente estes sistemas funcionam através de sensores, que monitoram determinados aspectos da saúde dos indivíduos, e ao perceberem alguma mudança no padrão programado, podem comunicar-se com sistemas de auxílio médico, ou simplesmente alertar o usuário do sistema. É o caso do CGM, *Continuous Glucose Monitoring* (figura 6): um implante subcutâneo mede constantemente o nível de glicose presente no tecido de seu usuário e transmite essas informações por ondas de rádio para um aparelho externo, semelhante a um *pager*, dispensando a necessidade de retirada de amostras de sangue ao longo do dia, como normalmente se faz para medir o nível de glicose em diabéticos. Assim é possível acompanhar alterações do paciente de maneira mais natural, sem interromper outras atividades ao longo do dia para realizar testes do nível de glicose.

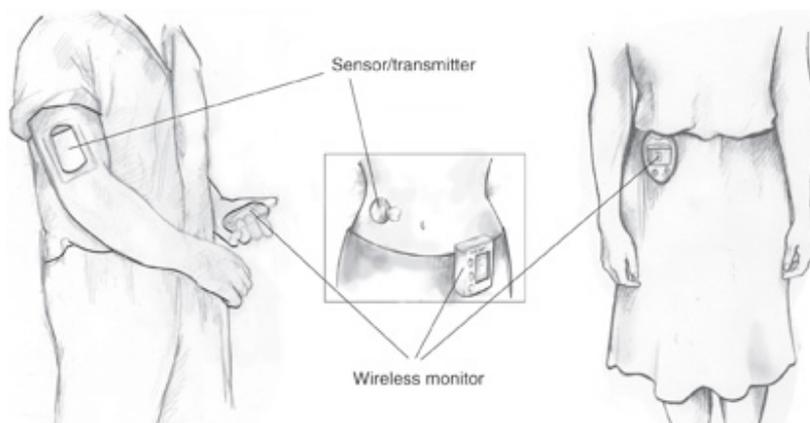


Figura 6: *Continuous Glucose Monitoring* (CGM) (fonte: <http://diabetes.niddk.nih.gov>)

Nem todas as integrações do corpo com a computação são tão intrusivas. Há décadas o professor Steve Mann, da Universidade de Toronto, percebe o mundo através de um sistema computadorizado, através do qual pode interagir simultaneamente com camadas de informação digital. Mann, que já foi chamado de cyborg pelo fato de utilizar um computador integrado ao seu corpo durante anos, na verdade desenvolveu um dos primeiros computadores vestíveis⁴⁴ que se tem notícia. A evolução do seu projeto passou por diversas fases (figura 7), desde um aparato extremamente pesado e de difícil manejo até um sistema sofisticado e discreto, que permite liberdade de movimentos, integrado à roupa e conectado remotamente à Internet, fazendo com que ele interaja com o mundo e com o ambiente digital simultaneamente sem que isso seja percebido. Através de seu sistema ele pode, por exemplo, consultar um programa que faz o reconhecimento facial de seus interlocutores, funcionando como um assistente para a memória, identificando rostos que lhe são familiares mas que porventura não sejam imediatamente reconhecidos por ele (MANN, 1998).

Steve Mann's "wearable computer" and "reality mediator" inventions of the 1970s have evolved into what looks like ordinary eyeglasses.



Figura 7: A evolução do computador vestível de Steve Mann, desde os anos 80 até a década de 90. De um aparato externamente visível a óculos discretos, uma integração da roupa com sistemas computadorizados. (fonte: [http:// www.wearcam.org](http://www.wearcam.org))

A integração da computação com o corpo também vem sendo projetada no *Media Lab* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). É deles o projeto

⁴⁴ Embora o termo "computador vestível" ainda não faça parte da gramática brasileira, tem sido utilizado normalmente para designar projetos que integram a computação ao vestuário, sendo uma tradução direta do termo em inglês *wearable computer*. Uma referência sobre este assunto no Brasil é o trabalho da pesquisadora Rachel Zuanon, coordenadora da Pós-Graduação em Design de Hipermedia e da Graduação em Design Digital, ambos da Universidade Anhembi Morumbi, disponível em seu site: <http://www.rachelzuanon.com>

SportSemble (figura 8), um sistema composto por sensores que medem o nível de esforço de partes do corpo de atletas durante atividades físicas, buscando entender com mais precisão como se dá a dinâmica do corpo em movimento e o estilo de atletas distintos, de maneira a auxiliar seu treinamento e aumento de performance. Os sensores implantados no corpo do atleta comunicam-se remotamente com um computador, no qual um programa faz a análise dos dados coletados.



Figura 8: *SportSemble*, projeto do MIT (fonte: <http://www.media.mit.edu/resenv/sportSemble/>)

Ainda dentro do *Media Lab* do MIT, o pesquisador Pranav Mistry, membro do grupo de pesquisa *Fluid Interfaces* coordenado pela pesquisadora Pattie Maes, desenvolveu o projeto *SixthSense* (Sexto Sentido), no qual diversos dispositivos atualmente disponíveis no mercado (projetores, sensores de movimento, câmeras digitais, com um custo total de aproximadamente 350 dólares) são combinados na forma de um computador vestível. Mistry acredita que, a despeito de nossa capacidade de perceber o mundo ao nosso redor e tomar decisões o tempo todo a partir das informações captadas pelos nossos cinco sentidos, não temos como acessar facilmente informações mais complexas e detalhadas que encontram-se atualmente no ambiente digital, ao menos não de forma natural, fácil e intuitiva. Segundo o autor, seu sistema permitiria o acesso a informações de forma mais fluida, enquanto realizamos tarefas do cotidiano, integrando o ambiente natural com o mundo digital. A interação se dá através de gestos, sem necessitar aparatos complexos.

Embora a miniaturização dos dispositivos computacionais nos permita carregar computadores em nossos bolsos, nos mantendo constantemente conectados ao mundo digital, não há ligação entre nossos dispositivos computacionais e nossa interação com o mundo físico. A informação tradicionalmente está confinada em um

papel ou digitalmente em uma tela. *SixthSense* faz a ponte entre informação digital intangível e o nosso mundo tangível, de maneira que possamos interagir com essa informação através de gestos manuais naturais. *SixthSense* liberta a informação de seu confinamento, integrando-a à realidade de forma transparente, e assim fazendo do mundo inteiro o seu computador. (MISTRY, 2009, tradução minha)⁴⁵.

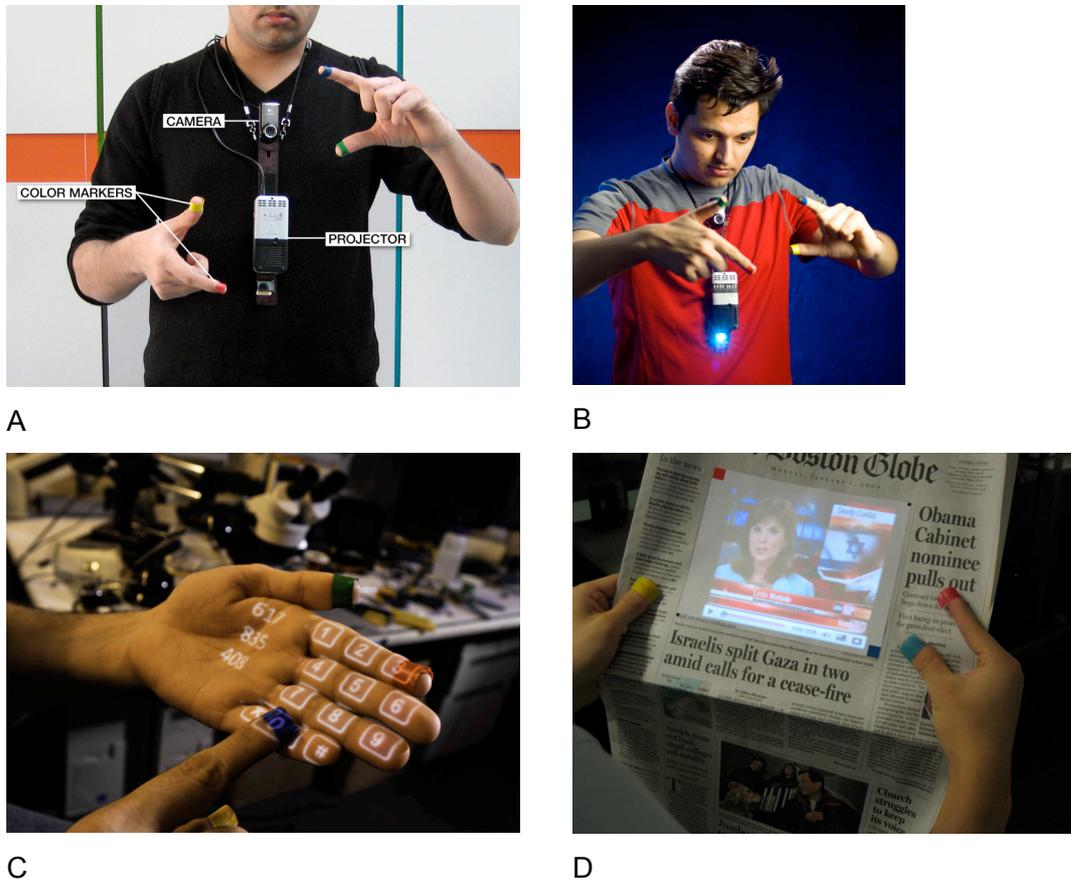


Figura 9: O projeto *SixthSense*: (A) os componentes utilizados no sistema; (B) o autor do projeto, realizando o gesto que faz com que o sistema tire uma fotografia da cena delimitada pelos sensores nos dedos; (C) digitando as teclas projetadas na palma da mão, o sistema faz uma chamada telefônica; (D) a partir de uma notícia do jornal impresso, o sistema acessa um vídeo na Internet, que é projetado na superfície do jornal que disparou a ação. (fonte: <http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>).

Mesmo fora do ambiente acadêmico e de pesquisa, já há aplicações comerciais que permitem a integração da computação com o corpo de maneira pouco intrusiva. A Nike, em conjunto com a empresa de computadores Apple, lançou o Nike + iPod, um sistema composto por um tênis no qual é inserido um sensor, que monitora o ritmo de corrida do atleta. Esses dados são enviados para o iPod, um aparelho que armazena e toca músicas em formato mp3, ou para um iPhone, o

⁴⁵ Although the miniaturization of computing devices allows us to carry computers in our pockets, keeping us continually connected to the digital world, there is no link between our digital devices and our interactions with the physical world. Information is confined traditionally on paper or digitally on a screen. *SixthSense* bridges this gap, bringing intangible, digital information out into the tangible world, and allowing us to interact with this information via natural hand gestures. '*SixthSense*' frees information from its confines by seamlessly integrating it with reality, and thus making the entire world your computer.

telefone celular da Apple (figura 10). Um programa residente no aparelho (iPod ou iPhone) acompanha o ritmo da corrida, tocando músicas apropriadas para cada momento, ou ainda, pode-se fazer uma programação específica para determinado tipo de treinamento, focado em tempo, quilometragem ou queima de calorias. É possível também fazer uma seleção musical de maneira que cada etapa do treinamento tenha músicas com a duração e ritmo adequados para a frequência cardíaca pretendida. Durante o treinamento, o sistema "fala" mensagens de incentivo para o atleta, dando informações parciais sobre seu desempenho. Ao final da corrida, é possível ter uma avaliação consolidada, e enviar essas informações para um banco de dados na Internet, onde um histórico dos treinos do usuário é armazenado e pode-se ver a evolução ao longo do tempo, assim como comparar o trabalho realizado pelo atleta com o de outras pessoas que utilizam o sistema.



Figura 10: Nike + iPod. O tênis comunica-se com o *mp3 player* e auxilia o atleta durante a corrida (fonte: <http://www.apple.com/br/ipod/nike/>)

Além do corpo, a computação ubíqua também se integra ao ambiente. Há inclusive sistemas que pressupõem a integração tanto do corpo quanto da casa. É o caso do sistema *QuietCare*, projetado para monitorar as atividades domésticas de pessoas que necessitam de cuidados médicos. O sistema funciona com sensores que registram a movimentação dos indivíduos pela casa, e transmitem os dados remotamente para uma central, que fica constantemente analisando as informações recebidas (figura 11).

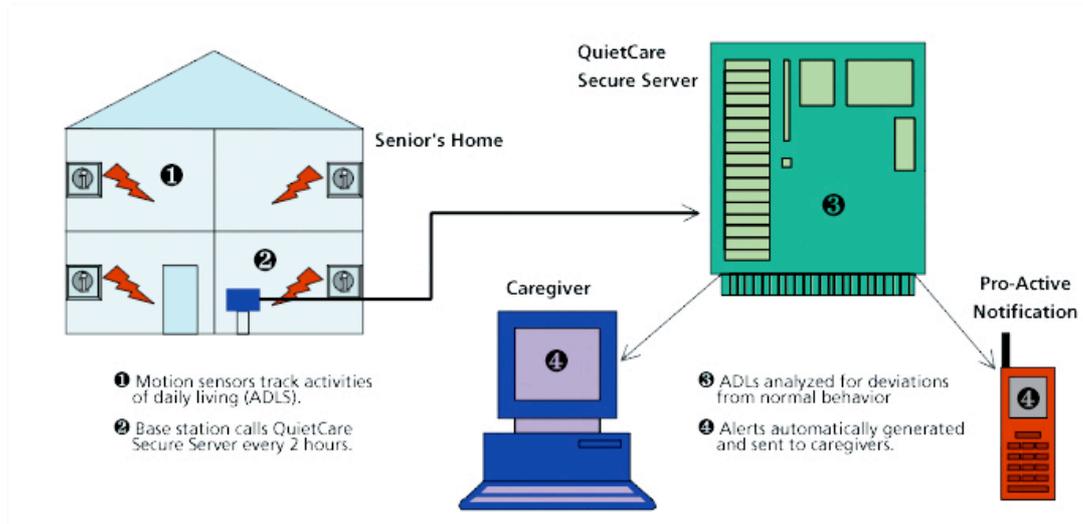


Figura 11: Esquema de comunicação do sistema *QuietCare* (fonte: <http://www.quietcaresystems.com>)

De acordo com os criadores do sistema, ele é adaptável para cada indivíduo, de maneira que o programa "aprenda" os hábitos e particularidades de cada pessoa, e possa perceber qualquer mudança da rotina. Esse registro é disponibilizado em um *site* na Internet, cujo acesso é restrito à família ou a um profissional de saúde que trate do paciente (figura 12). Em uma situação que o sistema interprete como possível emergência, a família e/ou médico encarregado são avisados por mensagens enviadas aos seus telefones celulares.

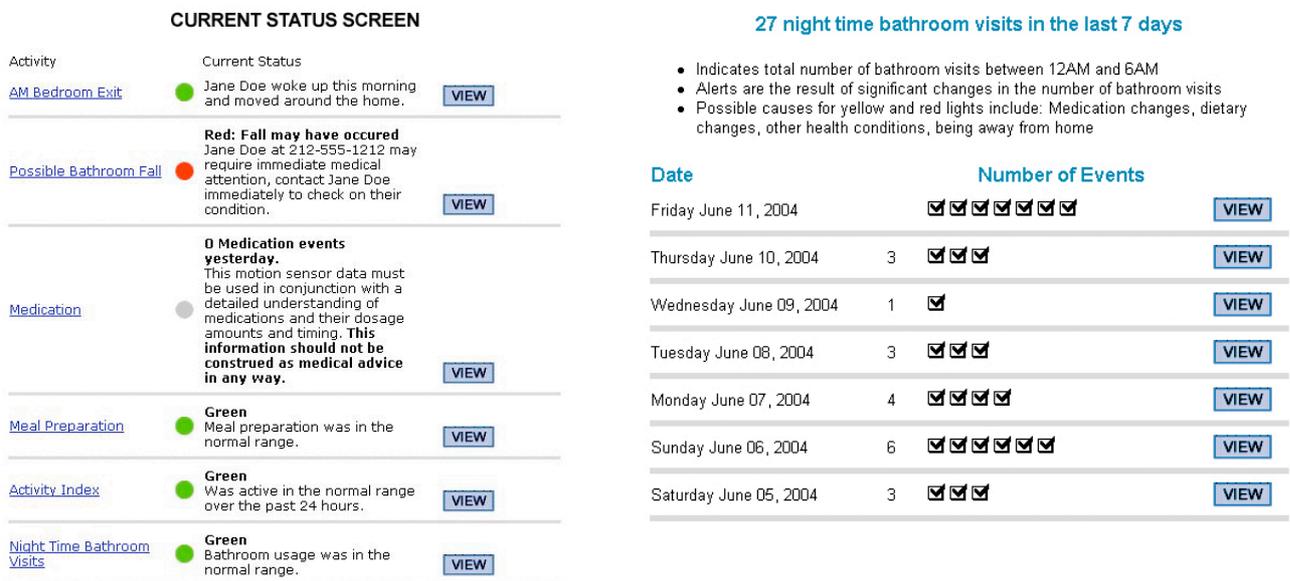


Figura 12: Telas do sistema *QuietCare*. À esquerda, o registro das atividades da usuária em sua casa. À direita, o detalhamento do registro de visitas ao banheiro ao longo da semana. (fonte: <http://www.quietcaresystems.com>)

O sistema *QuietCare* atua mais no nível individual, doméstico. Mas há sistemas semelhantes que trabalham com um grupo de pessoas, e procuram perce-

ber padrões coletivos de comportamento. É o caso do sistema TSI Prism⁴⁶, projetado para auxiliar no monitoramento de prisioneiros em penitenciárias. Cada encarcerado usa uma pulseira com *chip* RFID, sendo rastreados por leitores espalhados em diversos pontos do presídio. Qualquer movimentação suspeita é identificada pelos guardas que monitoram o sistema. Como cada identificação é única, é possível por exemplo identificar quando grupos rivais de prisioneiros estão em situação de provável confronto e intervir a tempo. Da mesma forma, o sistema permite perceber quando um agente penitenciário está cercado ou em situação de perigo, assim como identificar indivíduos em áreas restritas. Segundo a empresa Anco, criadora do TSI Prism, o sistema possibilita uma prisão com menos muros e paredes, utilizando a tecnologia para fazer um monitoramento remoto que exige menos contato entre os prisioneiros e agentes carcerários.

A computação pervasiva também tem ampliado os limites da comunicação entre os seres vivos. Atualmente, graças à tecnologia, é possível inclusive fazer com que plantas "conversem" com seres humanos. Ao menos é essa a proposta do projeto *Botanicalls*: vasos de plantas comuns recebem sensores, que medem a umidade da terra e alertam seus proprietários quando necessitam de água (figura 13). Ao perceber que determinada planta necessita de água, ou que recebeu água em excesso, o sistema faz uma ligação telefônica para o proprietário, reproduzindo mensagens gravadas de acordo com a planta e a situação percebida. Da mesma forma, quando a planta é regada, o telefonema reproduz uma mensagem de agradecimento para o proprietário. A idéia é não só ajudar as pessoas a manterem suas plantas saudáveis, mas humanizar a relação com as espécies botânicas. Cada planta tem uma "voz" e uma "personalidade" próprias, de acordo com a espécie e suas características. A versão mais recente do sistema faz a comunicação com o *site* de rede social *Twitter*, de forma que a cada mudança no estado da planta, é publicada uma mensagem no *site*, de acordo com a situação monitorada pelo sensor de umidade. O próprio *Twitter* tem a alternativa de não só publicar a mensagem na Web quanto enviar uma mensagem de texto para o telefone celular de quem estiver na rede de relacionamentos da planta.

⁴⁶ <http://www.tsiprism.com/>

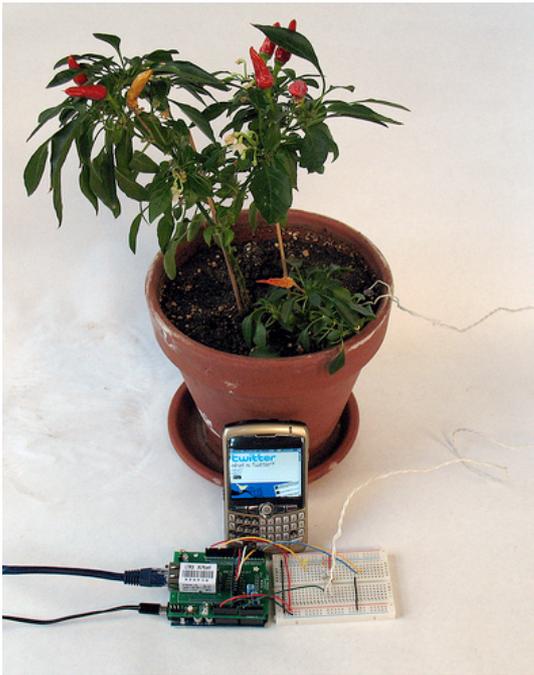


Figura 13: *Botanicalls*. O sistema envia mensagens por telefone e para o *site Twitter*, informando o estado de plantas domésticas (fonte: <http://www.botanicalls.com>).

Além de plantas domésticas, a computação pervasiva também já facilita a comunicação entre mães, pais e seus futuros filhos. Através de uma cinta com sensores de movimento, o sistema *Kickbee* permite perceber quando um bebê se movimenta, ainda na barriga de sua mãe. Os sensores se comunicam remotamente com um computador, que analisa os movimentos percebidos. Quando interpretados como um chute, o sistema dispara uma mensagem para o *site Twitter*, que pode enviar mensagens de texto para os telefones celulares do pai e da família do casal, ou quem mais tiver interesse em ser informado da movimentação do bebê – para isto, basta solicitar ser incluído na rede de contatos do bebê no *site Twitter*. De acordo com os criadores do *Kickbee*, a idéia é permitir que mesmo à distância, a família possa participar do desenvolvimento da criança ainda no útero, algo que normalmente é sentido apenas pela mãe ou por quem estiver tocando sua barriga no momento em que o bebê se movimenta.⁴⁷

⁴⁷ Mais detalhes sobre o projeto no *site* <http://www.kickbee.net>



Figura 14: *Kickbee*. A futura mamãe com a cinta que percebe os movimentos de seu filho, e dispara mensagens para a família através do *site* de rede social *Twitter*.

Percebe-se que a computação se insere na vida das pessoas de diversas formas, da mais íntima à mais coletiva, a serviço de propósitos tão diversos quanto fortalecer laços afetivos, quanto como mecanismo de coerção e controle. Dada a amplitude das aplicações possíveis, convém questionar quais os impactos de uma integração tão acentuada da computação com o nosso corpo, com nossos lares, com plantas, animais e com o ambiente construído.

2.2.3 Implicações da computação pervasiva

Há muita controvérsia sobre as implicações éticas, sociais e econômicas do uso desses sistemas (BOHN et al, 2005; GREENFIELD, 2006; HARPER, RODDEN, ROGERS e SELLEN, 2008; HOWARD, KJELDSKOV e SKOV, 2007; VAN KRANENBURG, 2008). Essas discussões têm ocorrido em fóruns distintos, entre profissionais ligados à indústria de bens e serviços de informática, acadêmicos e pesquisadores de áreas diversas como ciência da computação, design, sociologia, psicologia, arquitetura, além de instituições governamentais. O escopo das discussões é amplo, e uma análise aprofundada não se adequaria ao recorte dessa pesquisa. Entretanto, dado que essas questões impactam e interessam aos designers envolvidos com o projeto da experiência de uso desses sistemas, destacamos brevemente algumas das principais discussões que têm acompanhado o desenvolvimento da computação pervasiva. São elas:

- privacidade;
- controle sobre o sistema *versus* controle do sistema sobre nós;
- transparência sobre as transações em sistemas de computação ubíqua;

- necessidade de independência e prevenção a erros;
- substituições imprevisíveis de nossas capacidades naturais;
- necessidade de garantia de direito de acesso igualitário, independente de nível social, cultural ou financeiro;
- descompasso entre práticas sociais e o ritmo de desenvolvimento tecnológico;
- impacto ambiental e saúde;
- manutenção de rastros digitais involuntários;
- fim da estabilidade das interfaces e múltiplas possibilidades de interação com o ambiente digital;
- aumento de conectividade, implicando novas práticas sociais;
- configuração de novos espaços compartilhados;
- tendência a democratização dos meios de produção.

A seguir, cada um desses tópicos é discutido mais detidamente.

Privacidade

Em um ambiente de ubiqüidade computacional, poderemos ser constantemente “rastreados”, sendo possível que informações sobre nossa vida sejam armazenadas à nossa revelia. Essas informações podem se referir aos lugares por onde andamos, aos produtos que consumimos, às pessoas com as quais mantemos relações através dos dispositivos digitais, ou a dados biométricos sobre nosso corpo. Parece evidente a necessidade de discussão acerca do direito à privacidade. No entanto o discurso vigente normalmente trata essa questão como um “mal necessário”, advogando os benefícios que um sistema de tal natureza traria. As possibilidades de rastreamento e vigilância constante ocorrem de maneira cada vez mais discreta e eventualmente completamente ignorada pelas pessoas⁴⁸, o que têm feito com que muitos associem esse cenário à visão de Foucault sobre o Panóptico de Jeremy Bentham. De qualquer forma, devemos ter garantido o direito de permanecermos “invisíveis” ao sistema, o direito

⁴⁸ Atualmente, embora ainda não estejamos vivendo plenamente a computação ubíqua, os diversos sistemas em funcionamento já implicam um cenário de vigilância e controle, mesmo que não intencionalmente. Podemos citar como exemplo o *Google Earth*, um programa que, através de imagens de satélite, permite aos seus usuários visualizar quase qualquer ponto do planeta sem sair de casa. Uma variação do programa chamada *Google Street View* permite ainda maior proximidade (ao nível da rua, diz a comunicação da empresa responsável pelo produto). Há registros de pessoas que entraram com ações judiciais contra a empresa Google, por terem sido fotografadas em situações delicadas que posteriormente foram exibidas no programa, como o marido adúltero, cuja esposa descobriu sua traição ao bisbilhotar uma amiga e ver o carro do marido estacionado em frente a sua casa no meio da tarde, quando supostamente deveria estar em uma viagem de negócios. Recentemente, uma imagem de um jovem britânico vomitando em uma rua de Londres provocou protestos entre os internautas ingleses e obrigou a empresa Google a retirar o arquivo do ar. (PELO GOOGLE, BRITÂNICA FLAGRA MARIDO NA CASA DE AMANTE E PEDE DIVÓRCIO. G1: Tecnologia / Privacidade, 31 março 2009)

de escolher que informações queremos tornar disponíveis, e o direito de permitir ou não o armazenamento dessas informações para usos futuros.

Controle

Em um mundo no qual estamos cercados de objetos inteligentes, trocando informações entre si e atuando de maneira semi-independente, é difícil saber até que ponto estamos no controle e até que ponto estamos a mercê destes sistemas. É fundamental, portanto, que os sistemas permitam nossa intervenção. Um exemplo para ilustrar esta situação: é possível que num futuro próximo os carros tenham sistemas inteligentes que percebam o entorno, identificando se em determinado lugar é permitido estacionar – uma simples etiqueta de rádiofreqüência no local poderia passar essa informação para o carro. Em locais onde o estacionamento não fosse permitido, o sistema poderia simplesmente se “negar” a desligar o carro, forçando o motorista a buscar outro lugar para estacionar. No entanto, o sistema deve permitir que essas regras sejam quebradas, uma vez que em uma situação de emergência na qual um passageiro estivesse necessitando de algum atendimento médico, poderia ser necessário parar o carro imediatamente, independente de estar em um local impróprio para estacionar. Assim, é fundamental que possamos ter garantido o controle sobre o sistema, mesmo que este atue de maneira discreta e sem nossa manipulação direta.

Transparência

Um dos princípios defendidos por Weiser e Brown (1996) quando conceberam as bases da computação ubíqua, era a possibilidade de deslocamento das informações advindas dos sistemas computacionais entre o centro e a periferia de nossa atenção. A tecnologia deveria atuar na periferia, de maneira discreta e demandando pouco esforço cognitivo, mas ainda assim, perceptível. A consciência de que os sistemas estariam atuando é um ponto claro na proposta original de Weiser e Brown. No entanto, parte das propostas relativas à pervasividade computacional não parecem se preocupar com esta prerrogativa, colocando os sistemas em operação de maneira quase invisível, tomando decisões por conta própria para que tenhamos nossa atenção voltada para fora. Embora a motivação seja nobre, buscando aprimorar nossa interação com o mundo digital sem nos sobrecarregar com informações, é importante que tenhamos consciência das operações que venham a ocorrer. Por outro lado, mesmo que tenhamos acesso e consciência das informações e operações em andamento, é difícil dizer qual será nossa real capacidade de tomar decisões a respeito, de processá-las

em meio ao caos de nossas atividades cotidianas. Paradoxalmente, embora muito provavelmente não tenhamos condições de administrar o fluxo de dados em um mundo repleto de objetos inteligentes, devemos ter acesso a essas informações e poder de decisão sobre elas.

Gerenciamento de complexidade

Se diversos dispositivos estiverem interagindo simultaneamente em um ambiente dinâmico, como garantir uma hierarquia clara de instruções? O que ocorre quando um novo componente é inserido em um contexto repleto de sistemas operando ao mesmo tempo? Será possível administrar a complexidade de tais transações? De que maneira podemos, como designers de interação, contribuir com essa questão?

Dependência e prevenção a erros

É inegável que estamos cada vez mais dependentes da tecnologia computacional. A questão não é apenas se podemos viver sem Internet, sem telefones celulares, sem computadores; a questão na verdade é se **queremos** viver sem Internet, sem telefones celulares, sem computadores. Ao que parece, chegamos a um ponto em que já não nos é mais possível viver sem a tecnologia computacional: ela é parte do que nos define enquanto sociedade, enquanto tecnocultura, isto é, uma cultura que é construída na sua relação com o aparato tecnológico que produz, consome e utiliza (STERLING, 2005). Cruzamos o que Bruce Sterling chama de linha de não-retorno, isto é, a condição atual de nossa relação com a tecnologia computacional e a infra-estrutura necessária para sua produção, circulação e consumo chegou a um ponto em que não é possível voltar atrás:

sabemos que houve uma revolução na tecnocultura quando esta tecnocultura não pode mais voluntariamente voltar à condição tecnocultural anterior (STERLING, 2005, p.9, tradução minha)⁴⁹.

É claro que há diferentes graus de dependência. Muitas pessoas podem ainda optar por não ter telefones, por não acessar a Internet. De qualquer forma, em alguns casos simplesmente não temos escolha ou alternativa possível. Quem já teve a experiência frustrada de não poder realizar operações bancárias simples como retirar um extrato ou sacar uma quantia qualquer em uma agência pelo fato do sistema estar fora do ar, sabe como ficamos dependentes das tecnologias computacionais.

⁴⁹ We know there has been a revolution in technoculture when that technoculture cannot voluntarily return to the previous technocultural condition.

Um dado preocupante dessa dependência é o fato de que computadores estão sujeitos a erros e falhas – por problemas de *hardware*, por dificuldades de acesso às redes de informação, por erros de programação etc. É de se esperar que em um ambiente repleto de dispositivos dotados de sistemas computacionais, venham a ocorrer erros em algum momento. Assim, é fundamental que tenhamos opções para operar “fora” do sistema em caso de pane, de maneira a não ficarmos totalmente dependentes. Da mesma forma, é preciso que haja um debate sobre qual o limite aceitável para a utilização de computadores em nosso dia-a-dia.

Substituições imprevísíveis

Marshal McLuhan (1979) alertava sobre como os meios de comunicação tornam-se extensões de nossas faculdades e habilidades naturais. O uso intenso da computação, a capacidade de armazenamento e de processamento rápido de grandes quantidades de dados dos dispositivos computacionais, têm promovido não só extensões, mas substituições de nossas capacidades naturais. A incorporação de calculadoras em objetos tão corriqueiros como régua escolares, relógios de pulso, pesos de papel e telefones, substituíram nossa capacidade de realizar operações matemáticas facilmente. A memória dos telefones celulares substitui nossa memória para números: se outrora éramos capazes de memorizar diversos números de telefone, hoje é provável que muitos de nós guardem não mais do que 10 números na memória.

Essas substituições, é claro, não foram planejadas. De qualquer forma, ao que parece a quantidade de informações e estímulos aos quais estamos expostos diariamente tem aumentado de tal forma, que delegamos aos computadores parte das atividades que outrora fazíamos mentalmente. A intensificação do uso de sistemas computacionais, em nome de uma suposta praticidade, poderá promover substituições imprevísíveis, especialmente quando a computação passar a se integrar a situações e objetos ainda inusitados para nós – e mesmo ao nosso corpo. Assim, é preciso também questionar qual o limite para a substituição de atividades mediadas pelo homem por atividades mediadas pelo computador.

Direito de acesso e Permissões de uso

A manutenção de um sistema de informações tão complexo terá um custo. Como garantir que todos tenham as mesmas oportunidades de acesso aos objetos e informações desse sistema, ainda é uma questão em aberto. Ao que tudo indica, a computação ubíqua não beneficiará da mesma forma pessoas que estejam menos capacitadas a operar sistemas computacionais, ou que não tenham

acesso a parte dessa tecnologia – embora seja provável que os impactos da computação pervasiva repercutam em toda a sociedade, independente do grau de familiaridade ou de aproximação com essas tecnologias.

Convém ressaltar, no entanto, que essa desigualdade de acesso é resultado de um processo anterior, cuja origem se dá no nível social, cultural e educacional das populações envolvidas (CASTELLS, 2000,2003). Embora as tecnologias computacionais tenham o potencial de diminuir essas desigualdades – não só pela possibilidade de comunicação e trocas culturais sem controle que propiciam, mas também pela facilidade de adaptação e customização latentes nas interfaces computacionais – até o momento não há indícios de que isso vá acontecer, sendo mais provável que sejam utilizadas de maneira a acirrar a divisão de classes existente hoje.

Dessincronização sócio-tecnológica

A tecnologia computacional avança a uma velocidade que não tem sido acompanhada em igual medida no que se refere às práticas sociais, econômicas e culturais. Isto porque o ritmo das mudanças é cada vez mais acelerado, de forma que parecemos estar constantemente nos adaptando a mudanças que se sobrepõem umas as outras. As normas de conduta sociais, normalmente construídas organicamente na dinâmica do cotidiano, estão em processo, mas ainda assim em um ritmo que não parece acompanhar a velocidade da inovação tecnológica.

Além dessa dessincronização, há ainda o problema de que nem sempre os fatores culturais e particularidades de cada contexto no qual a tecnologia é utilizada são considerados ou fazem parte da concepção dessas mesmas tecnologias. Na prática, o que vem ocorrendo é a exportação em escala global de um modelo único, cujas variações e adaptações locais dependem mais da criatividade dos seus usuários em quebrar e rearranjar a lógica do aparato tecnológico a sua disposição, do que uma preocupação original em contemplar as idiossincrasias dos diferentes grupos sociais.

É importante questionarmos qual o impacto que a computação pervasiva terá em nossas vidas, que mudanças promoverá na maneira como nos relacionamos, e buscar critérios que permitam fazer esse tipo de avaliação de forma localizada. Caso contrário, seremos mais uma vez forçados a nos adequar a tecnologias que desconsideram fatores culturais de diferentes contextos durante seu desenvolvimento.

Impacto ambiental e saúde

Se cada objeto passar a ter componentes eletrônicos e dispositivos de comunicação, provavelmente teremos maior dificuldade em descartar esses produtos, tornando o reaproveitamento e a reciclagem de materiais mais complexa. A dita sociedade da informação aumentou consideravelmente o consumo de energia e materiais para a produção de seu aparato tecnológico (WILLIAMS, AYRES e HELLER, 2002), o que, somado ao estímulo à substituição de tecnologias a períodos cada vez mais curtos, pode significar o acirramento do desequilíbrio ambiental de forma assustadora⁵⁰. O projeto de objetos inteligentes deve levar essa questão em consideração.

Além disso, não há até o momento consenso algum sobre os efeitos no organismo humano por uma exposição prolongada a dispositivos eletromagnéticos. Considerando que em ambientes repletos de sistemas de comunicação remota estaremos expostos a campos eletromagnéticos de forma mais intensa, é lícito que tenhamos informações sobre os riscos à nossa saúde.

Rastros digitais

Uma decorrência de usarmos cada vez mais intensamente dispositivos computacionais para registrar fatos de nosso cotidiano, e de produzirmos cada vez mais conteúdo digital, é que deixamos rastros digitais de nossas vidas, mesmo que nem sempre de forma consciente. As gerações mais jovens inclusive experimentam o mundo cada vez mais através das redes que se estabelecem no ambiente *online*, sendo comum compartilharem informações pessoais através desses meios. No entanto, é pouco claro qual o impacto de tais hábitos a longo prazo.

Nossos mecanismos de memória são seletivos, de maneira que ao longo do tempo esquecemos informações menos importantes, e “escolhemos” o que merece ser lembrado. O tempo e a distância possibilitam interpretações diferentes dos fatos. Algumas vezes mecanismos psicológicos atuam de maneira mais complexa, fazendo com que esqueçamos de determinadas situações como forma de proteção.

⁵⁰ O consumo de materiais e energia envolvido na produção das tecnologias computacionais é pouco conhecido, mas seus números são impressionantes. A produção de um *microchip* com 32 Megabytes de memória consome 1,59 Kg de combustível fóssil, 70 gramas de produtos químicos, 32 litros de água, 68 gramas de gases (principalmente nitrogênio). A quantidade de material consumida equivale a cerca de 630 vezes do peso final do produto. A energia gasta na fabricação deste componente, assim como o consumo de energia ao longo de toda a sua vida útil, equivale ao consumo de 800 vezes o seu peso em combustível fóssil. Além disso, a quantidade de produtos químicos de alta toxicidade utilizados na produção dos componentes computacionais é da ordem de milhares. (WILLIAMS, AYRES e HELLER, 2002).

A memória digital, por outro lado, não funciona dessa forma. Informações tornadas públicas no ambiente digital têm o potencial de sobreviver indefinidamente⁵¹, e em alguns casos os rastros digitais deixados para trás podem ser um problema no futuro⁵². É curioso notar que nossos rastros digitais permanecem mesmo após a nossa morte⁵³.

Com o desenvolvimento da computação pervasiva, será cada vez maior o uso de sistemas que registram aspectos mundanos de nosso cotidiano. Mesmo hoje em dia, uma pessoa que utilize com frequência a Web — realizando compras *online*, mantendo contato com seus amigos em *sites* de redes sociais, mantendo atualizado seu perfil profissional em *sites* de currículos, tornando públicas suas fotos, vídeos etc. — provavelmente já deixou um rastro que permite que se saiba com razoável precisão muitas informações de sua vida pessoal. Sem muito esforço, cruzando todos esses dados, é possível descobrir com quem esta pessoa se relacionou, que tipo de relação teve, o que gosta de ler, o que costuma comprar, quanto costuma gastar, em que cidade (ou bairro, ou mesmo rua) mora, as empresas nas quais trabalhou, os lugares onde esteve, o que gosta de ver, os assuntos que lhe interessam. Entretanto, com a computação pervasiva operando no pano de fundo de nossas vidas, nem sempre teremos consciência de quais informações fornecemos, de como essas informações serão usadas no futuro, assim como nem sempre teremos controle sobre quem vai acessar essas informações.

⁵¹ Há controvérsias sobre a longevidade das informações digitais. Sabe-se que as mídias digitais têm uma vida útil curta, sendo necessário migrar dados constantemente de um suporte para o outro, e em alguns casos, de um sistema operacional para outro, ou ainda de uma linguagem computacional para outra. São processos dispendiosos e durante os quais muitas vezes há perda de informação de forma irreparável. Por outro lado, há quem veja na possibilidade de reprodução e distribuição quase sem controle do ambiente *online* uma forma de preservação dos dados. As informações estariam supostamente preservadas por serem constantemente reproduzidas, e espalhadas em múltiplos suportes simultaneamente. De maneira geral, entre os profissionais que tratam seriamente da preservação de acervos, acredita-se que a informação em formato digital é adequada para facilitar o acesso e distribuição, mas é extremamente frágil no que se refere à durabilidade e preservação.

⁵² No fim de 2008, uma pesquisa do *site* internacional CareerBuilder.com, feita com 3.169 executivos da área de Recursos Humanos, mostrou que um em cada cinco empregadores investiga a vida dos candidatos em *sites* de relacionamento, como o Orkut, naquela época o mais popular dessa categoria no Brasil. A pesquisa apontou ainda que um terço desses possíveis empregadores descarta os concorrentes com base nas informações que descobre. (<http://extra.globo.com/economia/materias/2009/05/23/na-busca-por-emprego-orkut-pode-ser-pedra-no-caminho-756002609.asp>)

⁵³ Recentemente o *site* de rede social Facebook tornou possível alterar o perfil de usuários falecidos criando perfis "Tributo" (<http://www.estadao.com.br/noticias/tecnologia,facebook-passa-a-ter-perfis-especiais-para-membros-que-morreram,457265,0.htm>). Até então, na maioria dos casos, a presença *online* de pessoas falecidas permanecia inalterada, uma vez que para o sistema o usuário ainda estaria ativo. É comum encontrar em *sites* desse tipo perfis de pessoas que, mesmo mortas, ainda recebem mensagens de seus amigos e familiares, especialmente nas datas de seu aniversário e falecimento. Este assunto é tema da tese de doutorado, em andamento durante a redação desta pesquisa, realizada por Mariana Santiago de Matos, junto ao Departamento de Psicologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Com a computação permeando — e rastreando — cada vez mais as ações de nosso dia-a-dia, essa questão será potencializada ainda mais.

Fim da estabilidade das interfaces / múltiplas possibilidades de interação com o ambiente digital

Uma das características mais evidentes da computação ubíqua é a mudança de paradigma no que se refere às interfaces com o ambiente digital. Se antes o *mouse*, o teclado e a tela do computador eram os principais meios de interação, a partir do momento em que virtualmente qualquer objeto pode ser uma porta de entrada para o ciberespaço, ampliam-se as possibilidades de mecanismos de interação. Depois de décadas de relativa estabilidade, é provável que tenhamos que reaprender o que significa interagir com sistemas digitais. Uma decorrência disso é que objetos que nos eram familiares podem vir a ter novas funcionalidades e exigir um reaprendizado para sua plena utilização. Objetos “comuns” poderão conter dispositivos computacionais, conectando-os ao ambiente digital e a outros sistemas, o que nos leva a perguntar: quando um objeto passa a ter novas possibilidades de uso com a computação pervasiva, sua interface muda? Ele passa a ser um outro objeto?

Como designers, teremos um papel fundamental em fazer essa transição entre os objetos comuns e sua versão “aumentada”.

Além dos objetos do cotidiano, vale lembrar que com a utilização de biosensores e implantes no nosso próprio corpo, os limites da interface homem-computador ficam ainda menos precisos. O corpo torna-se ao mesmo tempo usuário, interface e computador. Se a delimitação do que é a interface já não é tão clara, o que dizer sobre o controle sobre essas interfaces? Isso torna ainda mais complexa a função de perceber, planejar e permitir o controle sobre estes dispositivos incorporados ao homem, cada vez mais discretos, e sua interação com outros sistemas de informação.

Aumento de conectividade

Desde o surgimento da Internet até os dias de hoje, temos experimentado um aumento do tempo de permanência *online*⁵⁴. Isso se dá tanto pelo crescimento do número de atividades realizadas através da Internet, sejam elas relacionadas ao trabalho ou ao lazer, quanto pelo aumento de meios de acesso a

⁵⁴ Curioso notar que, apesar de não ser um dos países com maior número absoluto de pessoas que utilizam a Internet, em 2008 o Brasil figurava entre os cinco países que mais gastam horas conectados à grande rede por mês, ficando atrás apenas do Canadá, Israel e Reino Unido, e a frente dos EUA, segundo dados da comScore (<http://www.comscore.com>) veiculados pela Revista Época (Edição 17, Julho de 2008).

nossa disposição. Hoje é possível acessar a Internet praticamente em qualquer ponto das grandes cidades usando telefones celulares, o que amplia as possibilidades de uso para além da escola, do escritório e do ambiente doméstico. Além disso, a popularização de *sites* de redes sociais (como Orkut, Facebook, Flickr, Twitter) e de programas de mensagens instantâneas (*instant messengers*) tem colaborado para essa maior permanência na rede, pela mudança de perfil de uso, não mais voltado apenas para informação e trabalho, mas também para o entretenimento e manutenção de relacionamentos com outras pessoas.

Essa relação tende a aumentar mais ainda com a computação pervasiva, uma vez que os objetos e o ambiente poderão também ser portas de entrada para a Internet, colocando as pessoas em conexão constante. Uma das conseqüências dessa conexão ininterrupta é que estamos cada vez mais rastreáveis, localizáveis.

Neil Postman (1970) chama a atenção para o fato de que um meio de comunicação não é só um canal, ele cria um ambiente, um ecossistema próprio. A pré-concepção do meio (tanto física quanto simbólica) implica conseqüências sócio-culturais: cada ecossistema tem *conditions of attendance*, condições de uso particulares, nem sempre explícitas, que condicionam o uso desses ecossistemas. Assim, os meios de comunicação (e a tecnologia, os artefatos) trazem em si condições de uso, que por sua vez criam normas de conduta, comportamentos esperados, mais ou menos aceitos como comuns àquele ambiente/meio de comunicação.

Dado que estamos cada vez mais tempo conectados, a expectativa de comunicação imediata aumenta consideravelmente. Basta pensarmos: qual a expectativa de tempo de resposta para um email? É a mesma de cinco anos atrás? E a expectativa de resposta para uma mensagem de texto enviada por telefone celular? Ou uma mensagem em um *instant messenger*? O fato de termos a possibilidade de contato em qualquer lugar, a qualquer tempo, não deveria necessariamente implicar que isso ocorresse. Entretanto, é sabido que muitas pessoas têm dificuldade de se desconectar, de permanecer fora de alcance, simplesmente porque passaram a achar que o padrão corrente é estar disponível. Os telefones celulares, aos quais algumas pessoas insistem em atender mesmo em locais impróprios como cinemas, recitais de música, teatro, são um pequeno exemplo dessa lógica implícita do objeto, que pressupõe conexão ininterrupta.

Novos espaços compartilhados se configuram

Já se pode dizer que a utilização cada vez mais intensa da Internet, sua presença constante na vida de uma parcela considerável da população mundial,

tem colaborado para a criação de um novo espaço, não mais definido pela geografia ou pela demarcação política. A dinâmica social que ocorre nesse espaço é diversa, como nos alerta Nicolaci-da-Costa:

E o que acontece nesse espaço? Por ele circulam a informação e os bens imateriais. Como já foi mencionado, nele são também implementadas novas formas de vigilância, controle e poder. Mas isso não é tudo. [...] o ciberespaço também é o espaço no qual são colocadas em prática diferentes formas e manifestações de solidariedade, de coesão social, de resistência, de movimentos políticos, de vida comunitária, etc. É, ainda, [...] um espaço que se tornou o palco (imaginário mas vivido como real) de novas formas de vida que abrangem praticamente todas as áreas do nosso cotidiano: trabalho, educação, lazer, informação, conversas intelectuais, bate-papos informais, sedução, paquera, namoro, solidariedade, etc. (NICOLACI-DA-COSTA, 2005)

Como dito anteriormente, cada dispositivo traz em si condições de uso particulares, que implicam diferentes estratégias para sua utilização. Um computador do tipo *desktop* dificilmente será usado em trânsito, em mobilidade. Da mesma forma, a comunicação entre pessoas por este meio normalmente é discreta, não interrompendo necessariamente a dinâmica a seu redor. O mesmo não pode se dizer dos telefones celulares, por exemplo. A interrupção de atividades externas para se comunicar por telefone é evidente, ao mesmo tempo em que pode ocorrer a qualquer momento e situação, mesmo em movimento, ao contrário da comunicação via computador *desktop*.

Os limites entre situações e espaços ficam difusos, tornando-se difícil distinguir a casa do trabalho, o que é privado e o que é público, o que é pessoal e o que é coletivo (NICOLACI-DA-COSTA, 2005). Assim, embora essas tecnologias tenham colaborado para a criação de espaços virtuais colaborativos, cada situação apresenta particularidades distintas, cujas características específicas ainda carecem de pesquisa mais sistemática. O que fica claro no entanto é que uma nova configuração do espaço está em curso, não mais ditada pelas distâncias físicas. Ao mesmo tempo, novas convenções e normas de conduta emergem. Novas organizações sociais e agrupamentos se dão, mediadas pelas tecnologias computacionais. Dentro desses espaços compartilhados no ambiente *online*, um novo sentido de “comunidade” e novos modelos de participação e colaboração se estabelecem.

Democratização dos meios de produção

Se por um lado há uma tendência a uma participação limitada de outras culturas no desenvolvimento da computação pervasiva, uma vez que normalmente os grandes centros de pesquisa envolvidos com o projeto dessas tecnologias encontram-se nos países desenvolvidos, ao mesmo tempo vivemos hoje um mo-

mento de descentralização e democratização dos meios de produção. Isso não se dá de maneira sistemática e estimulada explicitamente pelas empresas ou centros de pesquisa, mas sim pela popularização da cultura *hacker*, do aumento de alternativas *open source* no desenvolvimento de *software* e *hardware*, e dos espaços de colaboração que se estabelecem organicamente no ambiente *online*.

São cada vez mais comuns iniciativas colaborativas, abertas ao público, como a de Massimo Banzi, um dos criadores do placa de circuito Arduino⁵⁵, utilizada em diversos projetos experimentais de computação ubíqua em todo o mundo e um grande sucesso na comunidade DIY⁵⁶, dada a sua facilidade de uso e de produção. Os planos e esquemas necessários para a produção de uma placa Arduino estão disponíveis *online* para qualquer pessoa que tenha interesse, sem que seja necessário desembolsar um centavo para isto. A comunidade ligada à criação de sistemas e *hardware* tem participado inclusive no incremento e melhorias da invenção de Banzi, num processo aberto em que todos são beneficiados (THOMPSON, 2008).

No Brasil, merece destaque o trabalho do grupo MetaReciclagem, uma rede distribuída que atua desde 2002 no desenvolvimento de ações de apropriação de tecnologia, de maneira descentralizada e aberta. Segundo Felipe Fonseca, um dos criadores dessa rede, a MetaReciclagem "sempre teve por base a desconstrução do hardware, o uso de software livre e de licenças abertas, a ação em rede e a busca por transformação social" (FONSECA, 2008). Esta é uma experiência local de um fenômeno que tem se repetido em diversos países, com formatos e intensidades distintas, mas que apontam uma tendência clara à democratização dos meios e à apropriações imprevistas da tecnologia.

⁵⁵ Arduino é uma placa controladora que pode ser usada para fazer a comunicação entre diversos componentes eletrônicos de entrada (sensores, botões, chaves etc.) e saída de dados (luzes, motores, auto-falantes etc.). O Arduino é capaz de realizar o processamento dos dados recebidos pelo sensores, embora esse processamento seja limitado pela baixa quantidade de memória do sistema. A programação da placa, que define como ela vai tratar as informações de entrada e saída, isto é, como ela vai operar os diversos componentes do sistema, é feita através de uma linguagem simples baseada no Processing (linguagem de programação desenvolvida por Ben Fry). Pela facilidade de programação e pela facilidade e montagem de pequenos sistemas a partir de componentes eletrônicos de baixo custo, o Arduino tem sido muito utilizado como ferramenta de prototipagem em projetos de dispositivos interativos tangíveis. A partir da disseminação do Arduino como plataforma de prototipação, foram desenvolvidos diversos componentes complementares que ampliaram enormemente as possibilidades de aplicação dessa tecnologia, permitindo por exemplo a transmissão de dados via internet, via *wi-fi*. Também foram criados diferentes formatos para a placa controladora, variando a escala e configuração dos componentes de maneira que hoje é possível desenvolver inclusive vestimentas com componentes computacionais baseadas na plataforma Arduino. É sem dúvida a plataforma mais popular em cursos de *interaction design*.

⁵⁶ DIY, *Do It Yourself*, faça você mesmo, refere-se a uma prática de criação autônoma, sem auxílio de especialistas ou profissionais. No contexto da cibercultura, está normalmente associado à cena *hacker* e ao que se conhece como "fundo de garagem", isto é, ambientes de produção com o mínimo de infra-estrutura necessária para o trabalho a que se propõem.

* * *

Neste primeiro capítulo, apresentamos um panorama da computação ubíqua, destacando as características que possibilitam que esta nova etapa da tecnologia computacional seja implantada em nossa sociedade, infiltrando-se em nosso cotidiano de maneira imperceptível.

Como vimos, a ubicomp preenche os requisitos básicos que tornam uma tecnologia onipresente:

- possui uma interface fácil de usar – no caso da ubicomp, não apenas uma, mas diversas interfaces, fazendo parte dos objetos de nosso dia-a-dia;
- é aplicável em diferentes contextos;
- está inserida na vida do cidadão comum

Também vimos que, embora ainda não esteja presente de maneira plena em nossa sociedade, já há iniciativas isoladas que, uma vez combinadas, indicam ser mera questão de tempo para que a computação ubíqua torne-se viável comercialmente. Dentre estas iniciativas, destacam-se:

- o aumento da capacidade de processamento dos componentes computacionais, e a manutenção de um custo de produção relativamente estável, possibilitando dotar objetos corriqueiros de poder de processamento digital;
- a evolução e disseminação de protocolos e meios de transmissão de dados em redes sem fio;
- a possibilidade de identificação e localização de qualquer objeto existente através do protocolo IPv6 e das etiquetas RFID, permitindo a criação de pontes entre átomos e bits;

Vimos ainda algumas questões que têm acompanhado esta etapa da evolução das tecnologias computacionais. Ao que se percebe, a computação pervasiva impactará diversas instâncias de nossas vidas, indo do nível mais geral e coletivo, ao mais individual. A ubiquidade computacional permite novas conexões do homem com o ambiente, com plantas, animais, e até mesmo com seu próprio corpo, que passa a ser uma parte indistinguível do sistema. Esta amplitude de aplicações tem gerado discussões sobre os impactos da *ubicomp*. Algumas dessas questões foram tratadas aqui, a saber:

- privacidade;
- controle sobre o sistema *versus* controle do sistema sobre nós;
- transparência sobre as transações em sistemas de computação ubíqua;
- necessidade de independência e prevenção a erros;
- substituições imprevisíveis de nossas capacidades naturais;

- necessidade de garantia de direito de acesso igualitário, independente de nível social, cultural ou financeiro;
- descompasso entre práticas sociais e o ritmo de desenvolvimento tecnológico;
- impacto ambiental e saúde;
- manutenção de rastros digitais involuntários;
- fim da estabilidade das interfaces e múltiplas possibilidades de interação com o ambiente digital;
- aumento de conectividade, implicando novas práticas sociais;
- configuração de novos espaços compartilhados;
- tendência a democratização dos meios de produção.

Convém ratificar que muitas das questões levantadas não são exclusivamente questões de design. Pelo contrário, muitas delas são de ordem política, econômica, social, devendo ser discutidas amplamente não só entre os profissionais diretamente envolvidos, mas entre diversos setores da sociedade. Outras questões são essencialmente técnicas, cabendo mais à Ciência da Computação. Entretanto, aos designers de interação interessa participar desse debate, uma vez que não é possível desconsiderar o contexto dentro do qual o desenvolvimento da computação pervasiva está ocorrendo. A natureza multidisciplinar do design, a sua relação com a técnica e com os aspectos produtivos, aliada ao projeto da interface de uso, e portanto, preocupado tanto com aspectos subjetivos e cognitivos do indivíduo ao qual se destina o produto criado, como também com o contexto social no qual se dá a interação do usuário com o produto, fazem com que naturalmente nosso olhar seja abrangente.

O momento para essa discussão não poderia ser mais propício. Como vimos, há uma forte tendência para a adoção da computação pervasiva em diferentes instâncias de nosso cotidiano. A intensificação do uso de sistemas de informação na sociedade contemporânea, aliada ao forte investimento das empresas de tecnologia, interessadas em ampliar seus mercados e o leque de produtos que oferecem ao consumidor, indicam que é mera questão de tempo até que o cenário descrito anteriormente venha a se instituir na vida do cidadão comum. Por outro lado, pela própria rapidez da evolução e da utilização desses sistemas, as práticas sociais relativas ao uso da computação pervasiva (ainda) não estão consolidadas. A tecnologia computacional se desenvolve e se infiltra no nosso cotidiano tão rapidamente que extrapola nossa capacidade de repensar nossos hábitos e com isso não se consegue "educar" as pessoas sobre o seu uso, o que ressalta a importância de participarmos desse momento histórico mais ativamente.

Em que pesem as condições de uso da tecnologia atual, é da natureza humana resignificar os objetos, criar “linhas de fuga”. A apropriação das tecnologias computacionais se dá de maneira diversa em cada contexto cultural, o que deve ser visto não como um problema, mas uma característica de nossa sociedade, e ainda, como uma oportunidade de aprendizado. Como destaca Gary Marsden, é fundamental garantir a participação de pessoas com diferentes valores culturais, níveis de conhecimento, educação, familiaridade com sistemas computacionais, desde o início do processo de design.

Assim, baseado em nossa recente experiência, nós recomendamos que você não se desespere se os usuários não se apropriarem da sua tecnologia da maneira que você havia antecipado. Pelo contrário, aceite a incerteza e incorpore-a ao sistema de maneira que os usuários possam modificar a tecnologia para atender as suas necessidades. [...] Ao permitir que os usuários contribuam com qualquer forma de informação para o sistema, nós criamos espaço para que eles explorem meios de se apropriar da tecnologia. (MARS DEN, 2009, p.69, tradução minha)⁵⁷

O design de interação pode contribuir para buscar soluções que garantam a segurança, a integridade, a facilidade de uso, o prazer, a beleza, o entendimento e a diversidade cultural do homem em contextos de pervasividade computacional. Como destacam Harper, Rodden, Sellen e Rogers (2008) as tecnologias computacionais não são neutras – elas estão carregadas de valores humanos, culturais e sociais. Precisamos, no entanto, definir uma agenda para a interação humano-computador no século XXI – uma agenda que antecipe o impacto das tecnologias ao invés de simplesmente reagir a elas.

Essa preocupação deve pautar a nossa visão do que vem a ser a computação pervasiva, de maneira a colocar os valores humanos no centro das discussões sobre o papel da tecnologia em nossas vidas, como sugere John Thackara:

Não podemos parar a tecnologia, e nem há porque devêssemos fazê-lo. A tecnologia é útil. Mas precisamos mudar a agenda de inovação de maneira que as pessoas venham antes da tecnologia. (THACKARA, 2005, p.4, tradução minha)⁵⁸.

⁵⁷ Therefore, based on our recent experience, we recommend that you not despair if users do not appropriate your technology in the way you anticipated. Rather, embrace uncertainty and build it in to the system so that users can modify the technology to meet their needs. [...] By allowing users to contribute any form of information to the system, we created the space for them to explore ways of appropriating the technology.

⁵⁸ We cannot stop tech, and there's no reason why we should. It's useful. But we need to change the innovation agenda in such a way that people come before tech.

3

A revolução informacional e o design de interação

Como vimos anteriormente, o uso cada vez mais intenso dos computadores neste início de século tem provocado profundas transformações em diferentes esferas do cotidiano, estendendo-se da economia global às atividades particulares dos indivíduos. A dita revolução informacional, de fato, modificou sensivelmente a maneira como a sociedade se organiza, como as pessoas se relacionam e trabalham, alterando inclusive as noções de tempo, espaço, público, privado, coletivo, individual.

Os efeitos dessas transformações também podem ser percebidos no campo do Design. A partir da introdução da tecnologia computacional, além da modificação dos processos de produção, ocorreu também o surgimento de uma nova área de atuação para os designers. Se num primeiro momento os designers eram apenas mais uma categoria profissional que teve à sua disposição uma nova ferramenta de trabalho, ao longo dos anos passaram não só a utilizar computadores para realizar seus projetos como também se envolveram com a criação das próprias interfaces que fazem a mediação entre os sistemas computacionais e o homem. Essa área de atuação passou a ser conhecida como **design de interação**.

As inovações trazidas pela computação ubíqua, descritas anteriormente, refletem-se também no trabalho dos designers que se dedicam ao projeto de sistemas interativos. Se antes o projeto de interfaces gráficas para sistemas computacionais era o objetivo do trabalho dos designers, com a integração dos computadores aos objetos e ao ambiente, a “tela” deixa de ser o principal canal de comunicação e outros espaços e situações de uso tornam-se possíveis, colocando novas questões para o design de interação.

É importante destacar que as mudanças ocorrem em diferentes níveis, não sendo uma evolução restrita a uma área específica do design. Na verdade, pode-se dizer que o design como um todo passa atualmente por um processo de ampliação de sua área de atuação. Esse processo evidentemente está relacionado com os avanços tecnológicos, uma vez que o campo do design tem estreita ligação com a tecnologia, sendo o resultado do seu trabalho afetado pelas condições técnicas de um determinado contexto histórico, como veremos mais adiante. Por ou-

tro lado, a tecnologia não é o único vetor de mudanças; a própria evolução da nossa tecnocultura (STERLING, 2005), as relações da sociedade com a cultura material que produz e consome, têm colaborado na ampliação dos limites do campo de atuação do design. As preocupações hoje vão além do produto; os designers hoje preocupam-se com conceitos mais abstratos como o projeto de experiências e serviços, alinhados com um discurso que não é necessariamente restrito à essa categoria profissional.

Nesta pesquisa interessa especialmente entender as implicações da evolução da computação pervasiva para o design de interação. Para evidenciar as mudanças nos parâmetros que balizam a prática projetual nesta área específica do design, neste capítulo é feita uma breve revisão da história recente deste campo de atuação, destacando as semelhanças com outras áreas do design e as particularidades que o singularizam. Mais adiante, veremos que o design de interação caminha lado a lado com uma atualização que vem ocorrendo no campo do design como um todo.

3.1

O design e sua relação com o contexto tecnológico

Existem diferentes definições para o termo “design” na literatura específica sobre esta atividade, especialmente no Brasil, onde design é um vocábulo estrangeiro cuja interpretação permite diversos significados. Como aponta Cardoso (2000), na língua inglesa o termo se refere tanto à noção de plano, intenção, desígnio, quanto à de configuração, arranjo, estrutura. A origem mais remota da palavra estaria no latim *designare*, verbo que abrange os sentidos de designar e desenhar. Como destaca o autor, “o termo já contém nas suas origens uma ambigüidade, uma tensão dinâmica, entre um aspecto abstrato de conceber/projetar/atribuir e outro concreto de registrar/configurar/formar” (CARDOSO, op. cit, p.16). No Brasil o senso comum costuma associar o termo “design” à forma, ao estilo. Embora a configuração formal dos artefatos seja um componente dos projetos realizados pelos designers, não é suficiente para que se possa compreender a natureza da atividade plenamente.

O design é uma atividade intimamente relacionada com a criação de interfaces – entendidas aqui como elementos que permitem a **interação** entre um **indivíduo** e um **objeto ou signo**, visando à realização de uma **ação** efetiva (BONSIEPE, 1997, p.12)

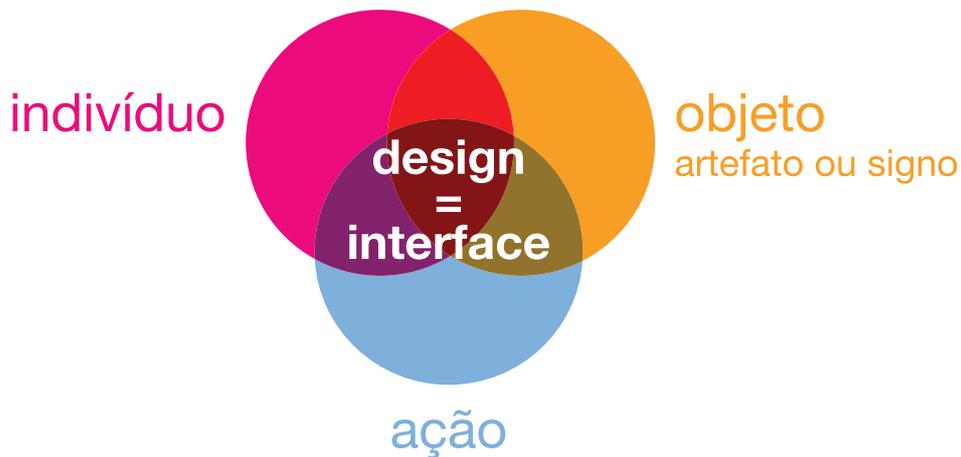


Figura 15: Diagrama ontológico do design, de Gui Bonsiepe. O domínio do design é o domínio da interface, que permite a interação entre um indivíduo e um objeto/signo, visando à realização de uma ação.

Tanto o “objeto” quanto a “ação” devem ser entendidos de maneira ampla: o objeto pode ser um conjunto de signos (imagens, texto), articulados de maneira a transmitir uma mensagem – neste caso teríamos uma ação de comunicação; o objeto pode ser também um sistema de informações, bem como o seu suporte físico, como no caso de projetos de sinalização de espaços arquitetônicos, com objetivo de orientar os indivíduos neste espaço – a ação neste caso seria o próprio deslocamento no espaço físico. De maneira análoga, o objeto pode ser um *site* na *World Wide Web*, um sistema de informações (os dados em si) e seu suporte virtual (a organização e a apresentação visual destes dados), que permitem que os indivíduos se desloquem no espaço virtual e encontrem as informações desejadas.

Como se percebe, são inúmeras as possibilidades de objetos e ações que se enquadram na definição abrangente de Gui Bonsiepe sobre o que é o design. De fato, o design atua em diferentes áreas e recebe diferentes denominações de acordo com sua especialidade, assim como em outros campos do conhecimento existem delimitações específicas para áreas de atuação distintas: na engenharia encontramos subdivisões como engenharia elétrica, engenharia civil, engenharia de produção etc. O mesmo se dá na medicina, no direito e em outras profissões. No design ocorre o mesmo: design gráfico, design de produto, design de interação, design de moda etc. São áreas de atuação que apresentam questões específicas relativas ao “objeto”, à “ação” e ao contexto de uso, mas que compartilham características em comum que pertencem a um campo maior do conhecimento, o design. Dentre estas características, destaca-se o fato de haver um sujeito especí-

fico, uma ação efetiva que este sujeito pretende realizar, mediada por um objeto. Este objeto vem a ser exatamente o resultado do trabalho do design.

É importante destacar que este objeto não pode ser considerado isoladamente: ele deve ser compreendido em um **contexto de uso**, sendo utilizado por um sujeito específico. É justamente esta visão que afasta o design de algo limitado ao “estilo”; a forma dos objetos não é mero exercício estético, ela em geral é o resultado de um projeto que busca responder a uma situação de uso e/ou de comunicação particular.

Parece clara a idéia de que design é uma atividade projetual. Cabe destacar que não se trata de *qualquer* atividade projetual. Miller (2004), por exemplo, procura definir o design a partir da seguinte assertiva: “Design é o processo mental relativo à criação de uma entidade” (tradução minha)⁵⁹. É curioso perceber que esta definição foca essencialmente no processo de criação de algo. O autor parece querer reforçar a importância de perceber o design como um ato de criação, que necessariamente culmina com o desenvolvimento de alguma coisa (uma entidade, nas palavras de Miller). Embora essa definição de fato se relacione diretamente com o ato projetual característico do design, ela igualmente poderia ser atribuída a qualquer outro campo do conhecimento que contemple, em sua práxis, a prática projetual e a criação, como a arquitetura, e mesmo outras áreas mais distantes como a música (a composição de uma trilha sonora para um filme poderia ser definida a partir da mesma argumentação apresentada pelo autor). Apesar de Miller definir satisfatoriamente o termo “design” na sua acepção de “projeto”, de “processo”, de “ação” (*to design something*), ele não delimita propriamente o design como campo de conhecimento.

A **interação** é uma característica que distingue o design de outras áreas, nas quais a ação projetual está presente; as noções de **uso**, de **interação** e de **interface** são fundamentais para caracterizar o design singularmente. Pela definição de Miller, o processo de criação do motor de um automóvel poderia ser visto como design - de fato, o verbo “*to design*” em inglês caberia perfeitamente. Mas o projeto de um motor de um carro não é algo que pertença ao campo do design, e sim à engenharia. Retomando a definição de Bonsiepe (op. cit) como referencial, podemos dizer que esse tipo de projeto não se caracterizaria como algo pertencente ao domínio do design uma vez que para que a ação principal do objeto projetado aconteça, não é necessária a interação direta (manipulação) entre o homem e o motor. Essa interação normalmente é mediada por outros elementos,

⁵⁹ Design is the thought process comprising the creation of an entity.

os quais em geral se enquadram no campo do design (mostradores, painéis, pedais, alavancas de comando). Ao contrário de Miller, cujo foco é o processo de criação de uma entidade, a definição de Bonsiepe engloba não somente o processo, incorporando a entidade resultante do processo criativo e ainda a noção de uso, de interação com um indivíduo. Este indivíduo necessariamente teria uma intenção operacional, uma ação efetiva que o levaria a interagir diretamente com o objeto criado.

Uma vez que se entende o design como uma atividade voltada para criação de objetos para possibilitar que indivíduos realizem determinadas ações, percebe-se que a abrangência do design é imensa. Não é por acaso que existem inúmeras especializações dentro do campo profissional: design gráfico; design de jóias; design de produto; design de interação; design de interiores; design de moda etc. De maneira geral essas especializações referem-se à natureza da ação e do tipo de objeto projetado, que vão gerar contextos específicos de produção, envolvendo tecnologias diversas. Embora seja possível chamarmos de designers tanto os profissionais responsáveis pelo projeto gráfico de um livro quanto os que se dedicam ao projeto de interfaces de telefones celulares, os contextos de uso e de produção desses objetos são tão diversos que implicam conhecimentos distintos.

É importante ressaltar que, a despeito dessa variedade de áreas específicas de atuação, o design mantém estreita relação com a tecnologia envolvida no processo de produção dos objetos. De fato, um dos marcos históricos utilizados para delimitar o surgimento do design é justamente o momento em que ocorre a separação entre o ato de projetar e o ato de produzir os artefatos. Na maioria das vezes os designers atuam na elaboração de projetos que serão produzidos a posteriori. Isso implica necessariamente a compreensão da tecnologia disponível para a produção dos objetos – sejam eles do campo da moda e vestuário, das mídias digitais ou da produção gráfica. Assim, o profissional de design tem uma relação estreita com a tecnologia, da mesma forma que se preocupa com as características do indivíduo que será o usuário final dos projetos desenvolvidos.

É curioso perceber que há uma relação entre os meios de produção e os parâmetros que orientam o projeto. Muitas vezes as limitações/características tecnológicas acarretam determinadas soluções formais que passam a constituir-se uma característica dos projetos realizados. As limitações das ferramentas acabam por estabelecer uma linguagem própria, percebida nos produtos dentro de um dado contexto tecnológico. Na história do design gráfico isso pode ser facilmente observado, por exemplo, em dois momentos: quando o trabalho de composição gráfica

dependia dos tipos móveis, percebe-se uma tendência à produção de peças gráficas fortemente orientadas por uma diagramação baseada em um *grid* rígido, no qual os elementos gráficos tendiam a manter relações de alinhamento claramente definidas, segundo uma estrutura hierárquica clara. A própria natureza da composição tipográfica, na qual os tipos móveis eram compostos em blocos, favorecia essa solução formal. Esse tipo de composição pode ser percebido no que se convencionou chamar de Estilo Internacional, relativo ao período do design moderno. Apesar desta característica tecnológica não ser a única responsável por este tipo de composição, sem dúvida favoreceu o estabelecimento de um padrão estético naquele período.

Um segundo momento exemplar da influência da tecnologia para o estabelecimento de parâmetros projetuais no campo do design pode ser percebido mais recentemente, com a introdução do computador como ferramenta de trabalho. Na década de 80, com o surgimento dos programas gráficos, passou a ser possível realizar sem grande esforço a distorção de imagens e texto, a superposição de elementos na página, as combinações mais inusitadas na composição visual de impressos. A partir dessa inovação tecnológica percebe-se uma mudança estética muito clara na produção gráfica da década de 80 e início dos anos 90. As soluções formais decorrentes da utilização dos programas gráficos nesse período trouxeram uma estética específica que marcou uma mudança de paradigma no campo do design gráfico⁶⁰. Há que se destacar que as composições visuais realizadas nesse período seriam extremamente trabalhosas de serem realizadas sem o auxílio do computador. É importante ressaltar que a tecnologia não foi a única responsável por estas mudanças, mas sem dúvida teve um papel fundamental na disseminação de uma nova estética. Em muitos países ditos periféricos, no mesmo período percebe-se uma produção gráfica semelhante a dos países centrais, nos quais havia uma discussão teórica que acompanhava a evolução tecnológica e a criação dessa estética. Entretanto, nem sempre esse debate teórico ocorria nos países periféricos, o que não impediu a reprodução de composições visuais muito próximas ao que se via na produção dos países centrais. Descontextualizada em relação às discussões teóricas que ocorriam em países como os Estados Unidos, a produção gráfica em países co-

⁶⁰ Uma análise sobre as mudanças ocorridas no campo do design gráfico relativas ao período do design moderno aos anos 80/90 é feita por Gruszynski (2000). No entanto, a autora não analisa especificamente as tecnologias de produção gráfica disponíveis em cada período.

mo o Brasil apresentava um padrão estético fortemente influenciado pelas possibilidades formais instauradas a partir da utilização de programas gráficos⁶¹.

Parece claro que os parâmetros projetuais, no campo do design, são influenciados pelas possibilidades tecnológicas existentes. Isso não significa que outros fatores não entrem em cena: parâmetros projetuais derivam de uma opção ideológica, estética, além de estarem sujeitos à conjuntura política e econômica. Nesta pesquisa, entretanto, optou-se por restringir a análise à influência do desenvolvimento das tecnologias computacionais no estabelecimento de parâmetros projetuais em uma área específica do design: o design de interação.

3.2

Do design de interação ao design da experiência

Uma vez que a tecnologia disponível implica um conjunto de possibilidades no que se refere à escolha de materiais e processos de produção, chegando a influenciar diretamente os parâmetros projetuais que balizam o trabalho dos designers, a questão torna-se ainda mais evidente quando o próprio objeto a ser desenvolvido é, em si, uma tecnologia. Se o desenvolvimento tecnológico promove mudanças nos parâmetros de projeto, o que dizer de uma área que trata justamente do projeto de sistemas computadorizados? Neste setor a velocidade das mudanças é notadamente mais rápida, a despeito do curto tempo de existência desta especialidade em contraste com outras áreas de atuação do design⁶². O contínuo avanço das tecnologias computacionais tem provocado uma revisão constante de quais seriam os parâmetros que balizariam o projeto de mídias interativas. Ao revisitarmos a história recente desta área de atuação, fica claro que a própria definição dos limites do trabalho dos designers envolvidos nestes projetos é alvo de constantes discussões, que em geral buscam ampliar o escopo de suas atribuições.

⁶¹ Migliari (2007) oferece uma visão mais aprofundada sobre essa questão, ao analisar as relações entre as discussões teóricas sobre o desconstrucionismo ocorridas na *Cranbrook Academy of Art* nos Estados Unidos no final da década de 80 e a conseqüente produção gráfica e tipográfica decorrentes deste movimento naquele país, e a produção gráfica de designers brasileiros no mesmo período. Apesar de apresentarem fortes semelhanças estéticas, os trabalhos realizados pelos designers brasileiros não compartilhavam do mesmo referencial teórico de seus pares norte-americanos. O ponto em comum era muito mais tecnológico do que teórico.

⁶² É difícil precisar o momento em que o design se constitui como um campo profissional. Parte dessa dificuldade deriva da diversidade de definições do que é design. De qualquer forma, o primeiro emprego da palavra designer registrado pelo *Oxford English Dictionary* data do século XVII. O emprego do termo para definir uma categoria profissional, no entanto, passou a ser freqüente somente a partir do século XIX (Cardoso, 2000, p.17). Percebe-se então que o design de interação, cujas origens remontam à década de 80 do século XX, têm uma história muito recente quando comparado com outras áreas do design.

Um dos fatores responsáveis pela popularização dos computadores pessoais no início da década de 80 foi o advento da interface gráfica nos sistemas operacionais dos computadores, que tornou mais amigáveis e intuitivas as operações anteriormente realizadas através de *inputs* de comandos via teclado. Se a princípio o desenvolvimento de sistemas computacionais era uma área exclusiva dos profissionais de ciência da computação, cujo foco era geralmente a eficiência das operações realizadas pelos sistemas, quando os designers passam a atuar no desenvolvimento de interfaces gráficas amplia-se a noção de eficiência desses sistemas. É da natureza do design a preocupação com a adequação da ferramenta ao usuário final, de maneira que este possa realizar tarefas com o menor esforço físico e/ou cognitivo possível. A eficiência passa a ser medida não só pela capacidade e velocidade de processamento da máquina, mas pela facilidade de uso dos sistemas pelo homem. Assim pode-se dizer que os designers se ocuparam de projetar as interfaces que permitiriam a interação dos sujeitos com as máquinas. No caso específico dos sistemas computacionais, inicialmente os designers se ocuparam do projeto das interfaces gráficas, isto é, da parte visual que faz a intermediação do homem com o sistema.

No entanto, com a evolução natural dessa área de atuação, o papel dos designers não se limitou à interface gráfica. Dar uma aparência agradável aos sistemas projetados pelos engenheiros de *software* não era o suficiente para torná-los mais amigáveis e fáceis de usar. A atuação dos designers deveria ir além da chamada “camada de apresentação”, envolvendo-se no projeto do *software* desde suas etapas iniciais. Além da apresentação das informações, da diagramação dos dados em uma superfície, de definição de famílias tipográficas e padrões cromáticos – questões sensíveis no campo da comunicação visual – os designers passaram a pensar a organização das informações em um nível mais profundo, elaborando a categorização de dados, a taxionomia dos termos utilizados nos programas, preocupando-se também com as respostas do sistema aos *inputs* dos usuários. Tratava-se não mais de pensar a interface, mas de pensar toda a interação com o sistema, *inputs* e *outputs* possíveis, o que veio a ser chamado de design da interação.

Embora seja difícil precisar quando o termo começou a ser utilizado de fato, acredita-se que essa denominação tenha sido cunhada no final dos anos 80, pelo designer Bill Moggridge, criador do primeiro *laptop* e sócio da firma de design IDEO:

Eu senti que havia uma oportunidade para criar uma nova disciplina no design, dedicada a achar soluções criativas e atraentes para o mundo virtual, onde se poderia projetar comportamentos, animações e som, assim como formas. Isso seria o equivalente ao design de produto, mas relacionado ao software e não aos obje-

tos tridimensionais. Assim como no design de produto, essa disciplina estaria preocupada com valores subjetivos e qualitativos, começando com as necessidades e desejos das pessoas que usariam o produto ou serviço, e buscaria desenvolver projetos que dariam satisfação e encantamento [...] começamos a pensar nomes possíveis para essa disciplina, até que chegamos ao “design de interação” (MOGGRIDGE, 2006, p.14, tradução minha)⁶³.

No design de interação interessa não apenas a interface gráfica, mas todo o relacionamento do homem com o objeto, levando em conta o entorno, o contexto de uso, uma vez que interação pressupõe uma ação, uma reação e um contexto, como afirmam Paraguai e Tramontano (2006):

[...] o design de sistemas interativos deixa de ater-se somente ao design de seus elementos, como as GUI (graphical user interfaces), para concentrar-se na relação entre usuários, entre usuários e seu ambiente – seja ele virtual, físico ou híbrido, tanto do ponto de vista tecnológico quanto comunicacional.

No projeto de mídia interativa, o objeto não é inerte, ele responde ao *input* dado. Passa a ser fundamental entender não somente como as pessoas utilizam os produtos, mas principalmente quais as características dos usuários, de maneira a antever ações e reações possíveis na interação com os sistemas. Nesse sentido é que o discurso de projeto centrado no usuário, embora não tenha surgido necessariamente nessa área de atuação no campo do design, ganha força nesse momento, especialmente para demarcar uma visão distinta da que orientava o trabalho dos profissionais de tecnologia envolvidos no desenvolvimento de sistemas computacionais. Se até então os usuários vinham se adaptando a sistemas muitas vezes projetados com pouca ou nenhuma preocupação com a facilidade de uso, a utilização de uma metodologia projetual centrada no usuário passa a valorizar as características dos sujeitos, focando, sobretudo, a experiência de uso.

Richard Buchanan acredita que esta maior atenção dada aos sujeitos denota uma ampliação do foco dos designers para além do produto. À conhecida preocupação com a forma e com a função, soma-se uma atenção especial à experiência de uso, ao contexto no qual os produtos serão utilizados:

O bom design para os meios digitais tem alguns pontos em comum com o “bom design” do passado, mas apresenta diferenças significativas que merecem maior atenção. Talvez a maior mudança no bom design, hoje, venha de uma mudança na postura dos designers [...]. O movimento histórico do “bom design” – e muito do pensamento no campo do design ao longo do século XX – nos deu uma visão externa dos produtos. O foco era a forma, a função, os materiais e as questões da produção industrial. Embora a relação estreita entre forma e função apontasse para

⁶³ I felt that there was an opportunity to create a new design discipline, dedicated to creating imaginative and attractive solutions in a virtual world, where one could design behaviors, animations, and sounds as well as shapes. This would be the equivalent of industrial design but in software rather than threedimensional objects. Like industrial design, the discipline would be concerned with subjective and qualitative values, would start from the needs and desires of the people who use a product or service, and strive to create designs that would give aesthetic pleasure as well as lasting satisfaction and enjoyment. [...]so we went on thinking of possible names until I eventually settled on “interaction design”.

o valor da performance do produto, o produto em si era julgado isoladamente, fora do seu contexto de uso. [...]

Neste ponto vemos uma diferença significativa do bom design de hoje em relação ao passado. Designers valorizam a performance, mas a postura dos designers está mais intimamente ligada à experiência de uso. Os designers de hoje exploram o produto por dentro, focando a performance como esta é entendida pelos usuários dos produtos. Por isso, muitos designers investigam a “experiência de uso” e utilizam conhecimentos das ciências sociais e de comportamento. Eles se preocupam não apenas com a forma e a função, mas com a forma e o conteúdo, uma vez que conteúdo é o que as pessoas procuram em meios digitais (BUCHANAN, 2000, tradução minha)⁶⁴.

Embora a preocupação com o contexto de uso e com as características dos usuários não tenha surgido com o design de interação, esse discurso passou a ser central para os designers envolvidos com projetos de mídia interativa. De fato, a importância dada à experiência de uso chega a ser tamanha que muitos designers começam a usar o termo **design da experiência de uso** (*user experience design*) para definir sua área de atuação.

Neste ponto convém perguntar: existe diferença entre design de interação e design da experiência? Os termos são utilizados indistintamente com sentido semelhante por muitos profissionais do mercado. A diferença parece existir mais na concepção que alguns têm do grau de abrangência de sua área de atuação, o que implica abraçar um ou outro termo, do que propriamente em características distintas. O design de interação ainda hoje relaciona-se principalmente ao projeto de interfaces computacionais, normalmente associadas a uma relação mais imediata do sujeito com uma interface específica. Já o design da experiência vem tentando se firmar em um âmbito mais estratégico, que se ocuparia de projetar não apenas uma interface específica, uma instância de um dado sistema, mas todo o ecossistema de um ambiente informacional, num nível mais abstrato, com múltiplas possibilidades de interação. Na prática, entretanto, ambas as denominações tratam do projeto de interfaces com sistemas digitais, seja num âmbito mais objetivo e concreto, seja num âmbito mais estratégico e abstrato.

⁶⁴ Good design for the digital medium shares some features of the “good design” movement of the past, but it also presents some strikingly different features that deserve close attention. Perhaps the greatest change in good design, today, comes from a change in the designer’s stance. [...] The historical “good design” movement—and much of design thinking throughout the 20th century—gave us an external perspective on products. The focus was on form, function, materials and the manner of industrial production. While the close connection of form and function pointed to the value of product performance, the product itself was judged in isolation from the immediate situation of use. [...]

This is where good design today departs significantly from the past. Designers place a premium on performance, but the designer’s stance is more intimately involved with human experience. Designers today explore products from the inside, focusing attention on performance as it is understood by the people who use products. For this reason, many designers explore “user experience” and employ insights from the social and behavioral sciences. They explore not only form and function, but also form and content, since content is what human beings seek in digital experiences. In short, designers explore what is useful, usable and desirable in products.

Dado o amadurecimento do campo no que se refere ao projeto de mídias interativas, a complexidade dos trabalhos atualmente requer a participação de diferentes profissionais com competências variadas, sendo possível mapear algumas subáreas ou especificidades, que em geral se referem a diferentes etapas do projeto. George Olsen (2002) acredita que estes profissionais podem ser relacionados a quatro disciplinas centrais:

- Arquitetura de informação, cujo foco é estruturar o conteúdo;
- Design de interação, cujo foco é estruturar o comportamento do sistema;
- Design da informação, cujo foco é a apresentação da informação, com especial preocupação com a clareza das informações;
- Design de interface, cujo foco é estruturar visualmente o comportamento do sistema.

Segundo o autor, a arquitetura de informação e o design de interação podem ser vistos como o “esqueleto escondido”, enquanto o design da informação e o design de interface seriam a “pele visível” dos projetos de mídia interativa. Além destas disciplinas centrais, estariam envolvidos ainda profissionais de design gráfico (um termo que o próprio Olsen acredita ser insuficiente para abranger as diversas formas de estímulos sensoriais utilizadas nos projetos atualmente, como vídeo e áudio, por exemplo), profissionais ligados à estratégia e conteúdo, e idealmente profissionais de usabilidade e da área de pesquisa de comportamento. Além destas áreas mais próximas, haveria ainda outras disciplinas periféricas, que poderiam ou não participar do projeto, e que em geral não se enquadram no campo do design.

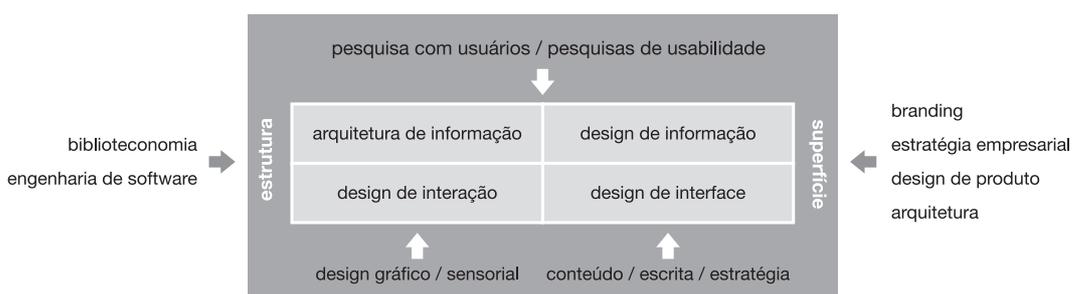


Figura 16: As diferentes competências e disciplinas envolvidas no design da experiência (a partir de Olsen, 2002)

Mais adiante Olsen indica o que seria o design da experiência neste contexto:

Essas disciplinas [...] estão entre as disciplinas-chave envolvidas com a “experiência de uso” – ou como quer que você queira chamar a experiência de alguém com o *front end* de um *software* ou *website* [...].

É uma diferença importante, uma vez que não projetamos parques temáticos, mas não se trata de uma diferença absoluta, já que nossas habilidades e pontos de vista

se confundem com áreas como o design gráfico e o design de produto (para mencionar apenas duas áreas). E alguns dos projetos mais interessantes atualmente envolvem a integração de experiências no meio digital e no meio físico. Mas as pessoas que estão discutindo “design da experiência” não são designers de produto e arquitetos, somos nós [profissionais de mídia interativa] [...].

Eu questionei, em outra oportunidade, a necessidade de um “designer da experiência”, alguém que tenha uma abordagem holística ao elaborar todos os aspectos da experiência que as pessoas terão ao interagir com o que projetamos. Mas esse é um papel mais amplo, semelhante ao de um diretor de criação na área do design gráfico (OLSEN, 2002, tradução minha)⁶⁵.

Segundo George Olsen (op. cit.), o design de interação teria uma preocupação específica com o comportamento do sistema, com as reações deste em função das ações dos usuários, enquanto que o design da experiência teria uma visão mais abrangente, preocupado não só com o comportamento do sistema (ou do objeto) em si, mas também com o entorno, o contexto de uso, as emoções e sentimentos que a experiência proporcionaria.

Na prática, apesar de se intitularem designers de interação ou designers da experiência ou qualquer outra denominação, a maioria dos designers atuantes no mercado ainda tem seu trabalho restrito ao projeto de *websites* e *software*, o que muitas vezes acaba por limitar sua percepção das possibilidades de atuação, tendo em vista a evolução dos sistemas que caminham para a pervasidade computacional.

Essa limitação, por sua vez, delimita os parâmetros projetuais correntes. Uma vez que a tela do computador (ou do telefone celular, ou da televisão interativa) mantém-se como principal referência da interface que faz a mediação entre o homem e o computador, os projetos parecem se basear em regras cada vez mais rígidas de usabilidade, repetindo continuamente padrões de interface

⁶⁵ Put together, I4 plus the four closely-related disciplines are among the key disciplines involved in “user experience”—whatever you want to call someone’s experience with the “front end” of a website or software [...]. It’s an important difference, since we don’t design theme park rides or airplane cockpits. It’s not an absolute difference, since our skills and viewpoints blur into print and industrial design (to name just two fields). And some of the most interesting work right now involves integrating experiences in digital space and physical space. But the people having discussions over “user experience” aren’t industrial designers, building architects or perfume designers. They’re us. I’ve argued elsewhere the need for a “user experience architect/designer” who takes a holistic approach to crafting all aspects of the experience people have when they interact with what we build. But that’s a larger role, similar to a creative director in graphic design, than that of I4.

que supostamente garantiriam uma experiência de uso mais eficiente⁶⁶. Desde orientações sobre posicionamento de elementos de interface (como, por exemplo, formulários de busca em *websites*, modelos de menus de navegação etc.) até a quantidade de passos necessários para se chegar a determinado conteúdo em um ambiente virtual, os profissionais de design de interação parecem cada vez mais voltados para micro questões no projeto de sistemas interativos. O computador, tal como o conhecemos hoje, ainda é um paradigma muito presente e as próprias limitações que apresenta atualmente têm feito com que muitos designers deixem de perceber o campo de possibilidades que se anuncia para o projeto de experiências mediadas por sistemas computadorizados, tendo em perspectiva a pervasividade computacional e os novos contextos de interação decorrentes da evolução tecnológica.

No meio acadêmico, em geral menos comprometido com a conjuntura do mercado e preocupado em pesquisar novos caminhos para os profissionais em formação, os cursos de graduação e pós-graduação em *interaction design* apresentam uma visão que vai além da *web*, como podemos perceber na apresentação de seus programas:

Aprendemos há algum tempo que mídias interativas não se referem a telas. Elas estão em toda parte: nos nossos bolsos, nos nossos pulsos, nas paredes de uma exibição, fundidas em outros dispositivos. A experiência que temos com essas mídias mudou também. Design de interação inclui websites e serviços de todo tipo, televisão, ambientes virtuais, instalações, jogos, CD e DVD, tecnologia educacional, ubiquidade computacional, sensores inteligentes e tecnologia móvel, arte interativa e performances digitais (LANSDOWN CENTER FOR ELECTRONIC ARTS, 2007, tradução minha).

Os limites entre hardware e software, dispositivo e interação, 2-d, 3-d, 4-d estão consideravelmente menos precisos, e ficarão ainda mais imprecisos [...]. Embora ainda venham a ser necessárias interfaces para computadores, reconhecemos o surgimento de dispositivos computacionais menores, móveis, e novos contextos de interação. Ubiquidade computacional, mobilidade e estilos de vida cambiantes, design de serviços, são novos tópicos a serem explorados (CARNEGIE MELLON SCHOOL OF DESIGN, 2007, tradução minha).

[...] À medida que a inserção de tecnologias eletrônicas e computacionais em nossas vidas torna-se cada vez mais pervasiva, aumenta a necessidade de produtos

⁶⁶ É interessante perceber que a própria noção de "eficiência" é muito questionável neste contexto. A produção na área de ergonomia – campo que tem se ocupado mais detidamente na análise da usabilidade de sistemas interativos – demonstra uma grande preocupação com critérios objetivos de otimização de sistemas interativos, geralmente através de modelos de testes voltado à execução de tarefas. Essa visão segue uma tradição que remonta aos primórdios da ergonomia, baseada num paradigma fordista de eficiência e eficácia, muitas vezes medidas pela redução de etapas para realização de tarefas, ou na repetição de padrões de interface semelhantes em produtos diversos. A preocupação normalmente é a otimização do tempo e redução de custos humanos decorrentes de processos repetitivos e alienantes na execução de tarefas. Apenas recentemente questões subjetivas relacionadas à noção de "satisfação" começaram a ser levadas em consideração, sem que no entanto tenha havido um avanço mais sistemático de técnicas e métodos para avaliar fatores dessa natureza. De qualquer forma, aspectos psicológicos e cognitivos começam a entrar na pauta das pesquisas em ergonomia ligadas ao projeto de sistemas interativos.

e sistemas que sejam agradáveis, assim como úteis. Essa preocupação orientou o desenvolvimento inicial deste departamento, e continuamos com foco nas possibilidades expressivas e comunicativas das tecnologias digitais. Ao mesmo tempo, no entanto, estamos ampliando nossos horizontes, e começando a aplicar nossos métodos e estratégias a uma gama maior de assuntos. Por exemplo, estamos animados com o potencial do design na área de biotecnologia e nanotecnologia, que agora estão saindo dos laboratórios de pesquisa e entrando na vida cotidiana. Nós também pretendemos projetar interações de diversos tipos – entre pessoas e futuros possíveis, e entre o design e outros campos da arte e ciência. (ROYAL COLLEGE OF ART - Design Interactions Department, 2007, tradução minha)

Como se vê, o design de interação possui uma diversidade de aplicações potenciais. As possibilidades de projeto em um cenário de ubiqüidade e pervasividade computacionais estão na pauta dos cursos de design especializados neste campo de atuação, a despeito do mercado de trabalho atualmente limitar-se normalmente ao desenvolvimento de *websites* e *software*.

Parece haver consenso na noção de que design de interação está diretamente relacionado com mídias interativas, com os meios digitais. Quando se fala em design da experiência, no entanto, é possível ampliar o universo de atuação para o mundo físico, não se limitando aos sistemas computacionais, como afirma Shedroff (2001):

Design da experiência como uma disciplina é algo tão novo que sua própria definição está em fluxo. Muitos o vêem apenas como um campo para mídias digitais, enquanto outros têm uma visão mais abrangente, que combina disciplinas diversas como teatro, design gráfico, narrativa, design de exposições, design de parques temáticos, design de jogos, design de interiores, arquitetura e muito mais (SHEDROFF, 2001, tradução minha)⁶⁷.

Para este autor, o design da experiência não se resume aos meios digitais, necessitando uma abordagem que leve em conta as três dimensões, o estímulo aos cinco sentidos, o uso ao longo do tempo, assim como valores emocionais e sociais dos usuários. O design da experiência efetivamente não se reduz à web “ou qualquer mídia interativa ou conteúdo digital. As experiências projetadas podem se referir a qualquer meio, incluindo o espaço ou ambiente, produtos impressos, serviços, performances ao vivo e eventos etc.” (SHEDROFF, 2007, tradução minha)⁶⁸.

⁶⁷ Experience Design as a discipline is also so new that its very definition is in flux. Many see it only as a field for digital media, while others view it in broad-brush terms that encompass traditional, established, and other such diverse disciplines as theater, graphic design, storytelling, exhibit design, theme-park design, online design, game design, interior design, architecture, and so forth.

⁶⁸ Experience Design is not merely the design of Web pages or other interactive media or on-screen digital content. Designed experiences can be in any medium, including spatial/environmental installations, print products, hard products, services, broadcast images and sounds, live performances and events, digital and online media, etc.

Muitos percebem que essa especialidade vai além do projeto de sistemas computadorizados, incluindo qualquer projeto cujo foco seja a experiência apreendida durante o uso de algum produto, e não exatamente o produto em si (JACOBSON, 2000; SHEDROFF, 1994, 2001, 2002, 2007; GREENFIELD, 2006; DESMET; HEKKERT, 2007). Os exemplos mais recorrentes são os parques temáticos, instalações e exposições. Nestes espaços, objetos distintos podem ser projetados por profissionais de design com diversas especialidades (design gráfico, design de produto etc.), mas há um projeto maior que abrange toda a experiência de uso do espaço.

No design da experiência considera-se a forma, o conteúdo e o contexto da comunicação ocorrendo ao longo do tempo (FORM..., 2000), a evolução da interação passa a ser uma entidade a ser considerada no projeto. Se antes o trabalho dos designers se encerrava com a fabricação dos objetos que projetavam, quando o foco passa a ser o projeto de uma experiência, planeja-se um processo cujos limites nem sempre são fáceis de perceber, o que implica dizer que nem sempre há um marco que delimite o fim do projeto, podendo este ser constantemente revisto, atualizado. Uma vez que a experiência proporcionada é o que interessa, diferentes atualizações⁶⁹ dos dispositivos que promovem esta experiência podem ser necessárias ao longo do tempo.

Além disso, é importante perceber que atualmente os produtos em geral fazem parte de uma rede complexa, e que a experiência é concretizada através de diferentes instâncias e interações, algo que os profissionais de *branding* têm se ocupado já há algum tempo – a consistência do discurso entre os diversos pontos de contato com os usuários. Nesse sentido, é importante pensar cada vez mais em serviços, mais do que em produtos, como destaca Saffer (2006):

Estamos em uma época em que a maioria dos produtos não é independente. Eles fazem parte de um serviço mais amplo. Meu telefone celular tem um pacote de serviços associado. Minha televisão tem um serviço de cabo e TiVo associado a ele [...]. O ponto é que os produtos têm que ser vistos como parte de um contexto mais amplo: um serviço. Designers devem prestar atenção ao ambiente, aos processos em torno do produto, e a um novo tipo de usuário: o funcionário que presta o serviço. Os serviços não são apenas relativos ao usuário final: os prestadores de serviço e clientes são co-autores. Serviços são a nova fronteira para o design de interação (SAFFER, 2006, tradução minha)⁷⁰.

⁶⁹ Aqui utilizamos a noção de atualização conforme proposta por Lévy (1996).

⁷⁰ We are coming to a time, if we aren't already there, when most products aren't stand-alone. They are part of a broader service. My mobile phone has a service plan. My television has a cable service and TiVo hooked up to it. [...]The point is that most products have to be viewed as part of a broader context: a service. Designers have to pay attention to the environment, the processes around the product, and a new set of users: the employees providing the service. Services aren't only about end-users: they are co-created by service providers (employees) and customers. Services are the new frontier of interaction design.

Esta visão é cada vez mais comum, e parece transcender efetivamente supostas especialidades que delimitam áreas de atuação distintas no campo do design. Seja qual for a nomenclatura utilizada (design de experiências ou design de serviços), o fato é que ambos os termos se referem ao mesmo fenômeno, isto é, a construção de experiências não só pela interação de um indivíduo com um produto, mas com todo o sistema que acompanha este produto, incluindo empresas, organizações e mesmo outros indivíduos.

É curioso perceber como esse discurso valorizando a relação com um serviço, e não mais com um produto, ganha força especialmente no ambiente digital. Isso se dá não só pela imaterialidade deste ambiente – o mundo dos *bits*, em oposição ao mundo dos átomos (NEGROPONTE, 1995) – mas pela própria natureza de constante renovação típica da indústria de informática. Em alguns casos, pode-se mesmo falar em objetos que evoluem ao longo do tempo – como no caso de televisores mais recentes que permitem que o *software* interno que controla seu funcionamento possa sofrer atualizações via Internet, sem necessidade de intervenção humana.

A partir da junção dos *bits* com os átomos, torna-se difícil perceber os limites entre o que é o produto e o que é o serviço. Nossa relação começa a se dar mais com o serviço que o produto proporciona do que com o produto em si. Os artefatos que utilizamos, especialmente aqueles que comportam sistemas computacionais, passam a ser recortes momentâneos de projetos em constante evolução. Bruce Sterling chega a criar uma nomenclatura específica para estes objetos, que são incrementados pela tecnologia computacional, e permitem atualizações e incorporações de funções diversas. O autor denomina esse tipo de produto como **Gizmo**:

Um Gizmo, ao contrário de uma máquina ou um produto, não é eficiente. Um Gizmo tem diversas funcionalidades bizarras, barrocas e mesmo loucas. Este aparelho Treo que estou carregando é um Gizmo clássico: é um telefone celular, um web browser, uma plataforma SMS, uma plataforma MMS, uma péssima câmera fotográfica, uma máquina de escrever abissal, mais um bloco de notas, um caderno de rascunhos, um calendário, um diário, um relógio, um aparelho de som, e um sistema com o seu próprio tutorial que ninguém lê. Além disso, eu posso conectar novos acessórios mais complicados ainda, se eu souber como. Não é uma máquina ou um produto, porque não é algo isolado, finalizado. É uma plataforma, um parque de diversões para outros desenvolvedores. (STERLING, 2004, tradução minha)⁷¹.

⁷¹ A Gizmo, unlike a Machine or a Product, is not efficient. A Gizmo has bizarre, baroque, and even crazy amounts of functionality. This Treo that I'm carrying here, this is a classic Gizmo: It's a cell-phone, a web browser, an SMS platform, an MMS platform, a really bad camera, and an abysmal typewriter, plus a notepad, a sketchpad, a calendar, a diary, a clock, a music player, and an education system with its own onboard tutorial that nobody ever reads. Plus I can plug extra, even more complicated stuff into it, if I take a notion. It's not a Machine or a Product, because it's not a standard device. It is a platform, a playground for other developers.

Os Gizmos, como denominados por Sterling, são provavelmente os exemplos mais evidentes da transição entre o período no qual nos relacionávamos com artefatos isolados e o momento presente, no qual os produtos são peças constituintes de um serviço, parte de uma experiência que é construída em um processo evolutivo constante. É importante destacar, mais uma vez, que este processo não se restringe ao ambiente digital – mas sem dúvida é mais facilmente percebido quando os produtos têm uma interface com o mundo dos *bits*.

Um exemplo desta mudança de foco entre produtos e serviços, entre o projeto de artefatos e o projeto de experiências, pode ser percebido no ato de ouvir música, e nos diversos suportes necessários para sua armazenagem e reprodução. Durante muito tempo convivemos com os discos de vinil e com fitas cassete, produtos que armazenavam informação musical. A reprodução desta informação ficava a cargo de outros produtos, os toca-discos e toca-fitas. Posteriormente, vieram os *Compact Discs* (CDs), e com eles, novos aparelhos para permitir a reprodução das músicas que continham. Mais recentemente, os CDs foram substituídos por algo que praticamente deixa de ter materialidade: os arquivos em formato mp3, que podem ser reproduzidos e armazenados em aparelhos diversos, com diferentes formatos e tamanhos. Se na época dos discos e fitas precisávamos de espaço para armazenar estes objetos, atualmente podemos guardar uma quantidade quase ilimitada de arquivos em formato mp3 em nossos computadores, ou ainda em objetos que literalmente cabem em nossos bolsos.

É curioso perceber que já não é mais necessário sequer possuir mídias de armazenamento. Afinal, o que interessa, em última instância, é ouvir música – o que importa é o serviço, e não o produto. Todos esses meios, até então, serviam ao mesmo fim: possibilitar que ouvíssemos a música que quiséssemos, no momento em que desejássemos. A partir do momento em que existem serviços de armazenamento de dados digitais, e que existem aparelhos que permitem acessá-los remotamente, torna-se desnecessário ter qualquer mídia localmente. Não é mais preciso ter discos, LPs, cassetes, CDs, *pen-drives* ou computadores *desktop* para que se possa ouvir música. Basta ter um serviço que permita o armazenamento e o acesso remoto aos dados, através de qualquer aparelho que possa reproduzir as músicas acessadas.

Um exemplo disto é o Lala⁷², um serviço de música *online*. Com 10 centavos de dólar, é possível adicionar uma música do catálogo do Lala à sua biblioteca particular. Estas músicas ficam a sua disposição, para serem acessadas por qual-

⁷² <http://www.lala.com/>

quer meio que tenha conexão à Internet e permita reprodução de arquivos digitais em formato mp3, como por exemplo o telefone celular iPhone. Dessa forma, não só é possível ouvir música em qualquer lugar, a qualquer momento, mas também ocorre uma economia na produção de diversos itens, anteriormente necessários para que cada pessoa pudesse ter música a sua disposição. A possibilidade de fornecer o mesmo arquivo para diferentes usuários simultaneamente, em locais diversos e através de uma miríade de aparelhos, torna o serviço mais sustentável do que os modelos anteriores, em que cada pessoa deveria ter uma mídia e um aparelho distinto para cada local onde quisesse ouvir música. Com a redução de produtos, o foco passa a ser no projeto da experiência ou do serviço.

John Thackara também chama atenção para essa mudança, ao fato de que nossa relação é cada vez mais intensa com serviços ao invés de produtos, e de como isso se dá em diversos planos:

Mudanças estruturais em sistemas inteiros, na maneira como os mercados são organizados, na maneira como nossa infra-estrutura de transportes é organizada e usada, e na maneira como vivemos e trabalhamos, são as mudanças mais difíceis de se atingir. Mas mudanças desse tipo já estão acontecendo. A mudança para uma economia baseada em serviços é uma das características mais importantes dessa transição. Pense no seu telefone celular. Você pode ter pago cinquenta dólares pelo aparelho – ou até pode tê-lo conseguido de graça. De qualquer forma, você provavelmente pagou centenas de dólares em chamadas e serviços **a cada ano** – e esses, para todos os fins, são imateriais no sentido que você não precisa comprar ou usar um novo aparelho cada vez que fizer uma ligação. Muitos de nós já alugaram, ao invés de comprar, um aparelho como parte de um contrato de serviço – um carro, um refrigerador, um secretária eletrônica, uma fotocopadora. Fazendo isso, nós compramos performance – mover, refrigerar, gravar mensagens ou copiar – ao invés do produto em si. As empresas hoje estão descobrindo que ao passarem a vender não mais simplesmente o produto, mas a melhor performance possível de um produto, passam a obter retorno financeiro significativo através de, entre outras coisas, aumento de recursos. A tendência é prover plataformas que propiciam serviços, ao invés de produtos isolados. (THACKARA, 2005, p.18, grifo do autor, tradução minha)⁷³.

Essa mudança de foco tem feito com que o design passe a se preocupar não mais apenas com um objeto, mas com todas as instâncias que acompanham a relação de um usuário com este objeto. Seja chamada design de experiência ou

⁷³ Structural changes to whole systems, in the way markets are organized, in the way our transport infrastructures are organized and used, and in the way we work and live, are the hardest changes to effect. But just such changes in these areas are already under way. The shift to a service-based economy is one of the most important features of this transition. Think of your mobile phone. You may have paid fifty dollars for the handset – or maybe you got it free. Either way, you probably pay hundreds of dollars for calls and services *each year* – and those, to all intents and purposes, are immaterial in the sense that you do not need to purchase or use a new device each time you make a phone call. Many of us already lease, rather than purchase, a device as part of a service contract – a car, a refrigerator, an answering machine, a photocopier. In so doing, we purchase performance – moving, cooling, message taking, or copying – rather than the product itself. Companies are finding today, that by switching from simply selling the optimal performance of a product they obtain significant financial rewards through, among other things, increasing resource productivity. The trend is to supply enabling platforms rather than stand-alone devices.

design de serviços, esta é uma tendência que não se restringe a uma especialidade ou uma disciplina específica do design, mas perpassa todo o campo.

Em sua palestra durante a conferência *Emergence 2007: exploring the boundaries of service design*, Richard Buchanan estabelece zonas limítrofes que ajudariam a definir o design de serviços. Uma delas seria a visualização de informação, ou "a velha disciplina de design gráfico", mas com um sentido que vai além da mera programação visual, indo na direção de algo novo, que se relaciona com as discussões que a apresentação de informações visuais proporcionaria para sua audiência. Essas discussões possibilitariam o fortalecimento de laços entre os membros da audiência, favorecendo um sentimento de comunidade, através de um diálogo-ação. Neste sentido, o autor entende o design gráfico como um serviço de visualização que desemboca em uma ação.

Outra zona limítrofe identificada por Buchanan se relaciona com o design de produto, ou desenho industrial. Segundo o autor, os artefatos começam a ter contextos e conseqüências. Os produtos agora seriam vistos como peças que estabelecem relações entre as pessoas. Embora destaque que esta visão não é especialmente nova para os designers de produto, Buchanan acredita que há uma mudança no foco, de maneira a buscar perceber o papel do produto na construção de experiências, e como meio de promover a proximidade entre os indivíduos.

Uma terceira zona limítrofe seria relacionada ao projeto de sistemas mais complexos, que não se limitariam a produtos ou peças de comunicação específicas, abrangendo ambientes e organizações:

Design gráfico. Design de produto. As grandes disciplinas do início do século XX. No final do século XX e agora, no início do século XXI: Interações, em particular interações humanas com ambientes, organizações, sistemas. Essa terceira zona limítrofe está se movendo para essas questões de sistemas. Como fazemos a interface ou conexão entre o design de um serviço que é muito personalizado com o design de um sistema ou ambiente que permite múltiplas interações? (BUCHANAN, 2007, tradução minha)⁷⁴.

Buchanan acredita que o design de serviços acompanha na verdade uma tendência maior, que se refere ao design como um todo, e que se preocupa cada vez mais com retórica e com dialética, no sentido de tentar envolver as pessoas, em criar estratégias para que as pessoas passem a ser mais ativas e participantes:

O aspecto central do que estamos chamando de design de serviços, e toda essa área de experiência, interação, relações e ações humanas; tudo isto tem a ver

⁷⁴ Graphic Design. Industrial Design. Great design disciplines of the early part of the 20th century. The latter part of the 20th century and now in the 21st century: Interactions, in particular human interactions and environments, organizations, systems. That third boundary zone is moving into those systems issues. How do we interface or connect the design of a service which is very personalized with the design of a system or environment that allows many many interactions?

com fazer as pessoas mais ativas. Não mais passivas em sua comunidade. Não mais passivas em suas vidas. Dar a elas alguma maneira de serem capazes de agir. Que se tornem ativas, não passivas. (BUCHANAN, 2007, tradução minha)⁷⁵.

Esta é uma característica importante, que não só retoma como posiciona em outro patamar a noção de que o design refere-se a criação de objetos, serviços, experiências que possibilitem que indivíduos realizem ações. Em todas as definições apresentadas por Buchanan, está implícita a idéia de que o design de serviços/de experiências/de interação levam ao engajamento, ao envolvimento, mais do que à mera ação. Esse engajamento parece advir da própria interação entre os indivíduos, e em última instância, da possibilidade de relação e comunicação instaurada.

A construção dessas relações, a instauração de experiências que permitam a comunicação e a interação entre os indivíduos, não é uma preocupação exclusiva do design de interação, uma vez que este parece ser um objetivo comum a diversas áreas do design. No design de sistemas interativos, no entanto, isto merece atenção especial em função da complexidade implícita nos contextos nos quais ocorrem as interações, especialmente ao pensarmos a pervasividade computacional e a multiplicidade de dispositivos de mediação sendo utilizados para este fim, conforme destacam Paraguai e Tramontano:

Parece claro que a proposta desses sistemas interativos, diante da maneira intrínseca que se incorporam ao espaço físico e às atividades do usuário, é promover e potencializar a ação, expressão, comunicação, e assim, não basta estudá-los como produto. Estes sistemas híbridos requerem, então, não apenas novas apropriações técnicas por parte dos usuários, mas principalmente sociais e culturais diante da emergência de novos signos e linguagens. (PARAGUAI e TRAMONTANO, 2006)

Não por acaso o design tem buscado aproximação teórica e prática com disciplinas como psicologia, sociologia, antropologia entre outras. Conceitos como “significado”, “emoção”, “sentido”, “desejo” fazem parte do repertório de interesses do design de maneira fundamental (DESMET e HEKKERT, 2007; PARAGUAI e TRAMONTANO, 2006; BUCHANAN, 2000; SHEDROFF, 1994, 2001, 2002, 2007).

Embora a comunicação seja um objetivo comum a diversas áreas, o design de interação apresenta questões particulares ao pensar contextos nos quais diversos usuários estão envolvidos ao mesmo tempo, demandando respostas específicas para as ações de cada indivíduo. Trata-se de uma perspectiva distinta de outras áreas do design as quais, embora tratem da comunicação, em geral não demandam o planejamento de respostas distintas a múltiplos usuários simultaneamente. Manter

⁷⁵ The central feature of what we're calling service design (and that I might use another broader term for). But this whole area of human action and experience, interplay, interaction, relationships. All of this is about making people more active. No longer passive in their communities. No longer passive in their lives. To give them in some way the capability of acting. To become agents, and not passive.

a consistência e a fidelidade à experiência originalmente planejada em um contexto tão diverso parece ser o maior desafio deste campo de atuação.

* * *

Neste capítulo apresentamos um panorama das principais características associadas ao design de mídia interativa ao longo das últimas décadas. Em resumo, as questões que marcam o desenvolvimento deste campo de atuação são as seguintes:

- Suas origens remontam ao design de interfaces gráficas, com o surgimento dos sistemas computacionais dotados de GUI (*graphical user interfaces*);
- A disseminação da computação favoreceu o amadurecimento de uma disciplina focada no design de mídias interativas, dentro da qual existem atualmente diversas especialidades relativas a diferentes etapas do projeto de sistemas computacionais;
- Embora o mercado ainda limite a atuação dos profissionais em projetos para web e projetos de *software*, já se percebe que o design da experiência não se restringe necessariamente ao meio digital;
- No design da experiência leva-se em conta não só as características dos objetos criados, mas as características dos usuários, o contexto de uso dos sistemas, as ações e reações possíveis, valorizando a experiência de uso e a interação ao longo do tempo;
- O design da experiência pode conjugar diversas especialidades do design (design de interiores, design gráfico, design de produto etc.);
- O foco do campo do design como um todo torna-se mais abrangente, cada vez mais preocupado com serviços, e não apenas com o produto;
- O design da experiência dialoga com disciplinas que estudam o comportamento humano, como antropologia, sociologia e psicologia.
- A comunicação torna-se o objetivo maior no design da experiência. Em função da pervasividade computacional, entende-se que o processo de comunicação pode ocorrer em ambientes com usuários simultâneos, apresentando respostas variadas a estímulos diversos;

Esta é uma área cuja importância tende a crescer no futuro próximo com a intensificação da pervasividade e ubiquidade computacionais, da presença ao mesmo tempo constante e cada vez mais discreta que as tecnologias computacionais terão em nossas vidas. Curiosamente, ao mesmo tempo em que a tecnologia caminha para a transparência das interfaces e a tela do computador passa a não ser mais o limite, o design deixa de ater-se às questões da superfície no

que se refere à interação mediada por computadores, preocupando-se com a comunicação no seu sentido mais profundo.

4 Tecnologia sem estresse (*calm technology*)

Não é de hoje que se fala em "sobrecarga de informação" (HEMP, 2009, 2008). Wurman (1991) já alertava que a proliferação de sistemas de informação⁷⁶ poderia causar um sentimento de ansiedade, especialmente em se tratando de um sistema mal projetado. No entanto, por mais eficientes e agradáveis de usar que sejam os sistemas de informação, há uma limitação natural da nossa capacidade de processar e absorver estímulos. A tendência contemporânea é que tenhamos um aumento cada vez mais acelerado de fontes de informação, tornando essa questão mais complexa.

Não se trata apenas do aumento do número de informações; para muitas pessoas parece haver uma necessidade inconsciente de manter-se atualizado constantemente, a despeito de ser praticamente impossível absorver tamanho volume de dados diariamente. Para alguns, o uso prolongado de diversos aparelhos (telefones celulares, computadores, *laptops*, *tablets*) simultaneamente, com acesso a programas de email, *instant messenger*, mensagens de texto etc., é uma prática cada vez mais comum nos dias de hoje. No entanto, há indícios de que pessoas que costumam utilizar múltiplos sistemas de informação simultâneos por períodos prolongados têm sua concentração prejudicada. Esses hábitos podem afetar sua memória e diminuir a capacidade de seleção de informações úteis em meio a tanto ruído, aumentando a sensação de estresse (HEMP, 2009; RICHTEL, 2010). O desejo de atualização ininterrupta pode de fato prejudicar o bem-estar dos indivíduos.

As sensações de sobrecarga e ansiedade por exposição demasiada a quantidades cada vez maiores de informação são potencializadas ainda mais com a computação pervasiva, dada a variedade de dispositivos computacionais nos bombardeando com informações. Não por acaso, ao iniciar o programa de computação ubíqua, Mark Weiser já buscava alternativas para a questão aparentemente paradoxal de ampliar as possibilidades de acesso às informações do

⁷⁶ Sistema de informação refere-se "ao conjunto de pessoas, procedimentos e equipamento projetado, construído, operado e mantido com a finalidade de coletar, registrar, processar, armazenar, recuperar e exibir informação, podendo assim servir-se de diferentes tecnologias" (HOUAISS e VILLAR, 2001). Aqui interessa especialmente o uso da tecnologia computacional para a coleta, registro, processamento e exibição de informações.

ambiente virtual e ao mesmo tempo diminuir o nível de atenção necessário e o estresse que esse acesso constante poderia promover. Weiser sugeria que o problema não se restringia ao aumento de informações disponíveis, uma vez que o ser humano lida naturalmente com uma série de estímulos simultaneamente sem que isso implique necessariamente em estresse. O problema seria como fazer com que o acesso às informações ocorresse de forma natural, sem desgaste:

A ubiqüidade computacional irá ajudar a superar o problema de sobrecarga de informação. Há mais informações disponíveis ao nosso alcance durante um passeio na floresta do que em qualquer sistema computadorizado, ainda assim as pessoas acham uma caminhada entre as árvores relaxante e acham computadores frustrantes. Máquinas que se ajustam ao ambiente humano, em vez de forçar os humanos a entrar em um ambiente computadorizado, farão com que usar computadores seja tão revigorante quanto dar um passeio no bosque (WEISER, 1991, tradução minha)⁷⁷

A comparação entre o uso de computadores e uma caminhada no bosque pode não parecer muito adequada, especialmente considerando o contexto em que Weiser fez essa observação. No início dos anos 90 os computadores pessoais ainda não tinham alcançado a popularidade dos dias atuais. Enquanto um passeio na floresta poderia ser facilmente associado a uma atividade de lazer, os computadores em geral implicavam um ambiente de trabalho, ligados a situações que normalmente exigem concentração. Entretanto, a popularização dos computadores e especialmente sua utilização cada vez mais intensa como meio de comunicação, para atividades de socialização e lazer, podem aproximar esses contextos. Dessa forma, embora inicialmente a comparação feita por Weiser pudesse soar estranha, atualmente ela é apropriada. A utilização de computadores pode ser vista numa perspectiva de prazer e relaxamento, que não deveria demandar mais esforço cognitivo do que uma caminhada pela floresta.

Essa idéia é central para compreender a motivação por trás das pesquisas em ubiqüidade computacional. Se por um lado espera-se dotar objetos corriqueiros com dispositivos computadorizados que possam processar informações e se comunicar com outros sistemas, por outro procura-se evitar a sobrecarga informacional. Isto não quer dizer, no entanto, que a computação ubíqua deva trabalhar necessariamente de forma oculta, a nossa revelia. Trata-se fundamentalmente de possibilitar o deslocamento do nosso foco de atenção; tornar o acesso

⁷⁷ (...) ubiquitous computers will help overcome the problem of information overload. There is more information available at our fingertips during a walk in the woods than in any computer system, yet people find a walk among trees relaxing and computers frustrating. Machines that fit the human environment, instead of forcing humans to enter theirs, will make using a computer as refreshing as taking a walk in the woods.

à informação algo natural, integrado ao nosso ambiente de maneira intuitiva, sem demandar maior esforço para sua utilização.

Weiser e Brown (1996) acreditavam que a computação ubíqua deveria focar-se na "calma", isto é, o uso cada vez mais intenso de sistemas computacionais não deveria gerar estresse. Ao contrário, os computadores deveriam tornar-se cada vez mais discretos, permitindo que fossem usados de maneira intuitiva:

A mudança potencialmente mais interessante, desafiadora e profunda decorrente da computação ubíqua é um foco em *calma*. Se os computadores estão por toda parte é melhor que fiquem fora do caminho, e isso significa projetá-los para que as pessoas (...) permaneçam serenas e em controle. Calma é um novo desafio que a ubiquidade computacional traz à computação. Quando os computadores são usados atrás de portas fechadas por peritos, a calma é relevante apenas para alguns. Computadores para uso pessoal têm-se centrado na excitação da interação. Mas quando os computadores estão por toda parte, de modo que queremos usá-los enquanto fazemos outras coisas e ter mais tempo para sermos mais plenamente humanos, precisamos repensar radicalmente os objetivos, o contexto e a tecnologia computacional e todas as tecnologias que aglomeram-se em nossas vidas. Calma é um desafio fundamental para todos os projetos tecnológicos dos próximos cinquenta anos. (WEISER e BROWN, 1996, grifo dos autores, tradução minha).⁷⁸

Weiser e Brown frisavam que os sistemas deveriam permitir o deslocamento do nosso foco de atenção. O computador pessoal, na sua configuração mais comumente conhecida, o *desktop computer*, normalmente requer nossa atenção para sua utilização. Somos capazes de realizar tarefas complexas como dirigir um carro em meio ao trânsito de uma megalópole enquanto conversamos com outros passageiros e ouvimos música ao mesmo tempo, mas quando utilizamos computadores dificilmente realizamos outra tarefa paralelamente.

É justamente a possibilidade de deslocar o foco de atenção durante a utilização de sistemas computadorizados a questão principal defendida pelos criadores da computação ubíqua; Weiser e Brown acreditavam que os sistemas computacionais deveriam trabalhar simultaneamente com o centro e a periferia de nossa atenção, favorecendo uma sensação de calma e conforto:

Mas algumas tecnologias levam à verdadeira calma e conforto. Não existe menos tecnologia envolvida em um par de sapatos confortáveis, em uma caneta, ou no serviço de entregas do *New York Times* em uma manhã de domingo, do que em um computador pessoal. Por que é que muitas vezes um é irritante, e os outros freqüentemente relaxantes? Acreditamos que a diferença está em como cativam a nossa atenção. *Calm Technology* envolve tanto o centro como a periferia de nossa

⁷⁸ The most potentially interesting, challenging, and profound change implied by the ubiquitous computing era is a focus on *calm*. If computers are everywhere they better stay out of the way, and that means designing them so that the people (...) remain serene and in control. Calmness is a new challenge that UC brings to computing. When computers are used behind closed doors by experts, calmness is relevant to only a few. Computers for personal use have focused on the excitement of interaction. But when computers are all around, so that we want to compute while doing something else and have more time to be more fully human, we must radically rethink the goals, context and technology of the computer and all the other technology crowding into our lives. Calmness is a fundamental challenge for all technological design of the next fifty years.

atenção, e de fato movimenta-se entre ambos. (WEISER e BROWN, 1996, tradução minha)⁷⁹.

A periferia, segundo Weiser e Brown, refere-se àquilo que é percebido sem necessitar de atenção explícita. Os autores dão como exemplo o barulho do motor de um carro: quando dirigimos, normalmente não prestamos atenção ao barulho do motor. Não é que não possamos ouvir o som produzido pelo motor, simplesmente não prestamos atenção a ele. Entretanto, se ele produzir algum ruído fora do comum, é provável que seja percebido rapidamente. O barulho do motor, neste caso, estava na periferia de nossa atenção mas passou para o centro quando houve uma mudança no padrão habitual.

A idéia geral da relação centro-periferia de nossa atenção é relativamente fácil de compreender. Mas, como se dá, efetivamente, essa mudança de foco? O que é atenção? Quais as características que fazem com que algo capte a nossa atenção, enquanto outros estímulos permanecem na periferia perceptiva? A morte prematura de Weiser, em 1999, deixou uma lacuna no que se refere às pesquisas sobre *calm technology*. Muitas perguntas como essas, que possivelmente seriam investigadas com a continuidade de seu trabalho, ficaram sem resposta. Isso não impediu que o conceito geral de sua proposta inicial tenha sido adotado em pesquisas posteriores no campo da interação homem-computador (IHC). No entanto, até onde pode-se perceber, os estudos de IHC que fazem referência à *calm technology* não chegam a aprofundar a discussão sobre o que é atenção, quais as características e comportamento da periferia de nossa percepção. O entendimento dessas questões é fundamental para que se possa projetar sistemas de informação na perspectiva da *calm technology*.

Tendo isso em perspectiva, a seguir discute-se o funcionamento dos mecanismos atencionais, buscando identificar os fatores que influenciam nossa atenção, de maneira a facilitar o projeto de sistemas de informação que atuem na periferia perceptiva.

4.1 O que é atenção?

Os meios pelos quais se processa a atenção ainda são controversos. A psicologia é o campo do conhecimento que tem se ocupado mais sistemática-

⁷⁹ But some technology does lead to true calm and comfort. There is no less technology involved in a comfortable pair of shoes, in a fine writing pen, or in delivering the New York Times on a Sunday morning, than in a home PC. Why is one often enraging, the others frequently encalming? We believe the difference is in how they engage our attention. Calm technology engages both the center and the periphery of our attention, and in fact moves back and forth between the two.

mente em compreender os mecanismos atencionais dos seres humanos. Há diferentes abordagens para a investigação do funcionamento da atenção, especialmente no que se refere à seleção de estímulos advindos do ambiente, às etapas envolvidas no processamento das informações captadas, e às estruturas do cérebro responsáveis pelos mecanismos atencionais. De maneira geral, no entanto, pode-se perceber alguns pontos de acordo entre as pesquisas que tratam deste tema.

Uma referência recorrente – e possivelmente uma das mais antigas a apresentar uma definição sobre atenção – é o trabalho de William James (1890). Embora não trate em detalhe dos processos internos do cérebro humano no que se refere aos mecanismos atencionais, a obra de James tem o mérito de discutir o assunto, mesmo que em um âmbito mais abrangente. James é um dos primeiros a afirmar que a atenção pressupõe um processo de seleção entre diferentes estímulos:

Qualquer um sabe o que é atenção. É a apropriação, pela mente, de forma clara e vívida, de um dentre diversos objetos ou linhas de pensamentos simultâneos possíveis. Foco, concentração da consciência são a sua essência. Atenção implica abster-se de algumas coisas para lidar efetivamente com outras. (JAMES, 1890, pp.403-404, tradução minha)⁸⁰

A definição de James, embora aparentemente próxima ao senso comum, elenca pontos importantes para qualquer discussão sobre o que é atenção: nossa capacidade limitada de processamento simultâneo com mesmo nível de eficiência e a decorrente seleção que fazemos de diferentes estímulos. De fato, a idéia de que estar atento a algo implica selecionar um dentre diversos estímulos não parece ser controversa. No entanto, a definição pioneira de James não é suficiente para a compreensão dos mecanismos internos responsáveis pela atenção, como destaca Isabel Arend:

Essa descrição intuitiva de alguns fenômenos que podemos relacionar com a atenção pode nos ajudar a buscar elementos comportamentais, da vida cotidiana, que podem refletir certos mecanismos de seleção responsáveis por certos tipos de conduta. Essa idéia é bastante próxima à enunciada anteriormente por William James, de que todos sabemos o que é atenção. No entanto, o fato de algumas experiências cotidianas refletirem o que poderia ser uma definição de atenção, não significa que se esteja próximo de chegar a uma definição para a ampla gama de fenômenos que se pode atribuir a ela. (AREND, 2005, tradução minha)⁸¹

⁸⁰ Every one knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalization, concentration of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others. (JAMES, 1890, pp.403-404)

⁸¹ Esta descripción intuitiva de algunos fenómenos que podemos relacionar con la atención nos puede ayudar a buscar elementos conductuales, de la vida cotidiana, que pueden estar reflejando ciertos mecanismos de selección responsables de aciertos tipos de conducta. Esta idea está bastante cerca de la previamente enunciada por William James de que todos sabemos lo que es la atención. Sin embargo, el hecho de que algunas experiencias cotidianas estuviesen reflejando lo que podría ser una definición de atención, no implica que se esté cerca de alcanzar una definición para la amplia gama de fenómenos que a ella se pueden atribuir.

As pesquisas sobre atenção indicam que o nosso cérebro, de alguma forma, elege determinadas informações para efetuar um processamento mais aprofundado, enquanto outras permanecem em segundo plano. Isso se daria pela nossa incapacidade de trabalhar com o mesmo nível de detalhe todas as informações recebidas do meio ambiente, ou ainda, advindas de processos cognitivos internos. De fato, a atenção envolve a articulação de diversos processos cognitivos, conscientes ou não, incluindo as sensações e a memória.

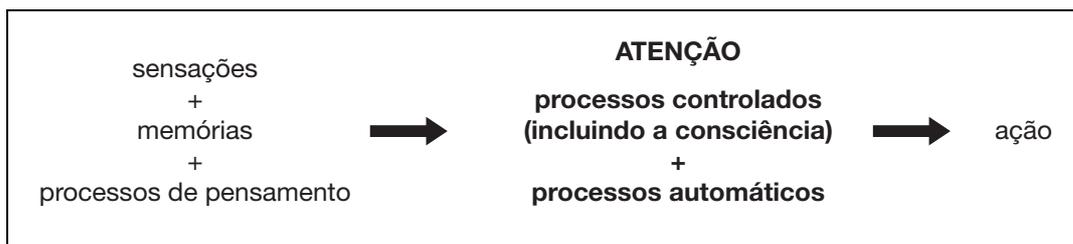


Figura 17: Processos cognitivos relacionados à atenção (adaptado de Sternberg, 2000, p.78)

4.1.1 Mecanismos atencionais

Uma das questões sobre o processamento da nossa atenção é determinar em que momento se dá a seleção dos estímulos. Um dos modelos teóricos sobre este assunto parte do pressuposto que os estímulos recebidos passariam por um "filtro" perceptivo que eliminaria parte das informações a serem analisadas em detalhe. De acordo com esta corrente, somente alguns dos estímulos seriam processados a fundo, ocorrendo então uma "seleção inicial".

Estudos de escuta dicótica⁸² demonstraram que essa seleção e priorização dependem do significado dos estímulos (HELENE e XAVIER, 2003, p.16). O contexto onde ocorre sua apresentação também influencia nessa seleção, o que envolveria um processamento substancial das informações recebidas, incongruente com a idéia de filtro inicial. Não por acaso, um modelo teórico posterior advoga uma "seleção tardia": todos os estímulos seriam analisados semanti-

⁸² Escuta dicótica e escuta biauricular são procedimentos utilizados em estudos de psicologia cognitiva para investigar a atenção seletiva no sistema auditivo. Na escuta dicótica, dois estímulos auditivos distintos são apresentados simultaneamente a um sujeito, sendo um estímulo em cada ouvido – mensagem A em um ouvido, mensagem B no outro ouvido, ao mesmo tempo. Na escuta biauricular, dois estímulos distintos são apresentados simultaneamente em ambos os ouvidos – mensagens A e B, nos dois ouvidos, ao mesmo tempo. O participante do teste é convidado a prestar atenção a uma ou ambas as mensagens (dependendo do método usado no experimento). Posteriormente, investiga-se a percepção do participante sobre o conteúdo de cada mensagem. Notadamente, em situações de escuta biauricular os indivíduos tiveram muito mais dificuldade em identificar diferenças entre as mensagens, isto é, em dividir sua atenção, do que com escuta dicótica (STERNBERG, 2000, p.89).

camente, comparados com informações armazenadas em nossa memória, para só então proceder a uma seleção entre quais seriam processados mais a fundo, e quais seriam relegados a um processamento atenuado, periférico. (LIMA, 2005; MORENO e MARÍN, 2006, STERNBERG, 2000).

Tanto o modelo da seleção inicial quanto o da seleção tardia baseiam-se no conceito de filtro, de que a atenção é um sistema de processamento de capacidade limitada e que, portanto, algumas informações não são processadas profundamente. Como destacam Helene e Xavier:

Ambas admitem que informações submetidas a processamento pré-atencional competem pelo acesso a "sistemas de processamento de capacidade limitada"; dependendo das intensidades relativas das informações processadas nos sistemas pré-atencionais e da influência de expectativas sobre informações relevantes, ganhariam acesso ao "sistema de capacidade limitada", tornando-se conscientes e contribuindo para o controle da resposta. Isto é, para que uma informação se torne consciente ela deve ganhar acesso a um "sistema de capacidade limitada" e, assim, contribuir para o controle da resposta (HELENE e XAVIER, 2003, p.16).

Convém ressaltar, no entanto, que no modelo de seleção tardia é mais presente a idéia de que a percepção é anterior à atenção. A seleção tardia afetaria a resposta e o arquivamento da informação na memória, mas não a percepção. Algumas informações tornar-se-iam conscientes e influenciariam nas respostas aos estímulos recebidos, enquanto outras seriam percebidas inconscientemente.

Da metáfora de filtro mais recentemente passou-se a entender a atenção não tanto como um mecanismo de processamento de informações, mas como um **mecanismo central de controle** de uma rede de sistemas que atuam conjuntamente facilitando ou inibindo o processamento dos estímulos recebidos (MORENO e MÁRIN, 2006; AREND, 2005; STERNBERG, 2000). Acredita-se também que há mecanismos específicos para modalidades sensoriais diferentes; dessa forma, atividades que demandem atenção dividida serão mais facilmente realizadas quando envolverem recursos sensoriais diferentes (como a audição e a visão) do que quando envolverem um só canal sensorial. Assim, o grau de "atenuação" de estímulos concorrentes varia também em função da sobrecarga de um canal sensorial, ou da possibilidade de divisão de recursos atencionais em mais de um sentido.

Importante destacar ainda que há diferença entre atenção e consciência. Embora as primeiras teorias sobre atenção associassem-na à consciência, sabe-se hoje que existem processos atencionais que ocorrem sem um controle consciente do indivíduo. Sternberg (2000) faz a seguinte distinção entre atenção e consciência:

Enquanto a *atenção* abrange toda a informação que uma pessoa está manipulando (uma parte da informação disponível da memória, da sensação e de outros

processos cognitivos), a *consciência* compreende apenas a variação mais restrita da informação que ela está consciente de manipular. A atenção possibilita-nos utilizar criteriosamente nossos recursos cognitivos ativos limitados (...) para responder rápida e corretamente aos estímulos que interessam e para lembrar informação importante. O conhecimento consciente permite-nos monitorar nossas interações com o ambiente, relacionar nossas experiências passadas e presentes e, desse modo, perceber um encadeamento contínuo de experiências e controlar e planejar nossas futuras ações. (STERNBERG, 2000, p.106, grifos do autor).

Assim, há um certo nível de atenção que ocorre de maneira pré-consciente, sem que se tenha controle. A captação da atenção pode ocorrer tanto por processos cognitivos automáticos quanto por processos cognitivos controlados. Sternberg (2000) caracteriza esses processos da seguinte forma:

- **Processos cognitivos automáticos:**
 - ocorrem fora do conhecimento consciente;
 - exigem pouco ou nenhum esforço ou mesmo intenção;
 - são realizados como processos paralelos, isto é, com muitas operações ocorrendo simultaneamente;
 - são relativamente rápidos.
- **Processos cognitivos controlados:**
 - exigem controle consciente;
 - são realizados em série, isto é, seqüencialmente, um de cada vez;
 - consomem um tempo relativamente longo para sua execução.

Em função dos processos que levam à captação da atenção, Helene e Xavier (2003) classificam a atenção em "automática" e "voluntária". A **atenção automática** geralmente é disparada por estímulos externos discrepantes, inesperados, e é uma resposta automática de nosso organismo.

Admite-se que processos automáticos de captação da atenção sejam velozes e não requeiram "controle ativo" por parte da pessoa, podendo, por isso mesmo, ocorrer concomitantemente a outros processamentos, com pouca interferência; além disso, eles podem ser desencadeados prontamente, de forma quase inevitável, por eventos inesperados, surpreendentes ou incongruentes no ambiente, mesmo que o participante não esteja, inicialmente, prestando atenção à fonte da estimulação. É o que acontece, por exemplo, quando um objeto aparece inesperadamente no campo visual ou quando um estímulo é discrepante em relação aos que os rodeiam; antes mesmo de haver uma decisão consciente de atender ao objeto ou estímulo, seu surgimento inesperado (ou sua incongruência com o meio) *per se* atrai a atenção. Neste último caso, não há um esforço consciente e voluntário no direcionamento atencional, mas apenas uma reação de captura da atenção gerada pelo estímulo, denominada "atenção automática"; posteriormente, também a "atenção voluntária" pode ser deslocada para essa fonte de estimulação, como forma de obter mais informações (HELENE e XAVIER, 2003, p.16).

A **atenção voluntária** se relaciona com processos cognitivos controlados, que em geral implicam uma análise consciente e mais detalhada dos estímulos externos. Dessa forma, acaba por envolver recursos cognitivos mais complexos,

razão pela qual não opera tão facilmente quando há uma diversidade de estímulos concorrentes, especialmente se forem relativos ao mesmo canal sensorial. Pode-se dizer que enquanto a atenção automática tende a ocorrer de forma paralela, a atenção voluntária tende a ter um funcionamento serial. Convém destacar que esses dois sistemas muitas vezes funcionam em conjunto: uma situação pode acionar a atenção automática, e no momento seguinte a situação poderá envolver a atenção voluntária, na análise aprofundada da fonte de estímulo.

Helene e Xavier também ressaltam que as limitações de processamento simultâneo ligadas à atenção de controle voluntário podem diminuir através da prática, do treinamento repetitivo para realização de alguma tarefa. Segundo estes autores, a complexidade da análise dos estímulos típica da atenção voluntária pode ser minimizada com a familiaridade a esses estímulos:

Indivíduos treinados são capazes de desempenhar concomitantemente tarefas complexas que supostamente se utilizam dos mesmos recursos de processamento, com pouca ou nenhuma interferência no desempenho. Esse tipo de resultado sugere que o treinamento repetitivo alivia a carga atencional, supostamente em decorrência da automatização. Assim, o desempenho lento, serial e mediado verbalmente (que demanda grande quantidade de recursos), usualmente observado nos estágios iniciais da aquisição de uma habilidade, é gradualmente substituído pelo desempenho rápido, paralelo e que requer pouco esforço e controle voluntários (demandando relativamente poucos recursos). (...) Assim, é possível que esse processo de automatização possibilite a identificação de determinados estímulos ambientais (pessoalmente significativos para o indivíduo) através de processos pré-atencionais procedimentalizados sob a forma de subrotinas, portanto, independentes de atenção controlada (HELENE e XAVIER, 2003, p.17).

É necessário destacar que, apesar dos diferentes tipos de atenção aqui descritos, essas categorias não são estanques. Sternberg (2000) resalta que, de fato, a atenção deve ser vista como um *continuum* entre processos inteiramente automáticos e completamente controlados. Embora haja uma diversidade de processos automáticos que não podem ser conscientemente recuperados, há certas rotinas automatizadas que podem ser trazidas à consciência e controladas com relativa facilidade. Por outro lado, é possível também automatizar um procedimento, isto é, fazer com que mude de um estado altamente consciente para um estado relativamente automático. (STERNBERG, 2000, p.82).

Alguns disparadores de atenção podem, através de repetidas exposições, tornar-se habituais e não surtirem o mesmo efeito. Isto é conhecido como *habituação*: uma tendência a acostumar-se com um estímulo e gradualmente notá-lo cada vez menos. O reverso dessa situação também é verdadeiro: pode ocorrer uma *desabituação*, isto é, uma mudança ou leve variação de um estímulo ao qual se está habituado pode atrair a atenção. Ambos os processos ocorrem de forma automática, sem que tenhamos consciência e sem exigir esforço.

Cumpre destacar ainda que a habituação difere da adaptação sensorial, isto é, dos processos automáticos pelo qual nosso organismo se adapta a um estímulo (por exemplo, a adaptação a uma situação luminosa de um ambiente). Não temos controle sobre a adaptação, mas sim sobre a habituação. Um estímulo ao qual estamos habituados e já não prestamos atenção pode ser facilmente trazido para o foco de nossa atenção, de acordo com nossa vontade. Por exemplo, deixamos de perceber uma música ambiente, mas podemos voltar nossa atenção para ela se alguém nos perguntar "que música é essa?". Por outro lado, não somos capazes de optar por não adaptar nossa visão a um ambiente escuro.

Sternberg (2000) sintetiza as diferenças entre adaptação sensorial e habituação da seguinte forma:

ADAPTAÇÃO	HABITUAÇÃO
Inacessível ao controle consciente	Acessível ao controle consciente
Intimamente ligada à intensidade do estímulo	Não se liga intimamente à intensidade do estímulo
Sem relação com a quantidade, duração ou caráter recente das exposições anteriores	Relacionada intimamente à quantidade, à duração e ao caráter recente das exposições anteriores

Tabela 2: Adaptação versus habituação (adaptado de STERNBERG, 2000, p.87)

A habituação tem importância fundamental nos processos atencionais, especialmente ao aliviar a carga de atenção necessária para determinados estímulos concorrentes, sem exigir grande quantidade de recursos cognitivos para tanto. Como destaca Sternberg (2000):

(...) a própria habituação não exige esforço consciente e usa poucos recursos de atenção. Apesar de seu uso insignificante desses recursos, ela propicia muito apoio ao processo de atenção, permitindo-nos facilmente desviar nossa atenção de estímulos conhecidos e relativamente estáveis para estímulos novos e variáveis. (STERNBERG, 2000, p.87)

Por não ser um processo fechado à interferência consciente, a habituação é extremamente relevante ao projeto de ambientes com múltiplos sistemas de informação, e particularmente para possibilitar que esses sistemas possam ser deslocados facilmente do centro para a periferia de nossa atenção.

4.1.2 Funções da atenção

Como dito anteriormente, os diversos tipos de atenção descritos atuam em conjunto, envolvendo processos controlados e automáticos, e utilizando canais sensoriais diversos. Cada situação irá demandar recursos distintos, bem como

envolver diferentes níveis de atenção. Em cada contexto, a atenção poderá ter funções diversas. De acordo com Sternberg (2000, p.87), a psicologia cognitiva reconhece quatro funções principais da atenção:

- **atenção seletiva:** na qual escolhemos prestar atenção a alguns estímulos e ignoramos outros;
- **vigilância:** na qual esperamos atentamente detectar o aparecimento de um estímulo específico;
- **sondagem:** na qual procuramos ativamente estímulos particulares ou mais informações sobre um estímulo;
- **atenção dividida:** na qual distribuímos nossos recursos de atenção disponíveis para coordenar o desempenho de mais de uma tarefa ao mesmo tempo.

Cada uma dessas funções foi estudada a fundo pela psicologia cognitiva. Algumas de suas características interessam especialmente ao projeto de sistemas de informação na perspectiva de tecnologia sem estresse.

A **atenção seletiva** é usada constantemente em nosso dia-a-dia. A situação mais utilizada para exemplificar sua aplicação é o chamado "problema do coquetel" (*cocktail party effect*). Em uma festa, ou um coquetel, normalmente estamos expostos a uma série de estímulos sonoros, mas conseguimos manter nossa atenção voltada para conversas específicas, selecionando características particulares dos sons que nos circundam. É possível inclusive estar aparentemente envolvido em uma conversa, mas prestar atenção em outra. De maneira análoga, mesmo em meio ao caos sonoro de uma festa, normalmente nossa atenção é atraída quando alguém menciona nosso nome.

Nem sempre a atenção seletiva é tão facilmente controlada. No que se refere à visão, essa questão é bem explorada através dos testes do tipo Stroop. Na versão mais conhecida deste teste, o participante é orientado a ler uma série de palavras que indicam nomes de cores diferentes. Cada palavra é impressa em uma cor, que pode ou não coincidir com a enunciada no texto. A pessoa deve pronunciar em voz alta o nome da cor escrita, focalizando a palavra, e desconsiderando a cor na qual foi impressa. Em seguida, um outro conjunto de palavras é apresentado, sem que haja coincidência entre a cor indicada em cada palavra e a cor na qual foi efetivamente impressa. O participante deve dizer em voz alta em qual cor foi impressa cada palavra, ignorando os nomes escritos. O que se percebe é que no primeiro experimento não há qualquer dificuldade: nome da cor e cor impressa são iguais, e os participantes conseguem ler as palavras sem problema algum. Mas no segundo experimento, quando devem dizer em qual cor foi impressa a palavra, ignorando o que está escrito, os sujeitos

apresentam grande dificuldade em realizar a tarefa satisfatoriamente. Ao que parece, não é tão fácil selecionar apenas o componente cromático do que se vê e ignorar o texto. Acredita-se que isso se deve ao fato da leitura ser um ato tão internalizado que é realizado quase inconscientemente. Dificilmente uma pessoa culta irá ver uma palavra sem ler, a não ser que seja em um idioma desconhecido. Esse tipo de experimento busca perceber que fatores podem influenciar a atenção seletiva no que se refere à visão.

vermelho	amarelo	azul	verde
azul	vermelho	verde	amarelo
amarelo	verde	vermelho	azul

Tabela 3: Teste Stroop 1 - deve-se ler o nome das cores, o mais rápido possível

vermelho	azul	verde	amarelo
amarelo	vermelho	azul	verde
azul	amarelo	verde	vermelho

Tabela 4 Teste Stroop 2 - deve-se nomear a cor com a qual cada palavra foi impressa, o mais rápido possível

A função de **vigília** normalmente envolve a expectativa de identificação de um estímulo específico. Ocorre quando a atenção está fortemente voltada para o surgimento de um estímulo, implicando portanto uma situação de espera e manutenção de um estado atento por um longo período de tempo. Normalmente implica também uma ação de resposta ao estímulo. É o caso, por exemplo, de controladores de tráfego aéreo, que mantêm um nível de atenção ao monitor de acompanhamento dos vôos, permanecendo em estado de vigília constante. Estudos sobre a vigília ligadas ao campo visual indicam que nossa atenção pode ser influenciada pela expectativa quanto à localização; quando sabemos o local provável onde um estímulo irá aparecer, temos uma resposta muito mais rápida a ele do que quando não temos a informação do ponto provável de seu aparecimento.

Há evidências de que quando estamos em estado de vigília temos respostas mais rápidas aos estímulos recebidos. No entanto, a precisão na interpretação destes estímulos diminui, o que sugere que quando o sistema de vigília está em funcionamento há uma inibição do sistema atencional anterior, responsável pela análise semântica dos estímulos (POSNER, 1994, p.7401).

Ainda no que se refere ao estado de vigília, há certa independência do campo visual em relação ao ponto de fixação da atenção. Parece haver uma distinção entre o ponto focal de visão e o "foco atencional": dentro do campo visual, diversos estímulos competem por nossa atenção, mas de maneira independente ao ponto focal da visão. Mesmo quando olhamos fixamente para um ponto, nossa atenção pode deslocar-se para outra região do campo visual, movendo-se de maneira independente dos movimentos oculares (POSNER, 1980). Sabe-se também que o foco atencional, no que se refere aos estímulos visuais, pode ser ampliado abrangendo uma área maior tal qual um fecho de luz. O foco atencional pode ainda ser dividido em pontos espaciais distintos; no entanto essa situação é instável, como atestam Moreno e Márin:

(...) quando se dão as condições necessárias a atenção pode ser dividida, mas esta situação é muito instável, provavelmente pela quantidade de recursos que requer, e qualquer demanda, especialmente de caráter exógeno, devolve o sistema a um estado unifocal. (MORENO e MÁRIN, 2006, p.318, tradução minha)⁸³

Outros fatores podem influenciar a atenção, quando em estado de vigília. A intensidade de um estímulo inesperado pode atrair a atenção, interferindo na expectativa ligada a uma localização específica. Uma luz muito intensa que apareça subitamente no campo visual irá chamar a atenção para si, mesmo que não seja o estímulo esperado, ou que apareça em uma região improvável. É também conhecido o fenômeno da "piscada atencional" (*attentional blink*): quando estamos em vigília, na expectativa de perceber um estímulo visual específico, uma vez que ele seja percebido tendemos a ignorar um segundo estímulo imediatamente posterior. Ao que tudo indica, ocorre uma redução da capacidade de perceber um segundo estímulo externo quando este ocorre em um intervalo de tempo entre 100 e 400 milésimos de segundo após o primeiro estímulo (OLIVERS, NIEUWENHUIS, 2005; AREND, 2005). Esse fenômeno praticamente não se percebe após um intervalo de tempo maior, e parece estar ligado especialmente a estímulos que compartilham o mesmo canal sensorial. Quando há ocorrência de múltiplos estímulos através de canais sensoriais distintos essa limitação não é tão perceptível.

A função de atenção ligada à **sondagem** refere-se a uma situação de busca por alguma informação específica (o "alvo") em meio a diversos itens dispersos no ambiente (elementos "distratores"). É vasta a quantidade de pesquisas sobre esse tipo de atenção, especialmente em sondagens visuais. As pesquisas

⁸³ En definitiva, parece que cuando se dan las condiciones necesarias la atención sí puede ser dividida, pero que esta situación es muy inestable, probablemente por la cantidad de recursos que se requieren, y cualquier demanda, especialmente si es de carácter exógena, devuelve el sistema a un estado unifocal.

em geral buscam identificar fatores que influenciam na localização de um alvo em meio a estímulos distratores. Algumas das variáveis utilizadas nestas pesquisas são as próprias características formais do alvo, o contraste entre alvo e distratores, a quantidade de itens distratores e de alvos, a existência ou não de padrões na arrumação dos itens, a influência do movimento dos elementos durante a sondagem visual etc.

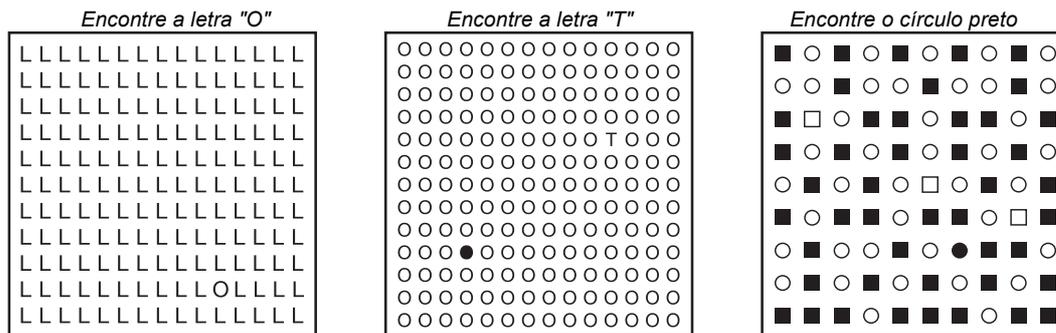


Figura 18: Exemplos de testes de sondagem visual. O contraste dos elementos pode influenciar na atenção, assim como a variação de características dos elementos distratores aumenta a complexidade do teste (adaptado de STERNBERG, 2000, p.95).

Um fenômeno curioso relacionado à sondagem visual é a combinação de características de elementos distratores que leva a acreditar que um alvo foi encontrado. Por exemplo, se o alvo é um triângulo amarelo e no campo visual periférico são avistados um triângulo vermelho e um círculo amarelo – elementos distratores – é possível combinar essas características e ter a impressão de que se viu um triângulo amarelo. Acredita-se ter visto algo que na verdade é a combinação de características isoladas de dois elementos distratores; ocorre uma *conjunção ilusória* (STERNBERG, 2000, p.97). Como a maioria dos processos atencionais, as conjunções ilusórias podem ser influenciadas pelo contexto:

Essas conjunções também podem ser influenciadas por outros aspectos do contexto circundante e pelo conhecimento prévio e por esquemas existentes (TREISMAN, 1990). Por exemplo, é muito mais provável que formemos uma conjunção ilusória de características que nos leve a perceber uma banana amarela e uma ameixa roxa, do que uma banana roxa e uma ameixa amarela, a menos, talvez, que as frutas restantes sejam representadas em uma tela com maçãs azuis e limas róseas. (STERNBERG, 2000, p.97)

Apesar de ser pesquisada em laboratório em condições bem particulares, a sondagem é utilizada em situações cotidianas sem que se perceba. Por exemplo, quando procuramos um item de uma marca específica em uma prateleira de supermercado com diversos itens semelhantes, estamos atentos, realizando uma sondagem visual.

A **atenção dividida** ocorre quando se realiza simultaneamente mais de uma tarefa que exija atenção. As tarefas podem tanto envolver a atenção controlada quanto a atenção automática. Tarefas que demandem atenção automática são mais facilmente realizadas em conjunto. É mais difícil realizar simultaneamente mais de uma tarefa que demande atenção voluntária, posto que essas exigem mais recursos cognitivos. Todavia, através da prática é possível realizar mais de uma tarefa de atenção voluntária, mesmo que as atividades demandem tomada de decisão e raciocínio, como realizar a leitura para compreensão detalhada de um texto (com posterior averiguação da compreensão do que foi lido) ao mesmo tempo em que se escreve um ditado falado.

4.1.3 Percepção e atenção

Como dito anteriormente, existem diferentes tipos de atenção. A atenção voluntária, ou controlada, se relaciona intimamente com um ação consciente, intencional, embora processos automáticos ocorram simultaneamente. Processos atencionais voluntários em geral pressupõem um estado de alerta e engajamento. Já os processos atencionais automáticos ocorrem de maneira inconsciente, podendo eventualmente (mas não necessariamente) passar a um nível consciente e controlado. Cumpre ressaltar, no entanto, que mesmo para processos atencionais automáticos há uma série de estímulos que são captados em paralelo, e que nem sempre irão chamar nossa atenção. Os canais sensoriais estão constantemente em atividade, fazendo leituras do nosso entorno. Esses estímulos são processados inconscientemente, em um processo dinâmico que envolve o acesso à memória, a construção de hipóteses de acordo com a comparação com fatos vividos, a análise do contexto presente. Somente hipóteses e esquemas perceptivos válidos, isto é, que sejam considerados possíveis para o contexto dado, é que terão acesso a um nível superior de processamento, podendo então atingir a consciência. Nesse sentido, pode-se dizer que nossa percepção tem íntima relação com os processos atencionais.

Na verdade, estímulos sensoriais paralelos podem inclusive auxiliar em tarefas que exijam determinado tipo de atenção. Estudos em laboratório demonstram que sujeitos distraídos com alguma atividade simultânea de baixa complexidade (como por exemplo, ouvir música) obtiveram uma taxa de sucesso maior na tarefa de identificar uma seqüência de estímulos visuais do que aqueles que estavam com sua atenção completamente voltada para a execução da tarefa,

sem uma distração simultânea. Olivers e Nieuwenhuis (2005) relatam um experimento durante o qual perceberam que indivíduos envolvidos em tarefas que exigiam um estado de vigília atenta sofreram mais o efeito de piscada atencional, deixando de perceber estímulos-alvo seqüenciais quando não estavam expostos a um estímulo sonoro simultâneo. Efeito semelhante ocorre durante o treinamento de algumas atividades físicas: estudos com jogadores de golfe demonstram que sua performance foi aprimorada quando realizavam tarefas de discriminação auditiva simultaneamente aos treinos de golfe, quando comparados com jogadores que estavam 100% focados no treino, sem estímulos simultâneos (OLIVERS e NIEUWENHUIS, 2005). Ao que parece, estímulos paralelos em múltiplos canais sensoriais "aliviam" a tensão típica de um estado de atenção voluntária, aumentando a eficiência nas atividades principais.

4.1.4

A influência da memória, do aprendizado e da experiência

Sabe-se que a atenção é uma relação cognitiva que envolve a memória, a percepção do ambiente, as sensações e o contexto. Conforme discutido anteriormente, embora muitos processos atencionais ocorram de maneira inconsciente, é possível diminuir o nível de atenção necessário para lidar com determinados estímulos através da habituação. Nesse processo, a memória, o aprendizado através da experiência, cumprem um papel essencial. Convém explicitar melhor como esses elementos se relacionam com a atenção.

Segundo Arnheim (2004), a percepção visual depende de um aprendizado, de uma experiência prévia. Perceber a forma de um objeto tem relação com um reconhecimento, uma familiaridade com aquela forma, advinda da experiência vivida anteriormente.

A visão atua no material bruto da experiência criando um esquema correlato de formas gerais, que são aplicáveis não somente a um caso individual concreto, mas a um número indeterminado de outros casos semelhantes também (ARNHEIM, 2004, p.39)

(...) estritamente falando, a imagem é determinada pela totalidade das experiências visuais que tivemos com aquele objeto ou com aquele tipo de objeto durante toda a nossa vida (ARNHEIM, 2004, p.40)

De acordo com Arnheim, quando vemos uma imagem, interpretamo-la acionando esquemas armazenados em nossa memória, criados a partir de experiências visuais semelhantes que tivemos anteriormente. Contudo, não é somente a visão que pode ser associada à criação de esquemas e à memória. De maneira análoga, Helene e Xavier (2003), demonstram que o aprendizado adquirido em eventos passados tem influência nos mecanismos atencionais. Pode-se dizer

que a memória tem relação direta não somente com a percepção, mas também com nossas reações ao que é percebido. Como vimos anteriormente, ao fazer a leitura dos estímulos sensoriais que nos cercam, comparamos as informações percebidas com esquemas previamente armazenados, classificando-os, hierarquizando-os e tomando decisões sobre como reagir. Aqueles esquemas cognitivos que forem entendidos como prioritários terão um processamento posterior, podendo chegar a um nível consciente. Outros, serão percebidos apenas inconscientemente, sem afetar a atenção diretamente e sem necessariamente exigir uma resposta. Assim, a memória tem papel fundamental nessa análise de estímulos e comparação com esquemas cognitivos armazenados previamente.

A memória "compreende um conjunto de habilidades mediadas por diferentes módulos do sistema nervoso, que funcionam de forma independente, porém cooperativa" (HELENE e XAVIER, 2003, p.13). O conceito de memória refere-se a uma diversidade de processos paralelos, que desempenham papéis distintos no armazenamento de informações e nas respostas que temos aos estímulos externos. De forma bem resumida, podemos dizer que a memória "é o meio pelo qual recorreremos ao nosso conhecimento do passado, a fim de usá-lo no presente" (STERNBERG, 2000, p.224).

A psicologia cognitiva apresenta diferentes modelos teóricos para tentar explicar a estrutura da memória⁸⁴. A perspectiva mais tradicional considera que a memória é constituída por três estruturas básicas de armazenamento, no que se refere a quantidade e ao tempo que as informações permanecem armazenadas:

- **armazenamento sensorial:** capaz de conservar quantidades limitadas de informação, por períodos breves de tempo, normalmente para uso imediato. Intimamente relacionada com o que vemos e ouvimos em um dado momento no ambiente e com a imagem mental que fazemos dessa experiência;
- **armazenamento de curto prazo:** com maior capacidade de armazenamento quando comparado com o sensorial, e por períodos um pouco mais longos;
- **armazenamento de longo prazo:** capaz de armazenar quantidades praticamente infinitas de informações, por um período de tempo indeterminado.

⁸⁴ Sternberg (2000, p.203-249) faz uma boa revisão sobre os diferentes modelos teóricos existentes que buscam explicar o funcionamento da memória. Aqui optou-se por adotar a corrente mais tradicional, que trata o assunto de forma mais abrangente, sem prejuízo de outras correntes que normalmente buscam detalhar melhor alguns dos macro-conceitos presentes na teoria tradicional. Essa escolha deu-se pelo fato das correntes posteriores, apesar de apresentarem mais detalhes sobre o funcionamento da memória, não acrescentarem muito à discussão proposta aqui. Do ponto de vista de aplicação dos conceitos sobre memória ao presente trabalho, a visão tradicional é suficiente, sem ir contra as discussões posteriores do campo da psicologia cognitiva.

No que se refere ao acesso que fazemos às informações armazenadas, Helene e Xavier destacam ainda que há distinção entre memória explícita e implícita, ambas memórias de longa duração.

A **memória explícita** se refere à retenção de experiências com base em fatos e eventos vividos. O acesso a essas informações é feito conscientemente, e normalmente implica associações arbitrárias para o seu armazenamento. Este tipo de memória é flexível e passível de ser aplicado a novos contextos.

A **memória implícita** por sua vez não requer a evocação consciente ou intencional de experiências passadas. Ela é construída a longo prazo, de maneira cumulativa através de sucessivas experiências semelhantes. Relaciona-se também com o treinamento através da repetição, assim como com respostas motoras e reflexos involuntários a estímulos externos. Em comparação com a memória explícita, a memória implícita é bem menos flexível.

Outro tipo de memória é a **memória de trabalho ou operacional**, "um conceito hipotético que refere-se ao arquivamento temporário da informação para o desempenho de uma diversidade de tarefas cognitivas" (HELENE e XAVIER, 2003, p.13). A memória operacional é composta por uma central executiva, que compreende uma "alça visuo-espacial", uma "alça fonológica", responsáveis pelo arquivamento temporário e manipulação de informações (de natureza visuo-espacial e de natureza fonológica, respectivamente) e um "retentor episódico", responsável pela associação dessas informações temporárias com as informações evocadas na memória de longa duração. A central executiva, também chamada de sistema atencional supervisor (SAS), além de proporcionar a conexão entre os sistemas de suporte e a memória de longa duração, é responsável pela seleção de estratégias e planos de ação a partir dos estímulos recebidos.

Durante nossas atividades cotidianas, esses diferentes mecanismos de memória são acionados constantemente. Quando dirigimos um carro, por exemplo, realizamos diversas ações que foram internalizadas através de treinamento repetitivo ao longo do tempo. Acionar a seta do carro sinalizando uma mudança de pista, olhar pelo espelho retrovisor antes de mudar de pista, reduzir a velocidade quando se percebe retenção à frente...uma série de sub-rotinas são realizadas quase inconscientemente quando dirigimos. Essas atividades se relacionam com a memória implícita, de longa duração, que não requer uma evocação consciente. Estímulos externos que levem a situações de conflito entre essas sub-rotinas (por exemplo, decidir entre acelerar ou breicar o carro frente a um sinal amarelo no semáforo) são resolvidas rapidamente por um "catalogador de conflitos", também treinado ao longo do tempo através de experiências vividas. Esse catalogador

permite a tomada de decisão racional, embora quase inconsciente, analisando a situação e comparando com experiências anteriores. Porém, quando um estímulo urgente ou ameaçador é apresentado, como quando por exemplo um ciclista não percebido anteriormente cruza à frente do carro subitamente, o sistema atencional supervisor assume rapidamente o controle, inibindo sub-rotinas da memória implícita e ativando esquemas diretamente, predominando sobre o catalogador de conflitos.

O funcionamento do SAS é resumido por Helene e Xavier da seguinte forma: estímulos ambientais específicos ativam esquemas (memórias implícitas) correspondentes, num processo de “baixo-para-cima”; estes esquemas, por sua vez, acionam respostas pré-treinadas. Quando mais de um esquema é ativado, o sistema atencional supervisor assume o controle da ação inibindo a atividade de alguns dos esquemas. (HELENE e XAVIER, 2003, p.14).

Assim, percebe-se que diferentes tipos de memória são utilizados nos processos cognitivos, relacionando-se diretamente com os mecanismos atencionais. Essas relações, por sua vez, podem ser influenciadas pelo contexto no qual ocorrem, conforme veremos a seguir.

4.1.5

A influência do contexto no engajamento da atenção

Como já foi dito, a atenção pressupõe um conjunto de sistemas que realizam a seleção de estímulos, em função da capacidade limitada de processamento simultâneo. A maneira como esses estímulos são apreendidos depende da importância atribuída a eles, em função da existência de uma correlação entre os estímulos percebidos e esquemas perceptivos previamente armazenados na memória, que são acessados e analisados conforme o contexto. Isso explica porque, mesmo em meio a tantos ruídos, nossa atenção é atraída especialmente quando ouvimos nosso nome. Esse desvio da atenção se dá automaticamente, porque somos condicionados a atribuir um valor de importância maior a essa informação.

Muitas vezes um mesmo estímulo poderá ter uma interpretação distinta, ganhando ou não relevância frente a outros, de acordo com o contexto no qual ocorre. Esse julgamento dependerá, por sua vez, da experiência prévia dos sujeitos com as informações recebidas. Determinados contextos pré-ativam esquemas armazenados na memória, deixando a atenção mais suscetível a estímulos específicos, comuns àqueles contextos. A mesma informação, em outro contexto, não necessariamente chamará a atenção da mesma forma:

Similarmente, mas talvez em nível diferente, o processamento de certos estímulos poderá ganhar mais ou menos prioridade em função da atividade na qual a pessoa esteja engajada. Por exemplo, durante o ato de dirigir um carro, estímulos como luzes vermelhas devem receber prioridade no processamento em relação ao mesmo tipo de estímulo, por exemplo, quando se joga tênis. Em termos neurais, o desempenho de certas atividades treinadas previamente (ou talvez de forma mais ampla, o contexto) deve pré-ativar redes neurais, de modo que o fruto de seu processamento passe a ter prioridade para os sistemas atencionais. Neste caso, a "captação" da atenção dependerá do contexto em que o organismo se encontra (por exemplo, é provável que luzes vermelhas capturem a atenção quando se dirige um carro, mas não quando se joga tênis). É como se os sistemas "superiores" tivessem condições de pré-ativar, "de-cima-para-baixo", sistemas de processamento, dando maior ou menor prioridade para os resultados do seu processamento em função do contexto. Neste caso, se o estímulo específico aparecer no ambiente, dada essa pré-ativação, haverá a "captação" da atenção para o mesmo, "de-baixo-para-cima". Portanto, estão envolvidos tanto processos "de-baixo-para-cima" como processos "de-cima-para-baixo" nesse tipo de seleção. (HELENE e XAVIER, 2003, p.18)

Como se vê, a percepção de estímulos e o quanto de nossa atenção será voltada para eles depende não só da natureza das informações apresentadas, mas do contexto no qual se inserem, e das experiências anteriores que tivemos com situações análogas.

Parece clara também a noção de que percebemos informações sutis a partir do contexto. A leitura que fazemos de informações dispersas no ambiente antecipa a construção de sentido de um conteúdo específico deste mesmo ambiente. Esse princípio também está presente nos estudos da Psicologia da Gestalt⁸⁵, nos quais exploram-se as relações entre um elemento e o seu entorno, entre "o todo" e "as partes"; sabe-se que eles existem em relação, um é afetado pelo outro. De acordo com esta corrente de pensamento, a percepção visual das coisas dar-se-ia necessariamente em comparação com outras, em contextualização:

Ver algo implica em determinar-lhe um lugar no topo: uma localização no espaço, uma posição na escala de tamanho, claridade ou distância (...)

A experiência visual é dinâmica (...) o que uma pessoa percebe (...) é uma interação de tensões dirigidas. (ARNHEIN, 2004, p.4).

⁸⁵ Gestalt, ou Psicologia da Gestalt, ou ainda movimento gestáltico, refere-se aos estudos de psicologia cognitiva sobre a percepção, dentre os quais destacaram-se especialmente os estudos da percepção da forma. Costuma-se situar o movimento gestáltico no período compreendido entre 1930 e 1940, tendo como principais referências Max Wertheimer, Wolfgang Köhler, Kurt Koffka e Kurt Goldstein. O ponto principal da teoria da gestalt é a noção de que a análise isolada das partes não proporciona uma real compreensão da experiência completa, ou "o todo é mais do que a soma das partes", sendo uma reação à tendência behaviorista de decompor a experiência cognitiva em unidades isoladas do tipo "estímulo-resposta". No campo do design e da arte, as teorias da gestalt foram estudadas intensamente, especialmente no que se refere à percepção visual, no sentido de definir regras universais sobre a percepção que pudessem ser aplicadas à composição visual. A partir do domínio dessas supostas regras universais, esperava-se ser possível construir um discurso visual intencionalmente direcionado, no qual os elementos da composição tinham uma função cuidadosamente planejada, com uma função específica no conjunto. As teorias da gestalt foram importantes para o campo do design não só pela possibilidade de explorar aspectos objetivos na composição dos projetos de comunicação visual, mas sobretudo pelo seu status de "ciência", legitimando o design como um campo com corpo de conhecimento próprio. Uma das principais referências sobre a aplicação das teorias da gestalt no campo da comunicação visual e das artes ainda é Rudolf Arnheim (ver obras relacionadas nas Referências).

Brown e Duguid (1996) apropriam-se dessa idéia de que o contexto no qual fazemos a leitura de um determinado sistema de informações fornece dados periféricos que influenciam o entendimento do próprio sistema informacional. Fazendo novamente um paralelo com os princípios da Gestalt, não é possível perceber a figura isoladamente, mas somente na sua relação com o fundo. Por sua vez, o contexto no qual ocorre a interação é uma construção social, relativa a uma cultura e um momento histórico. Somos afetados por essa rede de relações, e guardamos informações em nossa memória que irão da mesma forma afetar nossa percepção.

Meios de comunicação bem projetados fornecem dicas periféricas que direcionam sutilmente os usuários por caminhos interpretativos particulares, evocando saberes sócio-culturais (...) Os recursos para o design não estão todos nas mãos dos designers. Muitos são desenvolvidos durante o uso. (BROWN e DUGUID, 1996, tradução minha).⁸⁶

É curioso perceber que o Design trabalha o tempo todo com a construção de mensagens através de informações periféricas. A escolha de uma família tipográfica para o projeto de livro comunica algo sutil, cria uma expectativa, antecipa a compreensão do conteúdo do livro antes mesmo de sua leitura efetiva. Dessa forma, o design atua na construção de sentidos subjacentes ao discurso interno de um objeto, como destaca Bringhurst (2005) ao comentar sobre a influência da tipografia na compreensão de um texto:

Assim como a oratória, a música, a dança, a caligrafia – como tudo que empresta sua graça à linguagem –, a tipografia é uma arte que pode ser deliberadamente mal utilizada. É um ofício por meio do qual os significados de um texto (ou sua ausência de significado) podem ser clarificados, honrados e compartilhados, ou conscientemente disfarçados. (BRINGHURST, 2005, p.23)

Essas escolhas são necessariamente pautadas por conjunto de códigos compartilhados culturalmente e apreendidos ao longo do tempo. Quanto mais familiarizados estamos com determinado tipo de informação, maiores as chances de que ela seja percebida sutilmente, sem demandar nossa atenção, atuando na periferia cognitiva. Fazemos uso dessas construções o tempo todo no design, chegando mesmo a trabalhar com gêneros discursivos, que atuam na periferia da nossa percepção. Para que esses gêneros discursivos facilitem a comunicação, é necessário que o público envolvido tenha familiaridade com a linguagem utilizada, como destacam Brown e Duguid:

Em primeiro lugar, em qualquer forma de comunicação, gêneros articulam conhecimentos compartilhados socialmente. O estabelecimento do gênero de uma forma

⁸⁶ Well-designed media provide peripheral clues that subtly direct users along particular interpretive paths by invoking social and cultural understandings. (...) The resources for design are not all in the designer's hand. Many are developed in use.

de comunicação particular - sejam trabalhos acadêmicos, mensagens de e-mail entre estudantes, filmes *noir*, videoclipes, ou jogos de computador - baseia-se no conhecimento compartilhado entre os grupos que usam essas formas de comunicação. Quanto maior a expectativa quanto ao nível de conhecimento compartilhado, menos precisará ser dito explicitamente sobre como as informações deverão ser lidas. Por outro lado, no entanto, quanto menos for compartilhado, mais precisará ser dito, e a comunicação se torna mais difícil. As fronteiras de gêneros formam um alicerce robusto mas ao mesmo tempo leve para a co-produção de estruturas complexas. Desta forma, eles são essenciais na tarefa de manter as coisas simples. (BROWN e DUGUID, 1996, tradução minha)⁸⁷.

Assim, o estudo dos códigos compartilhados por uma determinada população e dos gêneros discursivos correntes em uma cultura desempenham papel fundamental para a simplificação do discurso, reduzindo o esforço necessário para apreensão de uma mensagem. Ao antecipar informações em nossa periferia cognitiva de maneira sutil, os gêneros discursivos favorecem uma comunicação mais intuitiva.

4.1.6 **Atenção como um *continuum***

Convém resgatar uma vez mais a idéia de Weiser e Brown a respeito da relação entre centro e periferia cognitiva, ao desenvolver a computação ubíqua:

(...) ao colocarmos as coisas na periferia somos capazes de lidar com mais coisas do que se tudo estivesse no centro. Coisas na periferia são processadas pela porção de nosso cérebro dedicada ao processamento (sensorial) periférico. Assim a periferia informa sem sobrecarregar. (WEISER e BROWN, 1996, tradução minha).⁸⁸

A decorrência mais óbvia da ubiqüidade computacional é o aumento de fontes de informação, pela incorporação de componentes computacionais aos objetos do cotidiano e ao ambiente. Mas esse aumento não implica necessariamente estresse, ao se buscar fazer uso da percepção, desenvolvendo sistemas que não exijam a nossa atenção. Operando na periferia da nossa percepção, a tecnologia sem estresse possibilita lidarmos com diversas informações simultaneamente de maneira "calma". Embora não seja possível dizer com certeza até que ponto Weiser e Brown basearam-se em pesquisas sobre os mecanismos

⁸⁷ First, in any form of communication, genres engage socially shared knowledge. Establishing the genre for a particular communication--whether it be academic essays, collegial e-mail notes, film *noire*, music videos, or computer games--draws on knowledge shared within the groups that use these particular forms. The more that a level of shared expectation can be assumed, the less needs to be said explicitly about how the information should be read. Conversely, the less that is shared, the more that needs to be said, and the harder communication becomes. The borders of genres provide sturdy yet light scaffolding for the simple coproduction of complex structures. In this way, they are central to the task of keeping things simple.

⁸⁸ (...) by placing things in the periphery we are able to attune to many more things than we could if everything had to be at the center. Things in the periphery are attuned to by the large portion of our brains devoted to peripheral (sensory) processing. Thus the periphery is informing without overburdening.

atencionais ao formular as bases da computação ubíqua, os resultados de estudos em laboratório do campo da psicologia⁸⁹ parecem corroborar a idéia de que somos capazes de perceber um número maior de sistemas de informação quando estes não chamam a atenção para si.

Há que se destacar que, dada a diversidade de processos atencionais, é necessário ser mais criterioso na aplicação da idéia de situar os sistemas de informação na periferia da nossa atenção. Pelo que se pode perceber, nem toda informação é apropriada para um tratamento periférico. Há uma relação estreita entre que tipo de atenção será necessária para lidar com um sistema informacional, a própria natureza da informação apresentada, além do contexto e do nível de engajamento consciente do indivíduo que manipula essas informações. Ao dizer que deveríamos pensar em sistemas que não chamassem atenção para si, de maneira que pudéssemos nos envolver em outras atividades simultâneas de forma natural, Weiser na verdade parecia se referir aos processos atencionais automáticos, cujas características são justamente o processamento paralelo de múltiplos estímulos e o fato de não exigirem um controle consciente. Por outro lado esse tipo de processamento cognitivo não favorece a apreensão de detalhes, o que já impõe uma restrição quanto à natureza dos dados que se pretende dispor, ou ao menos na maneira como serão apresentados.

⁸⁹ Uma ressalva a ser feita quanto aos experimentos científicos sobre atenção é justamente o fato de que muitas das situações analisadas não são facilmente transpostas para o cotidiano. Grande parte dos experimentos que fundamentam estudos atencionais buscam identificar as estruturas fisiológicas do cérebro humano relacionadas com a atenção, bem como mensurar a influência dos estímulos externos na ativação dessas estruturas e no processamento das informações. Dada a própria natureza objetiva destes experimentos, a situação analisada nem sempre permite uma correlação imediata dos resultados obtidos dentro do rigoroso ambiente laboratorial para a situação caótica e quase incontrolável do ambiente natural. De qualquer forma, embora as condições dos testes laboratoriais sejam muito particulares, os resultados obtidos permitem uma melhor compreensão dos princípios gerais do processamento de nossa atenção, além de explorar fatores que podem influenciar na percepção. O campo do design tem muito a se beneficiar a partir de uma aproximação com a psicologia cognitiva e as pesquisas sobre mecanismos atencionais, mesmo considerando-se a distância entre o ambiente laboratorial, onde se realizam as pesquisas, e o ambiente natural, que normalmente é o espaço no qual o design opera.



Figura 19: O *continuum* dos processos atencionais. Em um extremo, a atenção consciente e voluntária. No outro extremo, a atenção inconsciente e automática.

Para que possamos interagir com diversos sistemas de informação simultaneamente, sem que isso demande esforço cognitivo que gere ansiedade ou estresse, é necessário que envolvam mais a atenção automática. Essa parece ser a analogia feita por Weiser e Brown (1996) ao se referirem ao deslocamento entre centro e periferia da nossa atenção: na verdade, trata-se de favorecer o processamento automático, mais inconsciente, das informações que nos cercam.

Como vimos, a habituação é um mecanismo que assume um papel importante nesse contexto. A possibilidade de deslocamento de um sistema de informação entre os extremos do *continuum* atencional tem relação direta com o quanto nos habituamos a esse sistema informacional. Por outro lado, a habituação não nos torna insensíveis ou sem controle ao que ocorre ao nosso redor. Apesar de alguns processos atencionais poderem ser automatizados através da habituação, podemos voltar nossa atenção para elementos que estejam fora do foco sem dificuldade. Dessa forma, os mecanismos de habituação e desabituação são os principais responsáveis por permitir o que Weiser chamava de deslocamento do foco da atenção entre centro e a periferia.

5 Sistemas de informação ambiente

Como vimos anteriormente, a proliferação de sistemas de informação na contemporaneidade reforça um sentimento de "sobrecarga de informação", que muitas vezes pode levar à ansiedade e ao estresse. Weiser sugere uma alternativa para isto: o desenvolvimento de sistemas de informação que atuem na periferia de nossa atenção.

Os textos seminais de Weiser sobre *Calm Technology*, embora tenham inspirado muitos trabalhos posteriores, fornecem apenas diretrizes gerais, sendo necessário um maior esclarecimento sobre o que é atenção. Ao nos debruçarmos sobre as pesquisas de Psicologia Cognitiva que tratam desse assunto, é possível perceber que a atenção envolve mecanismos distintos, com funções específicas. A atenção deve ser entendida como um *continuum* entre processos automáticos (que demandam menos recursos cognitivos e aumentam a possibilidade de realização de atividades simultâneas) e processos voluntários (que demandam mais recursos cognitivos e em geral ocorrem de forma serial, reduzindo a possibilidade de envolvimento com atividades paralelas). A maneira como esses processos atuam varia em função do contexto, da situação que motiva a captura da atenção, sofrendo também influência da memória, do conhecimento acumulado através de experiências anteriores.

Os sentimentos de sobrecarga e estresse associados ao uso intenso de sistemas informacionais relacionam-se menos ao fato de haver demanda de atenção, e mais a quais os mecanismos atencionais envolvidos. Quando lidamos com múltiplos dispositivos que exigem atenção voluntária, há maior comprometimento de recursos cognitivos e diminui a possibilidade de processamento paralelo. O que ocorre atualmente é que há um excesso de sistemas computacionais que ativam principalmente a nossa atenção voluntária. A tentativa de lidar em paralelo com dispositivos que naturalmente consomem mais recursos cognitivos e são mais propensos a um processamento serial, pode favorecer a ocorrência de fadiga e estresse. Ao propor o desenvolvimento de soluções que atuassem na periferia de nossa atenção, Weiser provavelmente se referia a privilegiar soluções que envolvessem principalmente processos atencionais automáticos. Isto é percebido

quando o autor comenta sobre a necessidade de projetar sistemas que nos informem mas nos deixem livres para realizar outras atividades paralelamente – justamente uma das características dos mecanismos atencionais automáticos.

Dentre as diversas linhas de pesquisa reunidas sob o largo chapéu da computação ubíqua, destacam-se alguns trabalhos que demonstram especial preocupação em investigar maneiras de dispor informações sem sobrecarregar nossa atenção. São os **sistemas de informação ambiente** (*ambient information systems*)⁹⁰, sistemas que "apresentam continuamente informações que podem ser monitoradas pelas pessoas sem exigir o foco de sua atenção" (MANKOFF e DEY, op. cit., p.210, tradução minha). Nesses sistemas a apresentação das informações é feita de forma a demandar menor esforço cognitivo para sua percepção:

Sistemas de informação ambiente (...) são não-invasivos e fornecem informação útil enquanto se mesclam suavemente ao nosso entorno. Essas tecnologias são pensadas para serem minimamente percebidas fora do foco direto de atenção de uma pessoa, provendo um processamento pré-atencional da informação, sem distrair excessivamente. Exemplos destes sistemas vão desde grandes *displays* públicos até pequenos ícones animados na barra de programas dos computadores Macintosh. (HAZLEWOOD et al, 2007, tradução minha)⁹¹.

Um dos primeiros exemplos conhecidos desse tipo de sistema de informação é o *Dangling String* (também conhecido como *Live Wire*), um projeto desenvolvido pela artista Natalie Jeremijenko no centro de pesquisa da Xerox em Palo Alto (Xerox PARC). Trata-se de uma instalação, na qual um fio de plástico é ligado a um motor elétrico instalado no teto de uma sala. O motor está conectado à rede interna da instituição por um cabo *ethernet*, de maneira que o fluxo de dados da rede interfere diretamente no seu movimento: quando há um fluxo intenso de dados, o motor gira rapidamente, enquanto um fluxo reduzido faz com que o motor gire lentamente. O fio de plástico acompanha o movimento do motor, produzindo um ruído quando em movimento acelerado. A combinação de

⁹⁰ Na bibliografia consultada, há diferentes termos para se referir a projetos dessa natureza: *ambient displays*, *peripheral displays* etc. O termo 'display' normalmente implica soluções que utilizam telas e/ou monitores para apresentação de dados. No entanto, existem diversas soluções que não dependem desse meio de exibição. Em 2007 e 2008 ocorreram *workshops* específicos com pesquisadores que tratam desse tema, durante a conferência *Pervasive 2007*, e a décima edição da *International Conference on Ubiquitous Computing*, respectivamente. Nesses *workshops* adotou-se o termo *ambient information system*, que traduzi aqui para **sistemas de informação ambiente**, na ausência de uma tradução em português. A opção por essa terminologia vem da aproximação com a idéia de "música ambiente", um termo comumente utilizado com sentido semelhante ao que se pretende aqui, de algo que é percebido sem chamar atenção para si. Cumpre destacar ainda que existe também a denominação "sistemas de informação ambiental", com sentido diverso, referindo-se normalmente a sistemas de monitoramento de condições do meio-ambiente.

⁹¹ Ambient information systems (which include ambient, peripheral, glance-able, and subtle displays) are non-invasive and provide useful information while blending smoothly into our surroundings. These technologies are meant to be minimally attended and perceivable from outside the range of a person's direct attention, providing pre-attentive processing without being overly distracting. Examples range from large ubiquitous public displays to small bouncing icons on the Macintosh's dock.

movimento e ruído é facilmente percebida à distância, sem interferir em qualquer ação que esteja ocorrendo. A idéia da instalação não era informar com exatidão a quantidade de dados trafegando na rede interna da instituição, mas dar uma noção geral desse fluxo, e assim permitir que as pessoas tivessem um indício visual que pudesse ser associado ao tráfego de dados. Quando o fio girasse freneticamente indicaria uso intenso da rede, e tornaria explícito, por exemplo, o motivo de um site na Internet demorar tanto a carregar naquele momento.



Figura 20: Dangling String (fonte: <http://nano.xerox.com/weiser/calmtech/calmtech.htm>)

Embora não tenha sido projetado a partir desse referencial teórico, a instalação *Dangling String* é um exemplo típico de sistema de informação ambiente. Estes sistemas normalmente apresentam informações de maneira discreta, sem demandar atenção voluntária, dando suporte constante ao monitoramento de informação não-crítica.

Existe uma diversidade de projetos que podem ser classificados como sistemas de informação ambiente, desenvolvidos tanto como pesquisas acadêmicas quanto como produtos comerciais, ou ainda como instalações artísticas. A partir da análise desses projetos, pesquisadores têm se preocupado em

identificar parâmetros de design que podem influenciar na eficiência⁹² de sistemas dessa natureza, e assim auxiliar no desenvolvimento de *ambient information systems*.

Mankoff e Day (2003) propõem um conjunto de dez heurísticas para o projeto de *ambient information systems*, baseadas nas heurísticas de usabilidade propostas anteriormente por Nielsen (1994). Embora as heurísticas sirvam como parâmetros para auxiliar na fase de concepção dos sistemas, normalmente se aplicam mais como ferramentas de avaliação de sistemas existentes:

- design e apresentação de informação suficiente;
- mapeamento consistente e intuitivo;
- correspondência entre o sistema e o mundo real;
- visibilidade do estado [da informação];
- design agradável e estético;
- informação útil e relevante;
- visibilidade do estado do sistema;
- fácil transição para informação aprofundada;
- "periferalidade" do display;
- prevenção de erros e controle do usuário.

De maneira semelhante, Rohrbach, Forlizzi e Matthews (2006), analisam sistemas de informação ambiente e propõem quatro "princípios de design":

- corresponder às expectativas do usuário;
- usar representações abstratas;
- fazer distinções visuais;
- manter a consistência.

Pousman e Stasko (2006) propõem uma taxionomia, a partir de quatro categorias ou "padrões de design":

- capacidade informacional;

⁹² O termo *eficiência* é de difícil delimitação, sendo algumas vezes confundido com *eficácia*. A norma ISO 9241 estabelece eficiência como sendo a "precisão e completeza com que os usuários atingem seus objetivos, em relação à quantidade de recursos gastos". A mesma norma estabelece eficácia como sendo "a precisão e completeza com que os usuários atingem objetivos específicos, acessando a informação correta ou gerando os resultados esperados". Aqui nos referimos mais à eficiência, no sentido de economia de recursos, como implícito na definição da norma ISO 9241. Embora a própria medição de eficiência seja passível de diferentes métodos e métricas, ao analisar os trabalhos que tratam de sistemas de informação ambiente é possível perceber alguns critérios básicos recorrentes como métricas relacionadas à eficiência: o grau de intrusão que um sistema promove (normalmente, quanto menor, melhor); a facilidade de desenvolver atividades em paralelo à utilização do sistema; o grau de exatidão relacionado à percepção da informação, isto é, se a informação veiculada foi compreendida. Cumpre destacar que a própria definição das métricas e dos métodos para sua aferição é um tema específico de diversas pesquisas nessa área. No entanto, de maneira geral percebe-se uma noção de eficiência que engloba os critérios descritos aqui.

- nível de notificação
- fidelidade de representação
- ênfase estética.

Tomisch, Kappel, Lehner e Grechenig (2007), após analisarem 19 sistemas de informação ambiente, apresentam 9 "dimensões de design", isto é, categorias gerais que descrevem o comportamento dos sistemas analisados. Estas dimensões de design formam a base de uma taxionomia proposta pelos autores, que serviria tanto para descrever e caracterizar sistemas de informação ambiente existentes, quanto para orientar o projeto de novos sistemas. São elas:

- nível de abstração;
- transição;
- nível de notificação;
- gradiente temporal;
- representação;
- modalidade;
- fonte;
- privacidade;
- dinâmica de entrada de dados.

Um trabalho mais extenso é apresentado por Matthews (2007), que chega a discutir as relações entre atenção e a maneira como percebemos sistemas de informação ambiente. Baseando-se na teoria da atividade, a autora analisa um conjunto de parâmetros a serem considerados no projeto desses sistemas, sem aprofundar-se na especificidade dos mecanismos atencionais envolvidos. Os parâmetros apresentados por Matthews levam em consideração os aspectos visuais e a relevância e complexidade das informações apresentadas, em um experimento realizado em um ambiente de trabalho no qual os sujeitos desempenham atividades ditas "principais" e monitoram atividades paralelas, através do que a autora chama de *glanceable displays*.

É interessante perceber que os trabalhos desses autores não chegam a explorar detalhadamente os diferentes mecanismos atencionais envolvidos no uso dos sistemas de informação ambiente analisados. Tomisch, Kappel, Lehner e Grechenig, ao proporem dimensões de design, especificam diferentes valores possíveis para a dimensão *níveis de notificação* que de certa forma se relacionam com a idéia de centro-periferia atencional. As métricas utilizadas nessa dimensão foram: ignorar; mudança imperceptível; perceber; interromper; demandar atenção.

A despeito de já haver um número considerável de pesquisas e projetos de sistemas de informação ambiente, pouco se discute sobre a relação entre estes sistemas informacionais e os diferentes mecanismos atencionais. Como vimos, a proposta dos *ambient information systems* é de privilegiar a periferia de nossa atenção, de modo que possamos nos envolver em atividades paralelas enquanto recebemos/monitoramos informações desses sistemas. Para tanto, desempenha papel importante o processo de habituação⁹³, que favorece a utilização da atenção automática, aumentando nossa capacidade de processamento paralelo. Em conseqüência, é de se esperar que esses sistemas possibilitem um rápido aprendizado e a criação de esquemas perceptivos, de maneira a facilitar a associação com nossa memória automática. Esses esquemas perceptivos pré-ativam nossa atenção, sem no entanto demandar atenção voluntária. Dessa forma o monitoramento de informação ocorre sem prejuízo de atividades paralelas. Ao mesmo tempo, permite que qualquer mudança das condições de exibição de informações promova o que Weiser chamava de "deslocamento da periferia para o centro", isto é, os esquemas perceptivos pré-ativados podem realizar uma captação da atenção "de-cima-para-baixo".

Tendo isso em perspectiva, a seguir são analisados diferentes sistemas de informação ambiente, buscando identificar quais os mecanismos atencionais envolvidos durante sua utilização.

5.1 Metodologia

5.1.1 Critérios de seleção

Dada a variedade de sistemas de informação ambiente existentes, alguns critérios foram utilizados para selecionar quais destes projetos seriam analisados.

⁹³ Convém resgatar a noção de habituação como o mecanismo pelo qual estímulos sensoriais que demandam processamento voluntário e consciente passam a ser processados de forma mais inconsciente e automática. Isto se dá, normalmente, por um aprendizado, por uma prática adquirida após repetidas exposições a esses estímulos. Claramente desempenham papel importante nesse processo a memória e o contexto de utilização, isto é, a pré-ativação de esquemas perceptivos pelo contexto. Esses fatores favorecem o deslocamento do processamento de estímulos sensoriais, de um extremo que envolve mais processos voluntários e conscientes dos mecanismos atencionais para o extremo que envolve mais processos automáticos e inconscientes. Esse deslocamento, realizado naturalmente pelo nosso organismo, é caracterizado como habituação.

1) Reconhecimento da comunidade científica

Foram priorizados aqueles projetos que tivessem sido apresentados em congressos científicos, ou ainda, citados em artigos científicos (como por exemplo, artigos que avaliam projetos de terceiros).

2) Adequação aos princípios da *Calm Technology*

Procurou-se observar se os projetos descritos se valiam do referencial teórico da *Calm Technology*, tanto explicitamente (isto é, se faziam referência direta ao trabalho de Mark Weiser) quanto implicitamente (isto é, se compartilhavam a mesma argumentação teórica, mesmo que não citassem o trabalho de Weiser).

3) Caracterização como Sistema de Informação Ambiente

Procurou-se observar se os projetos se auto-denominavam como sistemas de informação ambiente. Nota-se que alguns trabalhos, embora não façam qualquer referência à *Calm Technology* e/ou não se intitulem como sistemas de informação ambiente, alinham-se perfeitamente com seus princípios, razão pela qual foram incluídos na análise aqui apresentada.

4) Presença no mercado

Em função dos critérios anteriores, inicialmente foram priorizados projetos que tivessem, de alguma forma, recebido uma chancela da comunidade acadêmica. Em decorrência disso, os projetos que se encaixavam nesse critério eram em geral trabalhos acadêmicos, que nem sempre chegaram a gerar produtos finalizados. No entanto, haviam exemplos de produtos existentes no mercado, já em funcionamento e sendo comercializados, que mesmo sem se apropriar explicitamente do discurso da *Calm Technology* apresentavam todas as características que permitiriam classificá-los como sistemas de informação ambiente.

* * *

A partir desses critérios, chegou-se a uma lista de 12 projetos, a saber:

1. Ambient Umbrella
2. Aura Orb
3. Datafountain
4. Flash Bag
5. The Goodnight Lamp
6. The History Tablecloth
7. Ladybag
8. Power Point
9. Thirsty Light

10. The Whereabouts Clock
11. Wattson / Holmes
12. Weather Patterns

O projeto Ladybag em específico desdobra-se em duas propostas de aplicação, que por sua vez implicavam experiências de uso distintas. Nesse caso, como cada configuração envolvia diferentes mecanismos atencionais, foram feitas avaliações específicas para cada situação de uso. Além disso, em uma dessas configurações a análise também considerou duas perspectivas: a do usuário que aciona o produto, e a dos indivíduos que observam o produto em uso. Assim, o estudo de Ladybag acabou por gerar três avaliações distintas.

De maneira semelhante, o projeto Wattson compreende um sistema composto de duas instâncias (Wattson e Holmes), que envolvem os mecanismos atencionais de maneiras distintas. Dessa forma, foram feitas avaliações específicas para ambos os componentes do sistema.

É interessante notar a ausência de trabalhos brasileiros que atendessem aos critérios de seleção utilizados aqui. Até o momento de redação desta pesquisa, não foram identificados projetos no Brasil que pudessem ser classificados como sistemas de informação ambiente. A própria computação pervasiva ainda é um tema pouco explorado pelos pesquisadores brasileiros, especialmente no que se refere ao campo do design de interação. Até onde foi possível identificar, a discussão sobre esse tema no país parece ter se concentrado nos campos da ciência e engenharia de computação, focando principalmente em aspectos relativos à infra-estrutura de redes, protocolos de comunicação, gerência e compartilhamento de recursos computacionais etc., isto é, questões que muitas vezes prescindem inclusive de uma mediação com usuários. Especificamente no campo da interação humano-computador, é possível identificar no Brasil pesquisadores que trabalham com temáticas próximas, como a Realidade Aumentada e a Computação Vestível. No entanto, por algum motivo que escapa ao escopo de investigação da pesquisa aqui apresentada, no país ainda existem poucas propostas de produtos que efetivamente se apropriem dessa temática quando comparado aos nossos pares no exterior.⁹⁴

⁹⁴ O projeto mais próximo encontrado foi o Pix desenvolvido por Gabriela Carneiro, dentro do grupo de pesquisa Nomads, da Universidade de São Paulo (USP) <<http://www.nomads.usp.br/pesquisas/design/dos/pix/>>. No entanto, até o momento de redação desta tese, o projeto encontrava-se em estágio inicial de desenvolvimento e as informações disponíveis ainda não permitiam classificá-lo claramente como um sistema de informação ambiente.

5.1.2 Método de análise

Para cada sistema informacional analisado, procurou-se perceber o grau de envolvimento dos diferentes mecanismos atencionais, a saber: vigília; sondagem; atenção dividida; atenção seletiva. Além disso, procurou-se identificar se nos processos atencionais envolvidos prevalecem aqueles de natureza automática ou os de natureza voluntária. Finalmente, buscou-se perceber se os sistemas favorecem o mecanismo de habituação através de uma utilização prolongada. Cumpre ainda destacar que as análises aqui apresentadas basearam-se na descrição dos projetos, a partir da documentação existente (artigos científicos, vídeos de apresentação, brochuras e manuais de uso), e em análises anteriores feitas por outros pesquisadores.

Para proceder a análise, utilizou-se uma matriz, baseada no método de **diferencial semântico** (Osgood, Suci e Tannenbaum, 1957). Cada mecanismo atencional foi considerado como uma categoria de análise. Em cada sistema analisado, procurou-se perceber o grau de envolvimento de um dado mecanismo atencional, atribuindo-lhe uma posição dentro de uma escala dividida em cinco níveis. Um dos extremos da escala está associado a uma situação de pouco envolvimento do mecanismo atencional, enquanto o outro extremo da escala indica muito envolvimento daquele mecanismo atencional. Essas análises são apresentadas aqui como diagramas, para facilitar a visualização e o entendimento. Posteriormente, outro conjunto de diagramas apresenta a comparação de todos os produtos em uma mesma categoria de análise, mantendo-se a escala dividida em cinco níveis e agrupando os produtos de acordo com o grau de envolvimento do mecanismo atencional em questão.

Além da análise específica relativa aos mecanismos atencionais, para cada sistema estudado procurou-se identificar também o contexto de produção, o contexto de aplicação e uso, e a relação entre o tipo de informação veiculada e natureza da comunicação estabelecida com o usuário. Essas categorias de análise serão explicadas em detalhe a seguir.

A análise de cada sistema de informação ambiente foi organizada em uma ficha, na qual as diferentes classificações de cada categoria de análise foram representadas por ícones, de maneira a sintetizar e facilitar a compreensão das análises.

5.2 Descrição e análise dos sistemas

Dos doze sistemas analisados, metade é constituída de protótipos experimentais, desenvolvidos como parte de pesquisas científicas em andamento (Aura Orb, Datafountain e The Whereabouts Clock), ou de pesquisas já finalizadas (The History Tablecloth e Power Point), ou ainda como projetos desenvolvidos por estudantes (Ladybag). Dos projetos restantes, cinco foram desenvolvidos visando a sua comercialização (Ambient Umbrella, Flash Bag, The Goodnight Lamp, Thirsty Light e Wattson/Holmes). Dois destes projetos ainda encontram-se em fase de protótipo, buscando captar recursos e investidores para viabilizar a produção em larga escala e posterior comercialização (The Goodnight Lamp e Flash Bag). Apenas um dos sistemas analisados foi desenvolvido por encomenda de um cliente específico (The Weather patterns, para a York Art Gallery). Para efeitos de análise, os sistemas foram classificados em dois grandes grupos: projetos desenvolvidos no âmbito acadêmico e projetos desenvolvidos comercialmente.

A partir da análise dos sistemas, é possível perceber contextos de uso distintos. No que se refere ao ambiente de aplicação, quatro dos doze projetos foram desenvolvidos prioritariamente para uso no ambiente doméstico (The Goodnight Lamp, Thirsty Light, Wattson/Holmes, The History Tablecloth), ao passo que três podem ser aplicados tanto no ambiente domiciliar quanto no trabalho (Aura Orb, The Whereabouts Clock e Flash bag). Três projetos são para uso em ambientes externos (Ladybag, Data Fountain e Weather Patterns), sendo dois destas instalações (Datafountain e Weather Patterns). Apenas o Ambient Umbrella pode ser interpretado tanto como para uso no ambiente domiciliar, no trabalho ou em ambientes externos.

No que se refere à natureza da comunicação estabelecida com o usuário, dos sistemas analisados sete foram desenvolvidos para comunicar dados prioritariamente na esfera individual (Ambient Umbrella, Aura Orb, Flash bag, The History Tablecloth, Power Point, Thirsty Light, Wattson/Holmes). Dois foram projetados para favorecer a comunicação entre indivíduos distintos (The Goodnight Lamp e The Whereabouts Clock). Dois sistemas foram desenvolvidos para transmitir informações para várias pessoas simultaneamente, na esfera pública (Datafountain e Weather patterns). Apenas o projeto Ladybag, por apresentar diferentes configurações possíveis, pode funcionar tanto para informar dados na esfera individual, quanto para favorecer a comunicação entre indivíduos distintos.

Pode-se ainda classificar os sistemas de informação ambiente analisados de acordo com a escala. De maneira análoga a um trabalho anterior de Weiser (1993), no qual descreve os primeiros protótipos de computação ubíqua desen-

volvidos a partir de três formatos básicos (*tabs*, *pads* e *boards*), os sistemas analisados foram classificados em três tamanhos. Projetos que podem ser manipulados com uma das mãos, e são facilmente transportados (em bolsas, bolsos, por exemplo) foram agrupados no menor formato (Flash bag, Power Point e Thirsty Light). Os sistemas de tamanho médio, que normalmente são utilizados sobre uma superfície, constituíram o maior grupo, com sete componentes (Ambient Umbrella, Aura Orb, The Goodnight Lamp, The History Tablecloth, Lady-bag, The Whereabouts Clock, Wattson/Holmes). Apenas dois projetos foram classificados no maior tamanho, cuja própria escala implica uma relação com a arquitetura, com o espaço construído (Datafountain e Weather Patterns).

Essas características foram representadas por ícones, que acompanham a ficha de análise de cada sistema. Os ícones, e seus significados, são os seguintes:

Quanto à origem		Quanto ao ambiente de aplicação	
	Pesquisa acadêmica		Ambiente interno, domiciliar
	Produto comercial		Ambiente interno, de trabalho
			Ambiente externo
Quanto à natureza da comunicação		Quanto à escala	
	Esfera individual		Pequeno
	Comunicação interpessoal		Médio
	Esfera pública, coletiva		Grande

Tabela 5: Ícones usados na classificação dos sistemas

Após proceder a análise, os sistemas foram classificados da seguinte forma:

SISTEMA	ORIGEM	AMBIENTE	COMUNICAÇÃO	ESCALA
Ambient Umbrella		  		
Aura Orb		 		
Datafountain				
Flash bag		 		
The Goodnight Lamp				
The History Tablecloth				
Ladybag			 	
Power Point				
Thirsty light				
The Whereabouts Clock		 		
Wattson/Holmes				
Weather patterns				

Tabela 6: Classificação dos sistemas de informação ambiente

A seguir, são apresentadas as análises de cada um dos sistemas de informação ambiente selecionados.

5.2.1 Ambient umbrella



esfera individual



produto comercial



escala média



ambiente interno domiciliar



ambiente interno de trabalho



ambiente externo

O Ambient Umbrella é um guarda-chuva que "avisa" quando vai chover. Se a previsão do tempo para o dia for de chuva ou de neve, o cabo do guarda-chuva emite uma luz (figura 21).



Figura 21: Ambient Umbrella. Se a previsão do tempo for de chuva, granizo ou neve, a luz do cabo acende.



Figura 22: Ambient Umbrella em uso.

O guarda-chuva recebe informações sobre o clima por ondas de rádio, do site AccuWeather.com, especializado em serviços meteorológicos. Dependendo do prognóstico, a luz do cabo acende indicando chuva, garoa, neve, e trovoadas. Do ponto de vista do usuário, trata-se de um guarda-chuva comum, que simplesmente acende a luz do cabo quando vai chover. A proposta da empresa que criou o produto é que a tecnologia envolvida no processo não seja percebida, como anunciado em seu site⁹⁵:

Nossos padrões permitem o desenvolvimento de uma tecnologia que não parece mais com tecnologia. Essa "tecnologia educada" não requer uma infra-estrutura computacional ou técnica para funcionar, permitindo que a tecnologia seja transparente. [...] Quando a tecnologia se torna transparente as oportunidades para sua implementação se expandem para muitos consumidores e situações nas quais a tecnologia normalmente não é encontrada. Assim como relógios, *ambient displays* podem ser incorporados a objetos do dia-a-dia para prover acesso rápido e intuitivo às informações mais relevantes para os consumidores. (tradução minha)⁹⁶

Para utilizar o produto, no entanto, é necessário proceder um cadastro inicial no site da empresa. Uma vez cadastrado no site, é preciso informar qual o número de série do produto e o código postal da localidade onde se encontra

⁹⁵ <http://www.ambientdevices.com>

⁹⁶ Our standards allow development of technology that no longer feels like technology. This "polite technology" requires no computer or technical infrastructure to operate, allowing the technology to be transparent. [...] When technology becomes transparent the opportunities for implementation expand to many customers and situations where technology is not typically found. Like clocks, *ambient displays* can be embedded in everyday objects to provide glanceable access to the information customers care about most.

(figura 23). Não haverá necessidade de repetir esta operação no futuro, a não ser que se queira monitorar as condições climáticas de outra localidade.⁹⁷

The image shows a screenshot of the 'myAmbient' website. At the top, there is a navigation menu with links for 'My Devices', 'My Account', 'Customer Support', 'Ambient Products', 'About Ambient', and 'InTouch Text™ Messaging'. The 'ambient' logo is in the top right corner with the tagline 'information at a glance.™'. Below the navigation, there is a header area with 'Add a New Device' and a welcome message 'Welcome, mauro pinheiro. Log Out'. The main content area is titled 'Add Device' and contains a form with the following fields: 'Serial Number:' (required), 'Device Name:' (required), and 'Device's Physical Location' section with 'Zip Code:' (required). There are 'SAVE' and 'CANCEL' buttons at the bottom of the form. The footer contains 'Customer Support Toll Free: 1-866-311-1999 Email', 'Copyright © 2009 Ambient Devices', and links for 'Privacy Policy' and 'Terms of Use'.

Figura 23: Site da empresa *Ambient Devices*. Ativação de um novo produto.

A quantidade de informação veiculada é mínima e é apresentada de forma não intrusiva. Ao associar a previsão do tempo a um objeto diretamente relacionado com as condições climáticas, o sistema cria um contexto de uso favorável: a consulta meteorológica se dá diretamente no momento de decisão sobre a necessidade de uso do guarda-chuva, sem interferir na rotina diária. Sua utilização **permite a habituação**, envolvendo basicamente a **atenção automática**. Como a consulta à previsão do tempo é feita de forma quase instantânea, sem comprometer muitos recursos cognitivos, é possível realizar atividades em paralelo. Nesse caso a **atenção dividida** pode ser acionada, uma vez que a informação veiculada pelo guarda-chuva é percebida demandando pouco esforço.

Ambient Umbrella é um caso típico de projeto que, a despeito de não fazer menção explícita ao referencial teórico da *Calm Technology*, é perfeitamente classificável como um sistema de informação ambiente. Inclusive, ao consultar o site da empresa *Ambient Devices*, desenvolvedora do produto, não é possível perceber que os conceitos por trás do projeto são os mesmos da *Calm Techno-*

⁹⁷ A empresa *Ambient Devices* tem diversos produtos semelhantes, que fazem monitoramento de dados diversos, como as condições climáticas, variações de ações do mercado financeiro, resultados do campeonato esportivo de baseball etc. Dependendo do produto, poderá haver mais configurações além do que foi descrito aqui, sendo necessário portanto efetuar mais passos no processo inicial de preparação do sistema. Para o *Ambient Umbrella*, entretanto, a informação do código postal já é suficiente para o uso inicial.

logy, como identifica-se John Seely Brow⁹⁸, Hisoshi Ishii⁹⁹, Richard Saul Wurman¹⁰⁰ como membros do conselho consultivo (*advisory board*), e Nicholas Negroponte¹⁰¹ como membro da diretoria (*board of directors*) da empresa¹⁰².

⁹⁸ John Seely Brown foi pesquisador do Xerox Palo Alto Research Center, e é o co-autor, junto com Mark Weiser, dos textos seminais sobre Calm Technology.

⁹⁹ Hiroshi Ishii é diretor do MIT Media Lab's Things That Think (TTT) Consortium e é diretor do MIT Media Lab's Tangible Media Group, grupos de pesquisa que exploram temas relacionados à computação ubíqua.

¹⁰⁰ Richard Saul Wurman, arquiteto de informação (termo que ele mesmo cunhou e que hoje é usado em todo o mundo), é autor do livro "Ansiedade de informação" (ver referência completa nas Referências) e um dos fundadores das conferências TED, que tratam de Tecnologia, Entretenimento e Design.

¹⁰¹ Nicholas Negroponte foi co-fundador e diretor MIT Media Lab, e autor do livro "A vida digital" (ver referência completa nas Referências).

¹⁰² Ao longo da elaboração deste trabalho, o site da empresa *Ambient Devices* <<http://www.ambientdevices.com/>> foi modificado, suprimindo a área que listava os membros do *Advisory Board*. Atualmente esta página só é acessível através do site Internet Archive <<http://www.archive.org/>>, que armazena cópias de versões anteriores de diversos sites na Internet. Um exemplo pode ser visto em:
<<http://web.archive.org/web/20050205072528/http://www.ambientdevices.com/cat/team.html>>

Ambient Umbrella



esfera individual



ambiente interno domiciliar



produto comercial



ambiente interno de trabalho



escala média



ambiente externo

envolvimento dos mecanismos atencionais

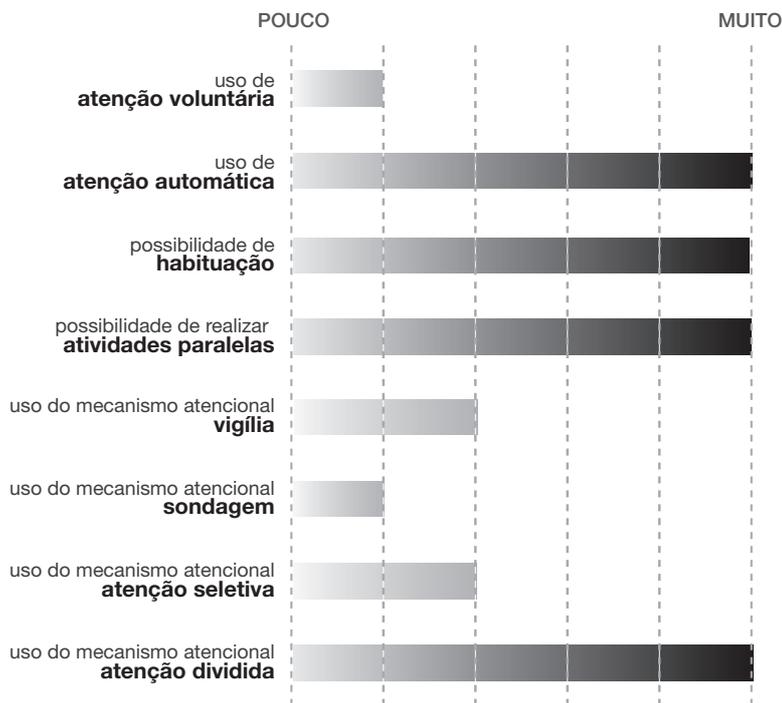
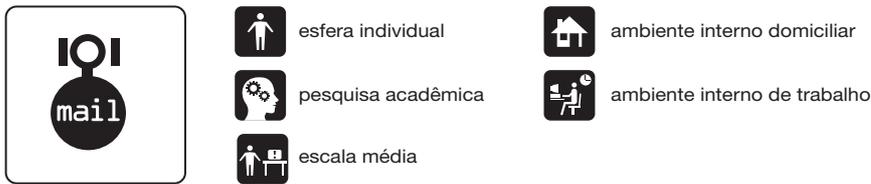


Figura 24: Análise do Ambient Umbrella

5.2.2 Aura Orb



Aura Orb é um sistema de informação ambiente que avisa quando chegam novas mensagens de email em um computador. O projeto foi desenvolvido por pesquisadores do *Human Media Lab*, da *Queen's University*, em Ontário, Canadá. Apesar do protótipo inicial ter sido configurado para monitorar a caixa de mensagens de uma conta de email, o dispositivo pode ser programado para informar mudanças de estado de outros sistemas de informação além do email. A idéia é que o produto seja uma alternativa para notificações de atividades paralelas que ocorrem no próprio computador, mas sem interromper a atividade principal. O sistema completo consiste de um sensor para captar o movimento dos olhos, localizado no próprio *Aura Orb*, e outro sensor semelhante, próximo ao computador no qual se desenvolve a atividade principal.



Figura 25: *Aura Orb*: o globo ilumina-se quando novos emails chegam na caixa postal. Ao perceber o olhar do usuário em sua direção, o globo exibe a quantidade de mensagens recebidas e/ou o cabeçalho da mensagem (título e remetente).

Ao serem identificadas novas mensagens, o globo do *Aura Orb* se ilumina levemente, sem demandar nenhuma ação imediata de seu usuário. Os sensores conseguem perceber quando o olhar do usuário passa do computador para o *Aura Orb*, alterando o seu funcionamento de acordo com o grau de atenção dispensada a ele. Dessa forma, quando se olha diretamente para o *Aura Orb* ele deixa de emitir uma luz suave, e passa a exibir o cabeçalho (remetente e título)

da mensagem recebida, através de um pequeno painel de LEDs com capacidade para reproduzir caracteres alfa-numéricos. Quando há mais de uma mensagem nova na caixa postal, ao invés de exibir o cabeçalho o *Aura Orb* exibe o número de mensagens novas, para depois de um breve intervalo de tempo apresentar o cabeçalho da primeira mensagem. A partir daí, o sistema depende de alguma ação do usuário: caso ele toque na superfície do *Aura Orb*, exibe-se o cabeçalho da próxima mensagem. Ao dar um duplo-toque na superfície do aparelho, a mensagem completa é aberta na tela do computador de trabalho.

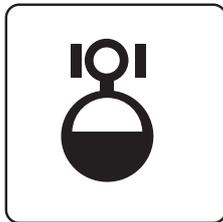
O *Aura Orb* trabalha em dois estágios. No primeiro estágio, quando simplesmente informa sobre a chegada de novas mensagens com um brilho luminoso em sua superfície, favorece o processamento paralelo de informação. A carga informacional é mínima, e os usuários podem perceber a mudança de estado sem necessitar deslocar o foco de suas atividades para o aparelho. Utiliza-se principalmente o mecanismo atencional de atenção dividida, e o uso da atenção automática.

Num segundo estágio, quando o usuário dirige seu olhar para o aparelho, há o uso do mecanismo atencional de sondagem, para observar as informações dispostas na superfície e para "navegar" entre os cabeçalhos das diferentes mensagens. Nesse momento, há o comprometimento da atenção voluntária e trabalha-se com o mecanismo atencional de atenção seletiva.

Os testes com usuários indicaram uma preferência por este sistema de notificação, comparado com outros que ocorrem no próprio computador de trabalho (ALTOSAAR et al, 2006). Embora tenha havido críticas quanto à dificuldade de se obter uma visão geral sobre o conteúdo das mensagens quando havia mais de uma mensagem nova na caixa postal, a maioria dos participantes do teste achou o produto agradável de usar. O ponto destacado como positivo foi justamente a possibilidade de ser informado sobre novas mensagens na caixa postal, sem a interrupção de tarefas no computador. A possibilidade de fazer um breve julgamento sobre a importância da mensagem pela visualização rápida do cabeçalho no próprio *Aura Orb*, para só então decidir ou não interromper a atividade principal para ler a mensagem completa, foi destacado como um ponto positivo do sistema. Finalmente, a maneira sutil como o aparelho pulsava quando chega-

vam novas mensagens, sem demandar muitos recursos cognitivos para ser percebido, também foi avaliada de forma positiva pelos participantes.¹⁰³

Aura Orb (primeira etapa de uso)



esfera individual



ambiente interno domiciliar



pesquisa acadêmica



ambiente interno de trabalho



escala média

envolvimento dos mecanismos atencionais

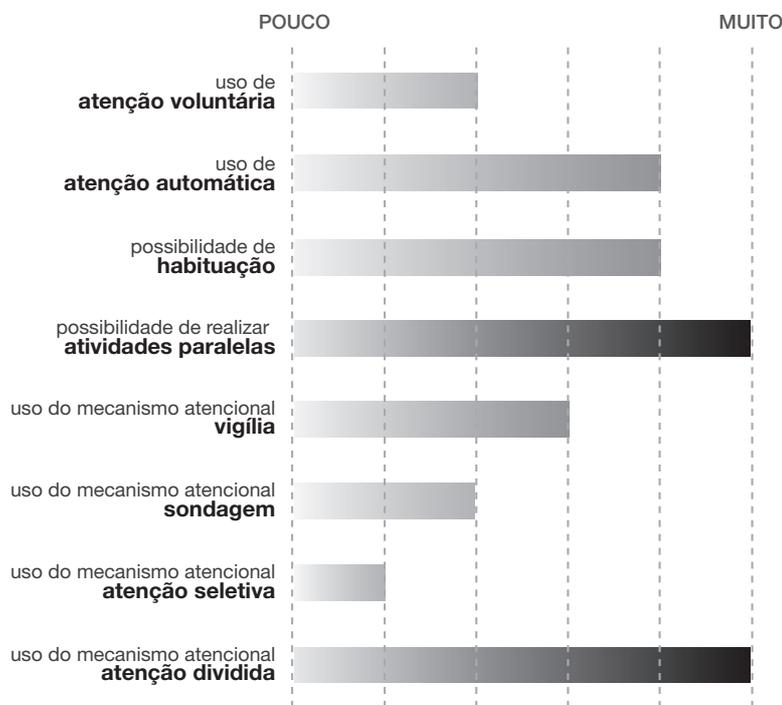
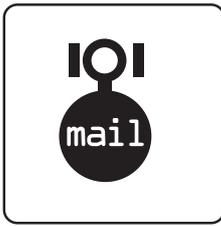


Figura 26: Análise do Aura Orb, primeira etapa de uso

¹⁰³ Nos testes realizados com o *Aura Orb*, foram feitas diferentes configurações do sistema para avaliar o grau de interrupção aceitável pelos participantes. Em um modelo de teste, ao invés de apresentar uma luz suave ao serem identificadas novas mensagens na caixa postal, optou-se por já exibir o cabeçalho das mensagens no painel de LEDs. A luminosidade dos LEDs é bem mais intensa do que o padrão luminoso utilizado na primeira configuração, e isso foi notado de maneira negativa pelos participantes. Ao que tudo indica, a luminosidade excessiva dos LEDs aliada ao movimento dos caracteres no painel chamava mais atenção do que o desejado, forçando uma situação de atenção dividida que atrapalhava a realização da ação principal. Isto é compreensível, uma vez que as atividades a serem realizadas no computador principal, durante o experimento, eram sempre atividades que demandavam alto nível de atenção voluntária, que implica um processamento serial das informações, sendo portanto mais difícil de manter uma situação de atenção dividida - que normalmente funciona melhor com processamento paralelo de informações.

Aura Orb (segunda etapa de uso)



esfera individual



ambiente interno domiciliar



pesquisa acadêmica



ambiente interno de trabalho



escala média

envolvimento dos mecanismos atencionais

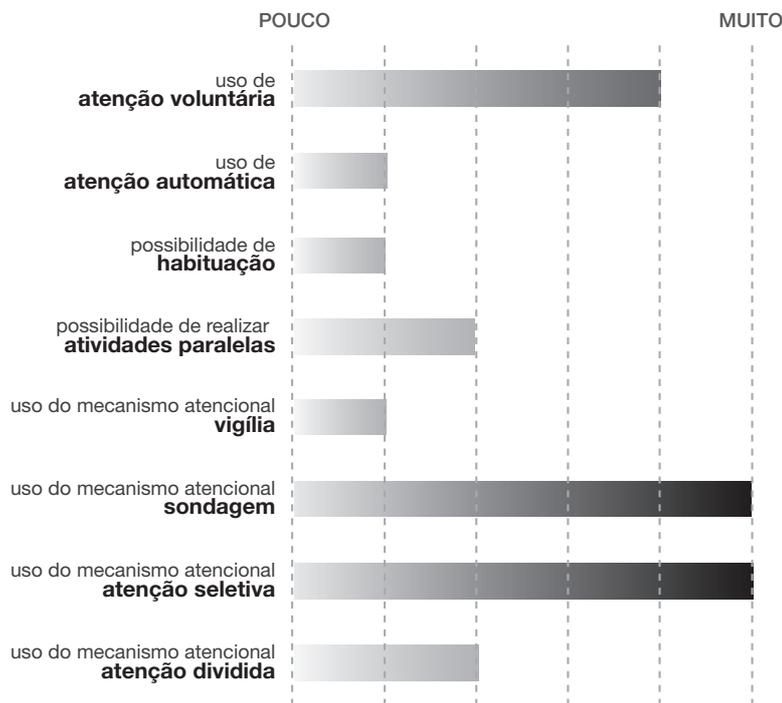


Figura 27: Análise do Aura Orb, segunda etapa de uso

5.2.3 Datafountain



esfera pública, coletiva



ambiente externo



pesquisa acadêmica



escala grande

Datafountain é uma instalação na qual fontes de água têm sua vazão diretamente relacionada às variações das taxas de câmbio do Yen, Euro e Dólar – ¥€\$ (figura 28). Dessa forma, a altura das colunas d'água indica a flutuação das taxas da câmbio. Koert van Mensvoort, autor do projeto e professor do departamento de desenho industrial da *Eindhoven University of Technology*, questiona a necessidade de haver tantos *displays* de informação povoando nosso cotidiano, e propõe maneiras alternativas de apresentar dados. O projeto é assumidamente baseado nos princípios da *Calm Technology* de Mark Weiser. Koert afirma que a *Datafountain* torna implícita as informações que normalmente são apresentadas de forma explícita, isto é, dados sobre o mercado financeiro. A fonte não apresenta informação minuciosa, detalhada. Ao invés disso procurar associar a variação da taxa cambial com a altura dos jatos de água. A solução propõe também ser uma forma de integrar a informação à paisagem, o que o autor chama de informação decorativa:

A noção de apresentar informação 'explícita' em uma fonte de água é nova. O valor estético de uma fonte-display é um grande benefício ao design da informação. Sua presença não incomoda as pessoas que não estão interessadas nos dados; a informação é decorativa, ao invés de intrusiva. (MENSVOORT, S.d., tradução minha)¹⁰⁴

¹⁰⁴ The notion of displaying 'explicit' information onto the fountain is new. The aesthetic value of the fountain display is a huge benefit in information design. Its presence won't bother people who are not interested in the data; information decoration instead of information push.



Figura 28: Datafountain. A fonte monitora o mercado financeiro. A altura da coluna de água varia de acordo com a flutuação cambial do Yen, Euro e Dólar (¥€\$).



Figura 29: Os pesquisadores envolvidos na construção da Datafountain.

A proposta do autor é apropriar-se de um elemento normalmente com função meramente decorativa e acrescentar uma camada funcional, relacionada a veiculação de dados. A *Datafountain* é uma das possibilidades de aplicação, mas outros cenários são possíveis:

Quando vemos uma fonte no espaço público, sempre nos perguntamos o que o seu padrão de pulverização nos diz. É nosso objetivo futuro projetar fontes mais contextualizadas e também repensar as fontes existentes como displays de informações. No futuro, talvez seja considerado rude colocar no espaço público uma fonte que não tem nada a dizer. As informações apresentadas na fonte tornar-se-ão parte de uma discussão sobre a concepção do espaço público. O contexto desempenha um papel importante na comunicação; uma fonte em frente à estação de metrô provavelmente significa algo diferente do que uma fonte na frente da bolsa de valores. (MENSVOORT, S.d., tradução minha)¹⁰⁵

Embora o autor do projeto considere este sistema como um exemplo de *Calm Technology*, e ainda que suas características possibilitem sua inclusão no grupo dos sistemas de informação ambiente, pode-se questionar a adequação desta solução para a apresentação de dados que normalmente demandam

¹⁰⁵ When we see a fountain in public space, we always wonder what its spraying pattern tells us. It is our future goal to design more contextual datafountains and also to re-think existing fountains as information displays. Perhaps in the future, it will be considered rude to place a fountain in public space that has nothing to say. The information displayed on the fountain will become part of a discussion about the design of public space. The context plays an important role in the communicational value; a fountain in front of a metro station will probably mean something different than a fountain in front of a stock exchange.

maior precisão. A relação entre a taxa de câmbio, um valor exato e preciso, para a altura de um jato de água em uma fonte é pouco direta. Como destaca o Koert van Mensvoort, a proposta do projeto é exatamente discutir a possibilidade de transpor informações que normalmente são apresentadas de forma explícita (valores da taxa de câmbio de uma moeda) de maneira implícita. Não se espera que uma pessoa saiba com precisão qual a taxa de câmbio expressa pelo jato de água, mas sim que tenha uma idéia geral da variação do câmbio através da fonte. O autor faz um paralelo com as condições climáticas: é possível obter dados precisos sobre a condição do tempo através de serviços meteorológicos, mas também é possível intuir a previsão do tempo olhando o céu. Esse conhecimento no entanto advém da experiência. A proposta deste projeto é que o conhecimento sobre as taxas de câmbio seja construído com o uso continuado da *Datafountain*, de maneira que seja possível fazer a leitura intuitiva da fonte e associá-la efetivamente às informações do mercado financeiro.

Nesse processo de aprendizado das relações entre o comportamento da fonte e a variação efetiva das taxas cambiais, cumpre papel fundamental o mecanismo de **habituação**. Após continuada exposição ao sistema, é possível perceber a altura e o barulho das fontes de água e associar essas informações com as variações cambiais. Se por um lado o sistema não permite apresentar dados exatos, por outro essa característica favorece uma percepção intuitiva e rápida das informações, demandando poucos recursos cognitivos para fazer essa leitura. Assim, ao longo do tempo a atenção voluntária necessária no uso do sistema pode ser minimizada, favorecendo a atenção automática. Trata-se sobretudo de um sistema que trabalha com nossa atenção de forma paralela, sem concorrer com outras atividades. A fonte é percebida de forma periférica.

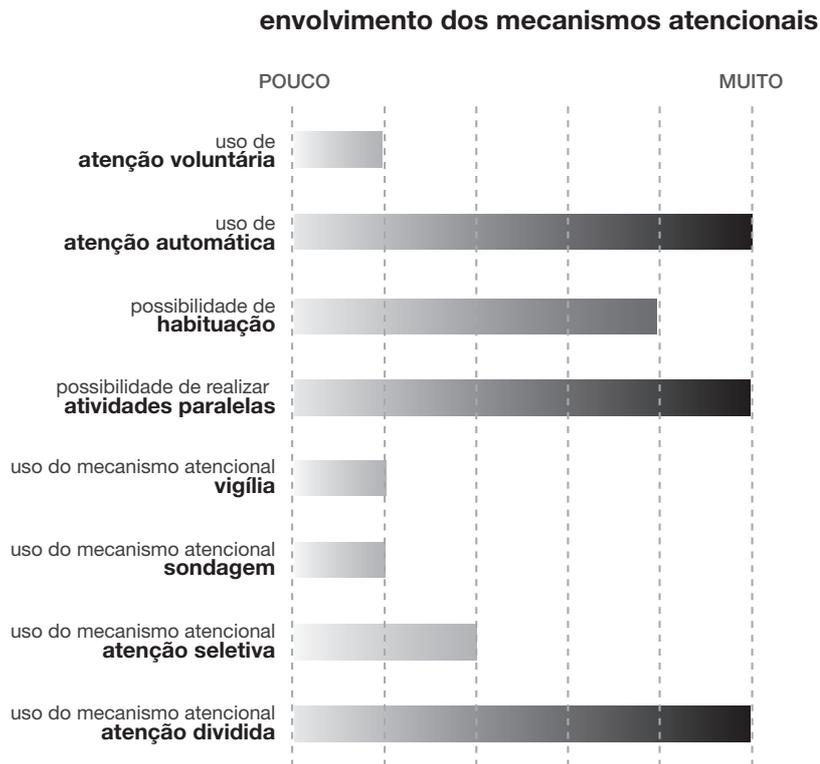
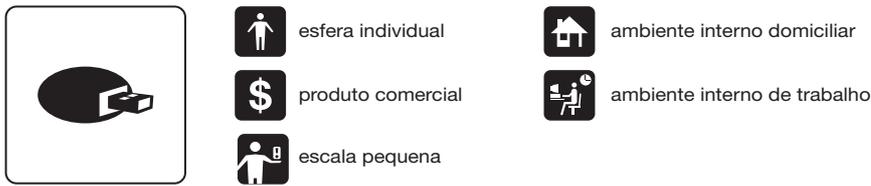


Figura 30: Análise da Datafountain

5.2.4 Flash bag



Flash bag é um *pen-drive*¹⁰⁶ que informa ao usuário quando está com sua capacidade de armazenamento "cheia", de maneira extremamente intuitiva: quando o *pen-drive* está sem espaço, isto é, está cheio, ele apresenta-se com o aspecto de um balão inflado. Quando mais espaço houver disponível, mais vazio ele parecerá.



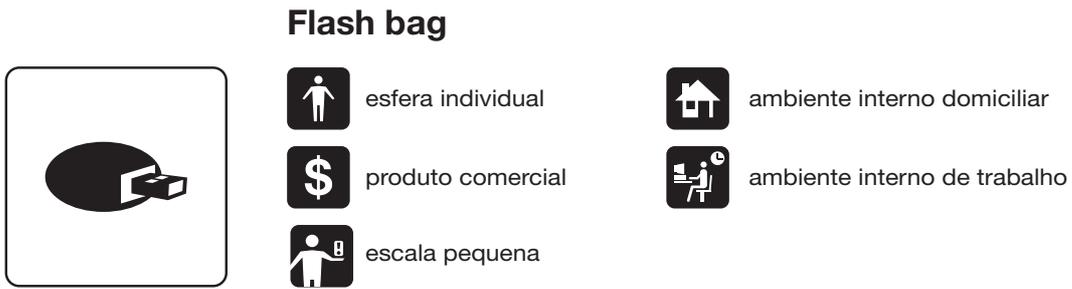
Figura 31: Flash bag. O pen-drive evidencia o espaço disponível para gravação.

¹⁰⁶ Unidade portátil de armazenamento de dados digitais, normalmente de pequenas dimensões. Pode ser conectada aos computadores para fazer a transferência de dados. É mais um de tantos meios de armazenamento de dados digitais, como o disco rígido, CD-ROM, disquete, DVD etc. Seu uso, no entanto, é mais associado ao transporte e transferência de dados de um computador para outro, do que para armazenamento definitivo de dados.

Flash bag é uma proposta do designer russo Dima Komissarov, ainda não disponível como produto no mercado¹⁰⁷. A solução não permite ter informações exatas sobre o espaço disponível no *pen-drive*, mas possibilita uma idéia aproximada de fácil percepção. Com o uso é possível habituar-se aos diferentes estados e apreender os limites de armazenamento relativos a cada configuração formal do *pen-drive*. Essa percepção envolve principalmente o mecanismo atencional de sondagem, sem comprometimento significativo de recursos cognitivos e permitindo facilmente a realização de atividades paralelas, isto é, em situação de atenção dividida.

Embora informe constantemente o estado do *pen-drive*, o projeto não trata de uma situação que normalmente demande monitoramento. A informação sobre o espaço disponível no *pen-drive* tem sentido no momento em que se faz uso do dispositivo, ou seja, em geral interessa saber se há espaço disponível quando se pretende utilizar o dispositivo de armazenamento. Nesse caso, a informação está completamente contextualizada, demandando poucos recursos cognitivos para ser percebida, e sem interromper qualquer atividade para seu uso. Obviamente, um *pen-drive* comum já é um objeto quase desprezível, que normalmente não interfere em qualquer atividade em andamento. Mas a proposta de acrescentar uma camada de informação em um objeto corriqueiro amplia a sua função, permitindo antecipar uma possível frustração ao se tentar utilizar um dispositivo "cheio", que já não comporta mais dados.

¹⁰⁷ O *site* com informações sobre o projeto deixa claro que se trata, até o momento, de uma proposta conceitual, ainda em desenvolvimento. Como não estava claro se o produto era viável ou apenas uma proposta completamente conceitual, entrei em contato com o autor por email, e fui informado que o projeto estava sendo feito com investimento próprio, o que tornou o processo demorado. Em dezembro de 2010, data da troca de mensagens, Dima Komissarov acreditava que em breve teria um protótipo pronto para produção em série.



envolvimento dos mecanismos atencionais

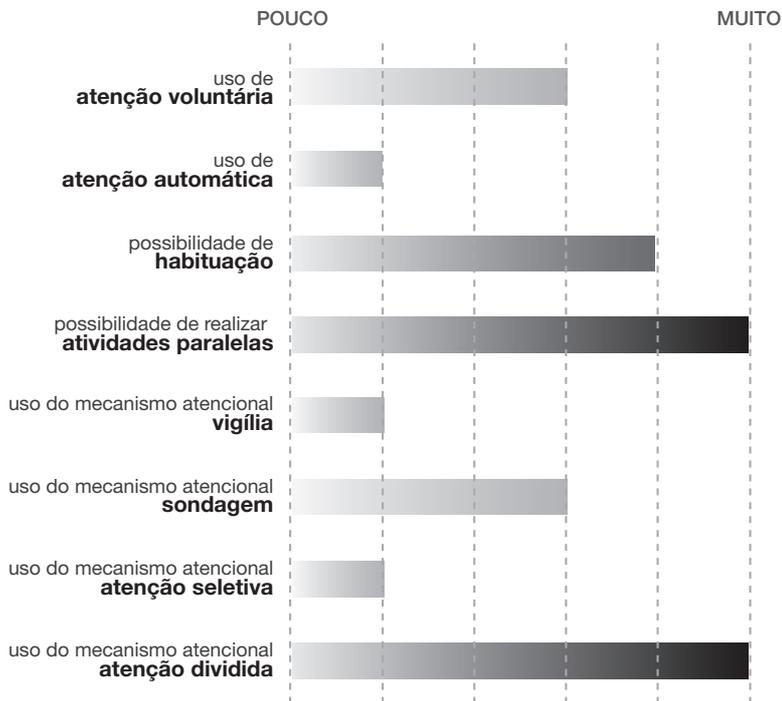


Figura 32: Análise do Flash bag

5.2.5 The Good Night Lamp



comunicação interpessoal



ambiente interno domiciliar



produto comercial



escala média

The Good Night Lamp é um sistema composto por um abajur "emissor" e pequenos abajures "receptores", conectados remotamente entre si. Quando um indivíduo chega em casa e acende a luz do seu abajur (o emissor), um sinal é enviado aos abajures receptores, remotamente conectados ao emissor, e a luz destes receptores também é acesa automaticamente. A proposta do projeto é que os pequenos abajures receptores permaneçam na casa de amigos e familiares, de modo a favorecer uma forma de comunicação remota entre essas pessoas. Assim é possível indicar quando se está "conectado": a luz acesa dos abajures remotos indica que uma pessoa ligou o seu abajur, o que convencionou-se indicar a sua presença em casa — ou ao menos a intenção de dizer que está acessível, mesmo que porventura não esteja no ambiente no qual se encontra o abajur.



Figura 33: The Good Night Lamp. Os abajures são conectados entre si, de maneira que ao acender o abajur grande, seus correspondentes também são acesos, mesmo à distância. (<http://www.goodnightlamp.com>)

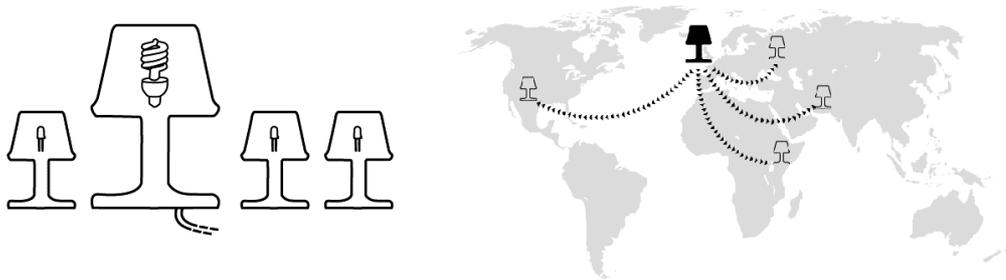


Figura 34: The Good Night Lamp. Cada abajur tem correspondentes em escala reduzida, aos quais estão conectados remotamente. Ao acender a luz do abajur, seus correspondentes também terão a luz acesa, indicando que a pessoa está acessível. (<http://www.goodnightlamp.com>)

A designer Alexandra Deschamps-Sonsino, criadora do projeto, acredita que existe uma mudança em curso na maneira como as pessoas vivem em sociedade; passamos a ter uma necessidade constante de estarmos acessíveis. De fato, nos últimos anos observamos a popularização de sites de redes sociais como Facebook, Orkut, Twitter e de programas de mensagens instantâneas (*instant messengers*) como MSN Messenger, Skype, a partir dos quais é possível manter contato com pessoas que não vemos com frequência e eventualmente acompanhar o dia-a-dia retratado a partir dos comentários, fotografias e outras informações pessoais tornadas públicas *online*. De maneira semelhante, a intensificação do uso de telefones móveis fez surgir a reboque a sensação de que estamos o tempo todo acessíveis, rastreáveis por esses aparelhos que já foram chamados de "coleiras eletrônicas" (*digital leashes*) (WEERAKKODY, 2008). Este tipo de comportamento reforça o que Alexandra chama de um sentimento de estarmos "always on, sometimes off". A designer acredita que no futuro vamos "aprender a compartilhar parte de nossas vidas com nossa família, nossos amigos e pessoas queridas de maneira sutil, com a ajuda de uma tecnologia mais sensível, invisível e inteligente" (DESCHAMPS-SONSINO, 2008, tradução minha)¹⁰⁸.

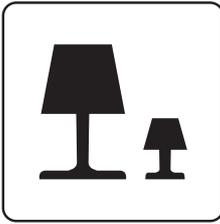
Aqui vemos a aplicação de um princípio popularizado nos programas de mensagens instantâneas, cuja interface em geral apresenta uma lista de pessoas do círculo de relações do usuário do programa. Cada pessoa na lista de contatos tem seu estado indicado por um símbolo. Se um indivíduo encontra-se *online*, com o programa em funcionamento, mas está ocupado em outras tarefas, pode alterar seu estado no programa, que passará a exibir uma indicação

¹⁰⁸ As we move towards a society of single households, our notion of community will change. Keeping in touch with people will gradually become more than being "always on, sometimes off". We will learn to share parts of our lives with our families, friends and lovers in more subtle ways with the help of an ever sensitive, invisible and intelligent technology.

visual de que a pessoa está ocupada. Da mesma forma, existem convenções visuais para diferentes estados dos usuários (*online*, invisível, ocupado, disponível, afastado etc.).

A apropriação do princípio usado nos *instant messengers*, de indicar visualmente o estado de uma pessoa no sistema (no caso da Good Night Lamp, a luz acesa indicando a presença, a luz apagada indicando que a pessoa está ausente) aplicado a um objeto tão comum quanto um abajur é um exemplo de sistema de informação ambiente. Um sistema de informação integrado ao ambiente, com carga informacional reduzida ao mínimo, de maneira que a comunicação não interfira em outras tarefas. Os abajures projetados por Alexandra integram-se à casa de maneira discreta, sem interferir nas ações dos moradores, envolvendo principalmente os mecanismos atencionais **automáticos**, sendo passíveis de habituação. É possível realizar atividades paralelas enquanto o sistema é consultado, em situação de atenção dividida. Embora na proposta atual somente dois estados sejam representados (aceso/presente ou apagado/ausente), seria possível convencionar outros estados pelo uso de variações da luminosidade, de maneira que cada situação luminosa indicasse um estado distinto do usuário (presente mas ocupado, por exemplo). Essa variação aumentaria o nível de atenção seletiva exigida para realizar a decodificação das informações, sem no entanto alterar significativamente a possibilidade de habituação e de realização de atividades simultâneas enquanto o sistema fosse consultado.

The Goodnight Lamp



comunicação interpessoal



ambiente interno domiciliar



produto comercial



escala média

envolvimento dos mecanismos atencionais

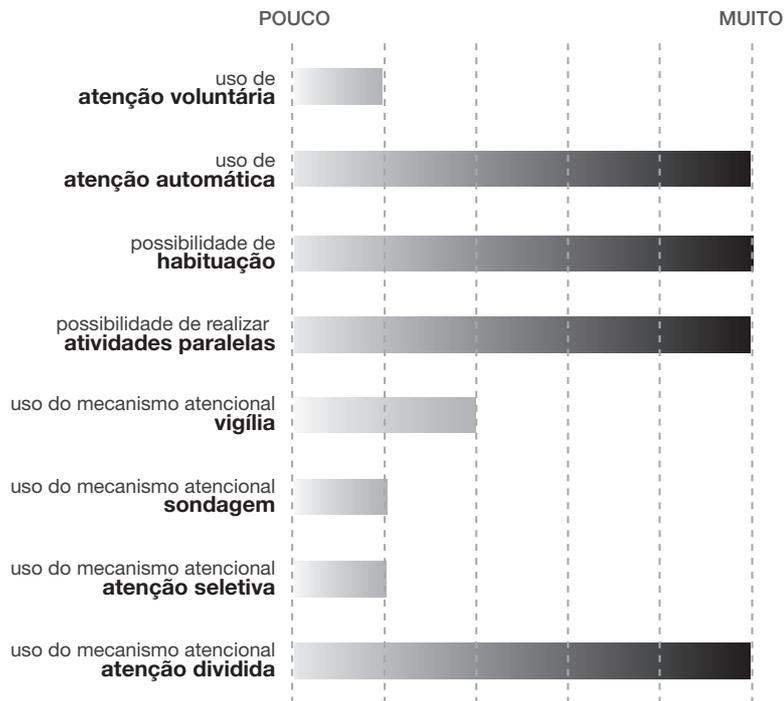
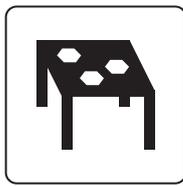


Figura 35: Análise da Goodnight Lamp

5.2.6 The history tablecloth



esfera individual



ambiente interno domiciliar



pesquisa acadêmica



escala média

The history tablecloth trata-se de uma mesa dotada de sensores e painéis eletroluminescentes, que reagem aos objetos colocados em sua superfície. Ao repousar um objeto sobre a mesa, os sensores de pressão da superfície reagem ao peso e acendem as células do painel luminoso que estão sob a região afetada. O número de células luminosas ativadas depende também do tempo de permanência dos objetos sobre a superfície – quanto mais tempo o objeto repousar sobre a mesa, maior será a quantidade de células acesas, aumentando o padrão iluminado. Ao retirar o objeto, as luzes vão diminuindo até o padrão desaparecer.



Figura 36: *The history tablecloth*. Padrões luminosos surgem quando objetos são deixados sobre a superfície da mesa. O histórico de uso da mesa passa a ser percebido pelos usuários.

A mesa foi desenvolvida como parte do projeto *Equator*, uma pesquisa interdisciplinar realizada na Inglaterra entre os anos 2000 e 2006, envolvendo cerca de 60 pesquisadores de áreas diversas como ciência da computação, psicologia, design, sociologia e artes, explorando a integração entre objetos e o ambiente digital.

Ao contrário de grande parte dos exemplos apresentados aqui, neste projeto não havia a intenção de monitorar dados externos, mas tornar visíveis padrões comportamentais simples, como o hábito de colocar determinados objetos sempre na mesma posição em uma mesa. Durante o experimento com o

produto¹⁰⁹, os participantes demonstraram comportamentos distintos em relação à mesa. Ora ignoravam o aspecto informacional da superfície (por exemplo, quando utilizavam a mesa para trabalhar) ora divertiam-se com ela explorando suas reações conscientemente, como se fora um brinquedo (como, por exemplo, quando preparavam a mesa para visitas, "limpando" os rastros anteriores e aguardando a chegada dos convidados para só então dispor os elementos sobre a mesa e observar suas reações).

Os diferentes modos como os participantes utilizaram o produto parecem relacionar-se com o nível de envolvimento com que desempenhavam atividades paralelas, e com o grau de atenção voluntária dedicada a essas atividades. Quando engajados em tarefas que demandavam muita atenção voluntária (como por exemplo, trabalhar com seus *laptops* sobre a mesa), tendiam a ignorar os padrões luminosos. Quando desempenhavam atividades e procedimentos automatizados, já internalizados, que demandavam poucos recursos cognitivos (por exemplo, preparar uma refeição), tendiam a dividir sua atenção com o que ocorria na mesa, notando os padrões e mesmo divertindo-se com eles enquanto realizavam tarefas em sua superfície.

Neste caso é de se notar que a baixa carga informacional veiculada pela mesa facilitou essa possibilidade de variações dos mecanismos atencionais envolvidos na sua utilização. Sobretudo, perceber ou não os padrões luminosos na mesa não interferia em absoluto com qualquer atividade paralela. As informações veiculadas não traziam qualquer consequência e não demandavam nenhuma ação como resposta. Por outro lado, a despeito dessa suposta "inutilidade" da mesa, ao ser incorporada à rotina diária ela foi um motivo para reflexão e tomada de consciência de hábitos e comportamentos antes imperceptíveis. Paradoxalmente, um objeto que demandava pouca atenção voluntária para si permitiu que seus usuários passassem a estar mais conscientes de atitudes que realizavam automaticamente.

Para efeito de análise, foi considerado o uso da mesa em situação de atenção dividida, isto é, quando não era o objeto central em uso.

¹⁰⁹ Como parte da pesquisa, a mesa foi colocada em uso na residência de um casal inglês durante quatro meses. Os pesquisadores fizeram observações no local ao longo desse período, assim como entrevistaram os moradores e visitantes ocasionais, tentando perceber os usos que fizeram da mesa e as interpretações para o seu comportamento.

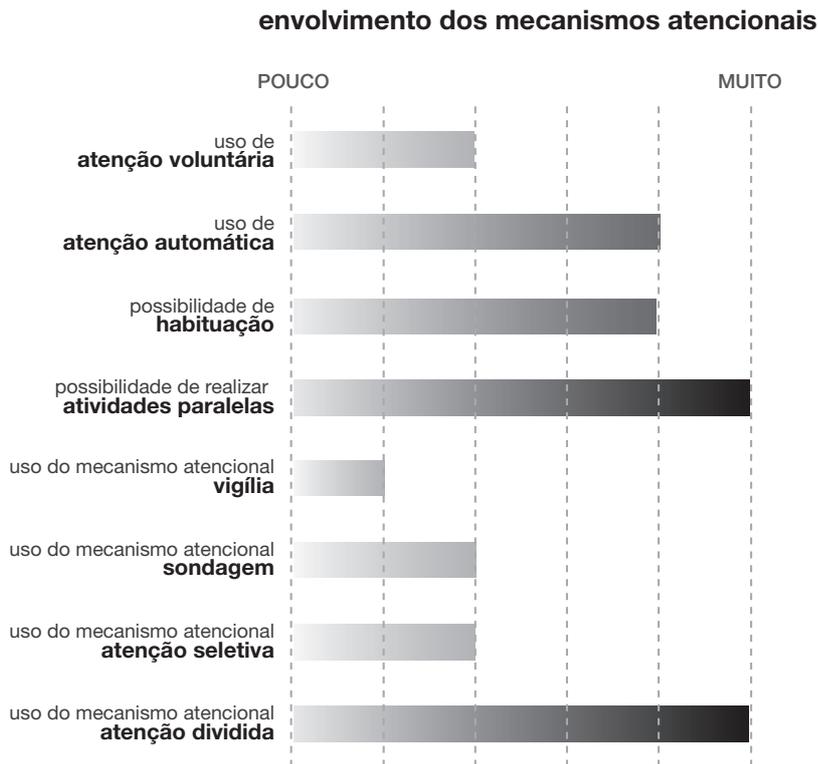
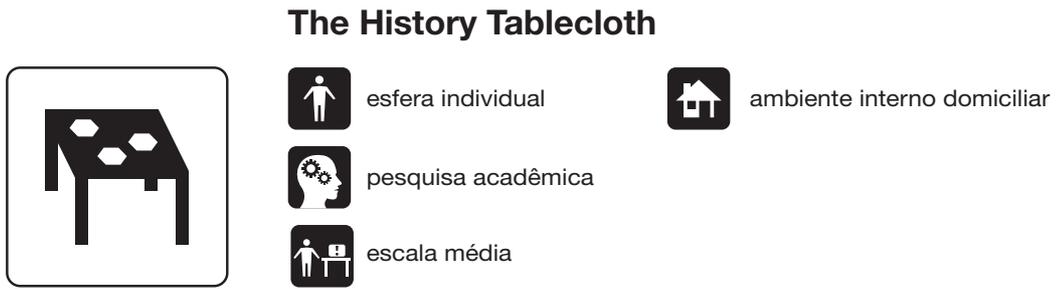
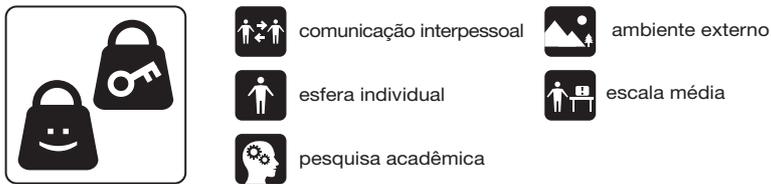


Figura 37: Análise da History Tablecloth

5.2.7 Ladybag



Este projeto, desenvolvido por alunas da *School of Interactive Arts and Technology* da *Simon Fraser University*, trata de um objeto do cotidiano feminino, a bolsa. A partir da utilização de componentes eletrônicos, a proposta é tornar a bolsa um espelho das emoções de seu portador — a bolsa então é classificada pelas autoras como um *Affective Communication System (ACS)*. Além disso, a bolsa é capaz de identificar a presença ou ausência dos itens considerados importantes: chaves, carteira e telefone celular¹¹⁰. Neste caso, segundo as autoras, a bolsa atua como um *Effective Organizing System (EOS)*.



Figura 38: O protótipo da Ladybag. A face externa da bolsa pode tanto indicar o estado emocional de seu usuário, quanto informar a ausência de itens pessoais (carteira, chaves e celular).

O funcionamento como um *Affective Communication System* se dá através de sensores de pressão, posicionados em pontos diversos da bolsa. Uma vez pressionados, os sensores acionam lâmpadas LED na superfície externa da bol-

¹¹⁰Curiosamente, os três itens selecionados pelas autoras do projeto como "essenciais" para serem rastreados pela bolsa foram identificados como elementos comuns presentes nas bolsas de pessoas de diferentes culturas ao redor do planeta, na pesquisa realizada por Jan Chipchase, na ocasião um *User Research Manager* do *Nokia Research Center*. A data da criação do projeto Ladybag é anterior à pesquisa de Chipchase, descartando a possibilidade das autoras terem selecionado estes três itens com base naquela pesquisa. A escolha no entanto foi semelhante ao que foi identificado pelo então pesquisador da Nokia. A diferença é que no estudo realizado por Chipchase, além do telefone celular e das chaves, o dinheiro foi o terceiro item, ao invés da carteira. (CHIPCHASE et al, 2005)

sa, apresentando símbolos para cada estado emocional. Para cada sensor há um conjunto de estados emocionais, que variam de acordo com a pressão aplicada. O usuário deve memorizar a localização dos pontos de acionamento, os níveis de pressão possíveis em cada ponto e os estados emocionais correspondentes, para que possa se expressar corretamente através da bolsa.

Mapa de ícones e emoções

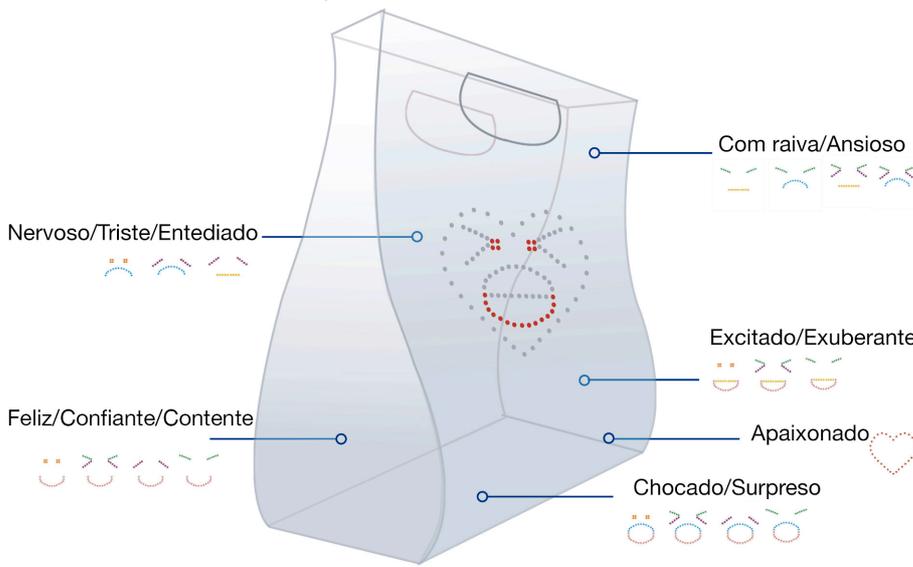


Figura 39: Ladybag: diagrama com a localização dos sensores e as emoções correspondentes

O sistema de rastreamento de objetos depende menos da ação do usuário. Basicamente, objetos dotados de etiquetas de identificação por rádio frequência (*RFID tags*) são rastreados por um leitor presente na bolsa. Se um dos itens está fora do alcance, o sensor aciona lâmpadas LED na superfície externa, indicando qual objeto está ausente.

Detecção de itens pela Ladybag

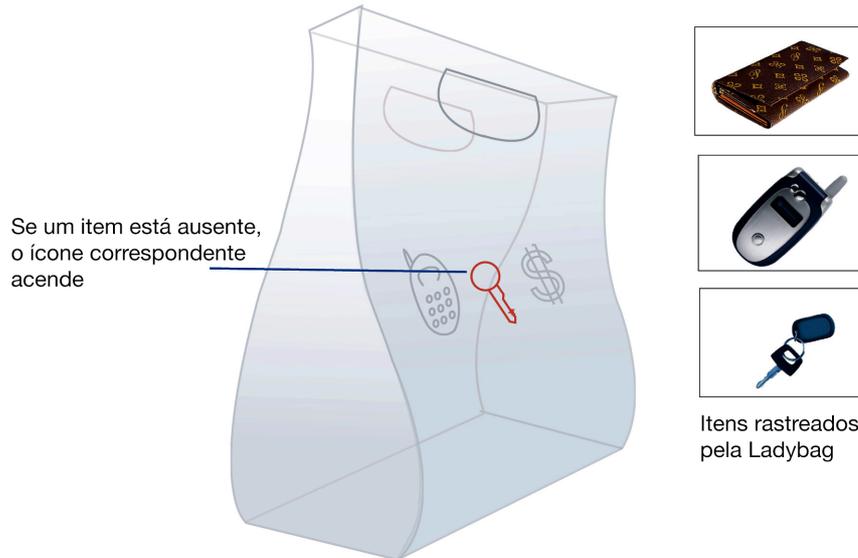


Figura 40: Ladybag como *Effective Organizing System*

Em ambas as versões de *Ladybag*, seja como um *Affective Communication System (ACS)* ou como um *Effective Organizing System (EOS)*, a superfície externa da bolsa funciona como um sistema de informação ambiente, apresentando informações relativas ao estado tanto do usuário quanto dos objetos em comunicação com o sistema, de maneira discreta e não obstrutiva.

Há que se destacar que a versão *ACS* da *Ladybag* depende da ação consciente do usuário para que possa expressar suas emoções, envolvendo portanto os mecanismos de atencionais voluntários, e o mecanismo de sondagem (por um período de tempo extremamente curto) para acionar os pontos certos e disparar os comandos. O mecanismo de sondagem, entretanto, pode ser menos requisitado de acordo com a habituação ao produto, o que permite o acionamento dos comandos sem demandar atenção seletiva. A habituação, entretanto, parece ser limitada, uma vez que o portador da bolsa necessita internalizar não só a posição dos comandos, como automatizar a quantidade de pressão necessária para expressar a intensidade da emoção desejada.

Na versão *EOS* da *Ladybag*, ao menos no protótipo desenvolvido, há um uso considerável do mecanismo de sondagem para identificar qual dos itens ausentes da bolsa. Isso se dá fundamentalmente pela escala reduzida dos ícones apresentados na lateral da bolsa, e pela pouca distinção visual entre eles. Uma possível maneira de minimizar esse comprometimento da atenção seria utilizar lâmpadas LEDs de cores diferentes, de maneira a facilitar a identificação de cada ícone. Na configuração atual, todos são apresentados com LEDs vermelhos,

e os desenhos e a posição dos ícones não favorecem uma identificação imediata de quais são os elementos sinalizados.

Embora possa ser vista como um sistema de informação ambiente, uma vez que apresenta informações de maneira discreta para outras pessoas, é necessária uma ação consciente do usuário que carrega a bolsa para que o sistema atue, apresentando assim diferentes níveis de atenção de acordo com a perspectiva de quem é de fato o usuário do produto: aquele que informa ou aquele que recebe a informação. Uma alternativa para esta situação seria a utilização de sensores biométricos que monitorassem constantemente o corpo do usuário que carrega a bolsa, de maneira a perceber mudanças no seu estado emocional sem demandar uma ação consciente para exibição dessas informações. Para aquele que observa a bolsa, um certo nível de comprometimento do mecanismo atencional de sondagem é necessário, para identificar qual o tipo de estado emocional apresentado, dentre os 19 possíveis.

Ladybag (como ACS - na perspectiva do usuário)



comunicação interpessoal



ambiente externo



pesquisa acadêmica



escala média

envolvimento dos mecanismos atencionais

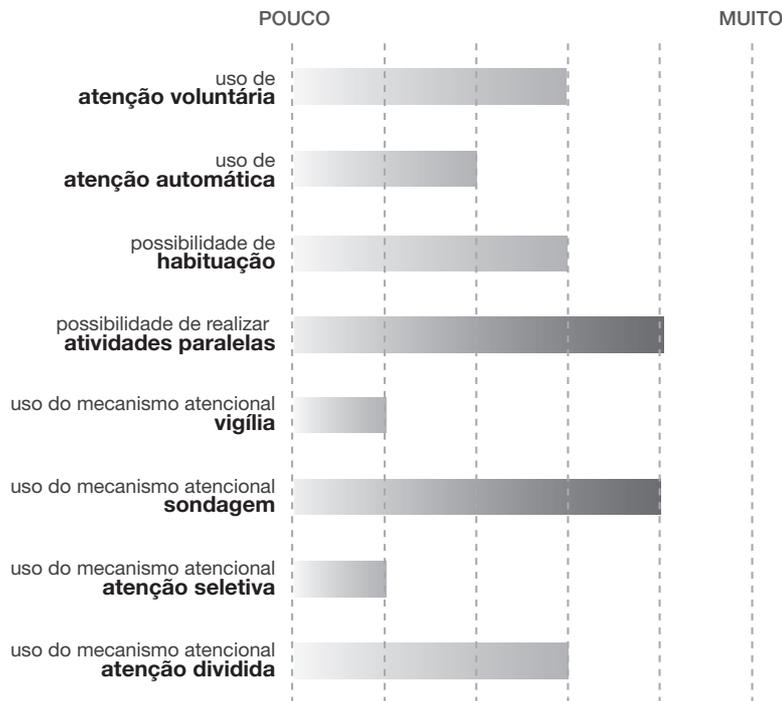


Figura 41: Análise da Ladybag, como Affective Communication System, na perspectiva do usuário

Ladybag (como ACS - na perspectiva do observador)



comunicação interpessoal



ambiente externo



pesquisa acadêmica



escala média

envolvimento dos mecanismos atencionais

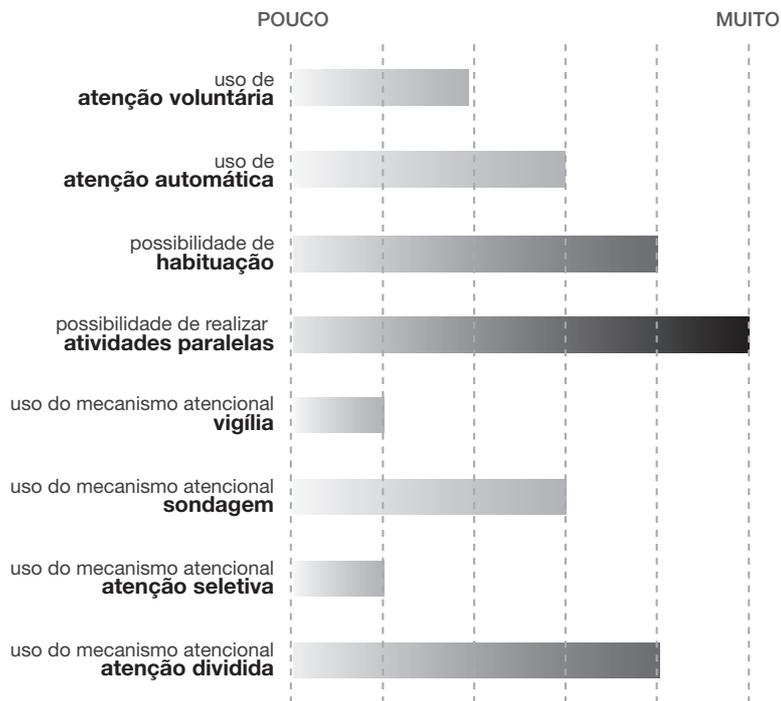


Figura 42: Análise da Ladybag, como Affective Communication System, na perspectiva do observador

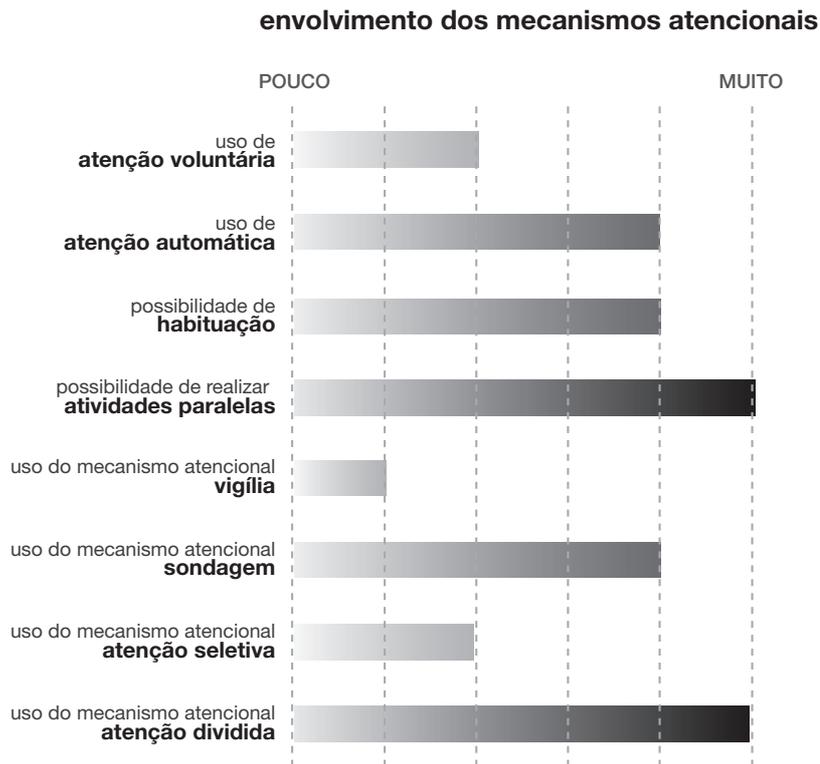


Figura 43: Análise da Ladybag, como Effective Organizing System

5.2.8 Power Point



esfera individual



ambiente interno domiciliar



pesquisa acadêmica



escala pequena

O projeto *Power Point* apresenta-se como um painel de tomada elétrica que informa o consumo de energia de cada aparelho. O projeto, elaborado apenas como protótipo¹¹¹, foi desenvolvido pelo designer Jon Ardern, durante seu mestrado em Interaction Design no *Royal College of Art*, na Inglaterra, e faz parte de um projeto mais complexo para conscientização sobre consumo energético. Além de apresentar visualmente informações relativas ao gasto de energia dos aparelhos, o *Power Point* transmite as informações para uma central que pode controlar todos os pontos de tomadas, para que no caso de falta de energia e uso de um gerador de emergência, seja possível desligar as tomadas consideradas menos importantes.



Figura 44: Power Point. O sistema apresenta o consumo energético dos aparelhos domésticos

O produto não apresenta informações exatas sobre o consumo, dando apenas uma idéia aproximada. A informação basicamente consiste de uma escala de luzes LED que acendem em relação direta com o consumo energético: quanto

¹¹¹ Em troca de mensagens por email, o autor me informou que chegou a levantar os custos para produção em série, mas que teve dificuldades para conseguir patentear o produto e desistiu da idéia. Além do mais, o produto foi projetado inicialmente levando em consideração as características específicas da escola onde o projeto foi desenvolvido, e para uma produção em escala novos estudos teriam que ser feitos para adaptá-lo a outros contextos.

maior o gasto energético, mais LEDs são acesos. Isso permite perceber quais aparelhos tem maior consumo em relação uns aos outros, sem necessidade de dados exatos sobre amperagem, voltagem, que pouco importariam ao cidadão comum.

O *Power Point* funciona como um sistema de informação ambiente, apresentando os dados de maneira sutil, sem o comprometimento de muitos recursos cognitivos dos seus usuários. Ao olhar rapidamente para a tomada é possível perceber se o consumo de energia do aparelho é alto, médio ou baixo. A possibilidade de **habituação** ao produto é alta, dada a baixa carga informacional veiculada. A simplicidade do display e sua baixa carga informacional favorecem a realização de atividades paralelas durante sua utilização. É um dispositivo que permite o uso da atenção dividida.

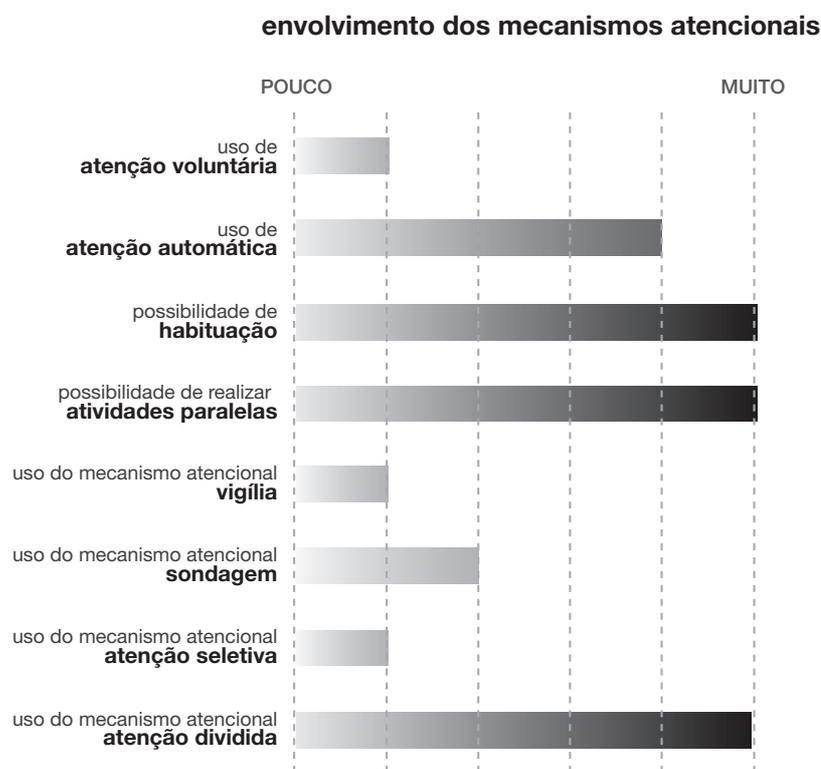
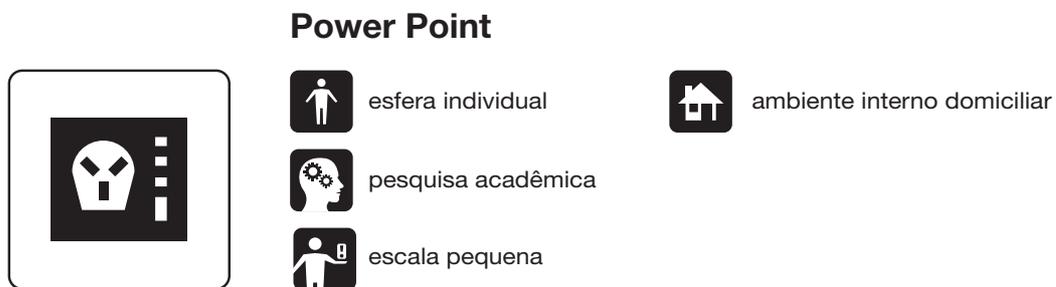


Figura 45: Análise do Power Point

5.2.9 Thirsty light



esfera individual



ambiente interno domiciliar



produto comercial



escala pequena

Este projeto pretende auxiliar a manutenção das plantas domésticas, monitorando constantemente o solo para verificar a umidade da terra, e alertar quando for necessário regar as plantas. O aparelho é constituído basicamente por uma vareta, com um bulbo contendo uma lâmpada LED em uma extremidade, e um sensor de umidade na outra extremidade. O funcionamento é relativamente simples: basta enterrar a ponta com o sensor em um vaso de plantas e ele passa a medir a umidade da terra. Quando a umidade chegar a um determinado nível, considerado baixo para manutenção da planta, a luz na extremidade oposta da vareta começa a piscar em intervalos de tempo regulares. Quanto mais baixa a umidade da terra, mais rápido a luz pisca, indicando urgência em regar a planta. Todo o sistema é baseado na tecnologia chamada *DryPoint*, constituída pelo sensor de umidade e pelo circuito digital contido no bulbo superior, que recebe e interpreta as informações enviadas pelo sensor e faz com que a lâmpada LED pisque de acordo com os parâmetros especificados. O sensor trabalha com cinco níveis distintos de umidade, permitindo que seja adaptado a diferentes necessidades de água para diversos tipos de plantas.

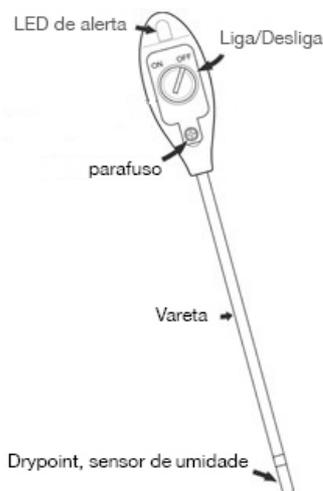


Figura 46: Thirsty Light, aparelho projetado para monitorar a umidade da terra e alertar quando for necessário regar as plantas. (fonte: <http://www.thirstyLight.com>)

Apesar do sistema ser relativamente simples, ainda é necessário que a pessoa tenha alguns cuidados. Uma vez que o dispositivo simplesmente mede a umidade da terra sem interpretar as necessidades específicas das plantas, é possível que mesmo com uso desta tecnologia haja má manutenção. Enquanto algumas espécies preferem mais umidade, outras sobrevivem melhor com pouca água. No próprio site do produto é aconselhado acompanhar o comportamento das plantas, para ajustar corretamente o dispositivo às características de cada espécie. Se uma planta absorve umidade mais rápido do que outras, a vareta deve ser posicionada com o sensor mais próximo à superfície, região que tende a secar mais rapidamente.

Como podemos perceber, apesar de auxiliar na manutenção das plantas em casa, este projeto não prescinde de que se dê atenção para as plantas, ao menos no estágio inicial em que é necessário fazer um "ajuste fino" no sistema, posicionando os sensores de acordo com o comportamento de cada tipo de planta. Mas o uso continuado do sistema permite que se passe de uma atenção voluntária para uma atenção mais automatizada. Embora no estágio inicial seja necessário passar por um aprendizado que pode ser individualizado a cada espécie de planta, com o passar do tempo a habituação ao sistema irá demandar pouca atenção voluntária, podendo-se monitorar as plantas com pouco esforço cognitivo. As diferentes indicações de umidade (falta ou excesso) podem ser aprendidas, e a reação do usuário ao sistema pode ser automatizada, de tal forma que mesmo com indicação de que é necessário regar uma planta, pode-se decidir rapidamente se essa ação é urgente ou não, de acordo com os sinais emitidos, sem que essa análise e a tomada de decisão atrapalhem a realização de atividades paralelas.

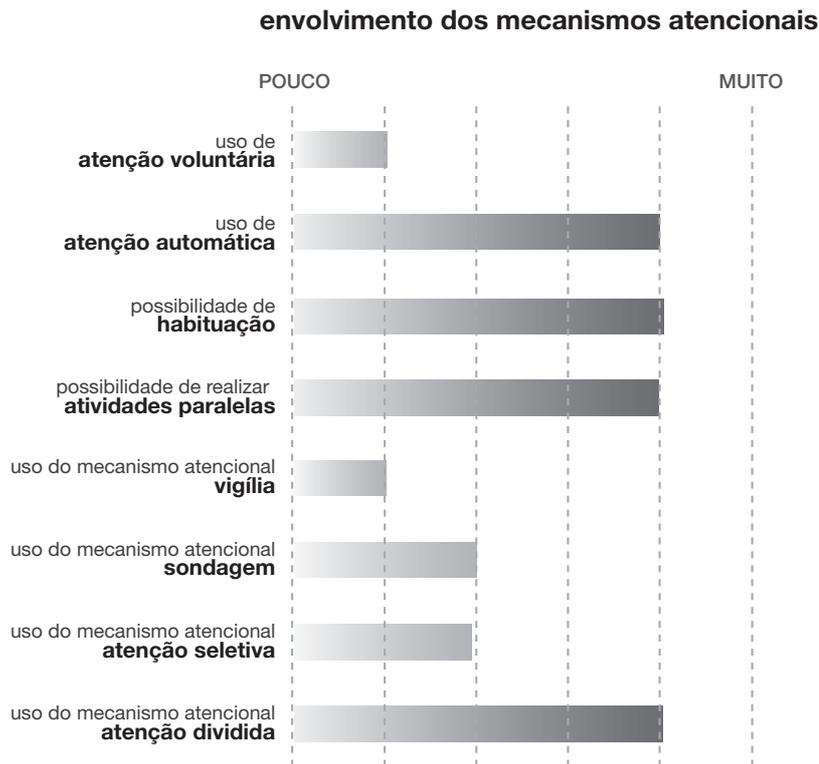
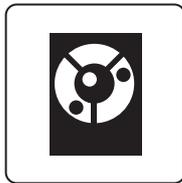


Figura 47: Análise da Thirsty Light

5.2.10 *The Whereabouts Clock*



comunicação interpessoal



ambiente interno domiciliar



pesquisa acadêmica



ambiente interno de trabalho



escala média

O *Whereabouts clock* é um projeto desenvolvido pela *Microsoft Research* de Cambridge para facilitar a comunicação entre membros de uma família ou entre colegas de trabalho. Durante o desenvolvimento da pesquisa, dois modelos de teste foram construídos: um aparelho para o ambiente doméstico, e outro para o ambiente de trabalho. Em ambas as versões, foi criado um aparelho com a aparência de um relógio, com um mostrador dividido em três áreas distintas: *casa*, *trabalho* e *escola* na versão doméstica, e *em casa*, *no prédio* e *fora* na versão para o escritório. Cada membro da família (na versão para o ambiente doméstico) ou colega do escritório (na versão para o ambiente de trabalho) é representado no mostrador por uma pequena foto sua, um *avatar*, que pode aparecer em qualquer uma das três áreas de acordo com a localização da pessoa em um dado momento. A região central é uma área neutra, isto é, um local distinto das três áreas descritas anteriormente (figura 48).

O aparelho monitora a posição dos indivíduos através do sinal do telefone celular de cada um. É necessário, portanto, um momento inicial de instalação do programa no celular de cada pessoa, assim como algumas configurações para o uso. Esse programa é responsável por mapear a localização do celular, baseada na triangulação das antenas de operadoras de telefonia móvel, e fazer a comunicação entre cada celular e o relógio. Cada pessoa pode optar, a qualquer momento, por ocultar sua posição – o que também é indicado no aparelho. O objetivo principal do *Whereabouts clock* é facilitar a organização da rotina familiar ou dos colegas de uma equipe de trabalho, sem exigir maior esforço dos membros para terem noção do paradeiro uns dos outros, como descreve Abigail Sellen, pesquisadora responsável pelo projeto:

Nós estávamos pensando em como reduzir os milhares de telefonemas que cada integrante de uma família faz entre si dizendo 'vou me atrasar', 'estou no trânsito' ou 'estarei em casa em dez minutos' [...] Nós imaginamos que se nós construíssemos um relógio que permitisse que as pessoas vissem onde cada um está e vissem se elas estão se movimentando, isso facilitaria a vida das famílias. (MICROSOFT..., 2009)

A interferência causada pelo *Whereabouts clock* na realização de outras atividades é mínima. A interface apresenta poucas informações, utilizando critérios de organização que propiciam uma leitura rápida, sem demandar esforço cognitivo. É um sistema de informação cuja utilização é passível de habituação. O principal mecanismo atencional envolvido relaciona-se com o processo de **sondagem**, para identificar quais indivíduos do grupo encontram-se em cada área, mas com baixa carga de atenção voluntária. A quantidade de detalhes na apresentação de cada *avatar*, identificador dos indivíduos, aumenta a demanda por esse mecanismo atencional. Entretanto, com o uso contínuo essa identificação pode ser habituada, uma vez que nossa percepção visual tende a perceber a forma geral, a *gestalt* dos *avatars*, fazendo uma associação intuitiva aos indivíduos representados. De modo semelhante, a identificação das áreas descritas no relógio também podem ser internalizadas pela habituação, facilitando a leitura do dispositivo. Dessa forma, a **habituação** tende a diminuir o comprometimento dos recursos cognitivos associados à sondagem.

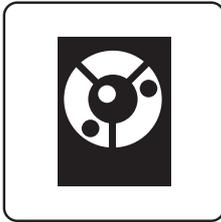


Figura 48: *The Whereabouts clock*, na versão para o ambiente doméstico. O projeto procura facilitar a identificação do paradeiro de membros de uma família ou de colegas de trabalho, e possibilitar a comunicação entre eles de maneira pouco intrusiva.

É um sistema de informação ambiente, transmitindo informações constantemente sem chamar atenção para si, de maneira que seu uso não concorre com a realização de outras atividades. Esse projeto enquadra-se na visão de Weiser sobre a tecnologia sem estresse: um sistema de informação que pode

ser deslocado para a periferia da nossa atenção. As informações estão disponíveis, mas sem sobrecarregar as pessoas, mesclando-se ao entorno.

The Whereabouts Clock



comunicação interpessoal



ambiente interno domiciliar



pesquisa acadêmica



ambiente interno de trabalho



escala média

envolvimento dos mecanismos atencionais

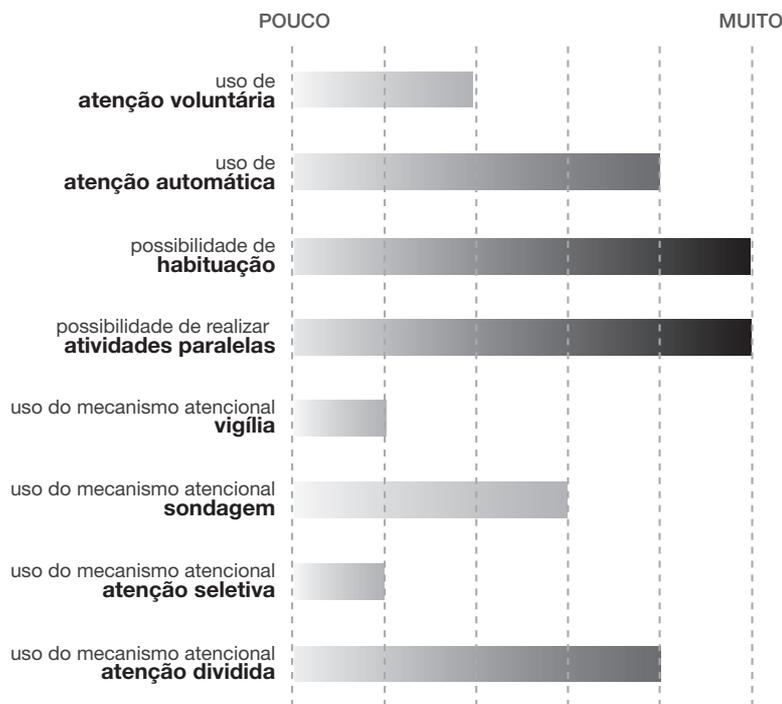
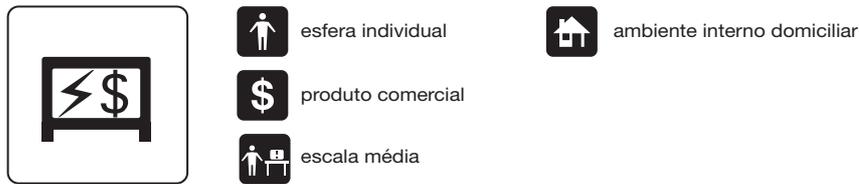


Figura 49: Análise do Whereabouts Clock

5.2.11 Wattson clock



Wattson clock é um produto destinado a auxiliar no controle do consumo de energia doméstico. Trata-se de um sistema composto por um relógio-display, um clip sensor, um transmissor remoto, e um programa de computador chamado Holmes. Esses quatro componentes atuam em conjunto, da seguinte forma: o clip-sensor é instalado nos cabos de força do relógio de energia elétrica da casa. O sensor então é conectado ao transmissor, que envia informações sobre o consumo de energia para o display, que pode ser colocado em qualquer parte da casa (figura 50).

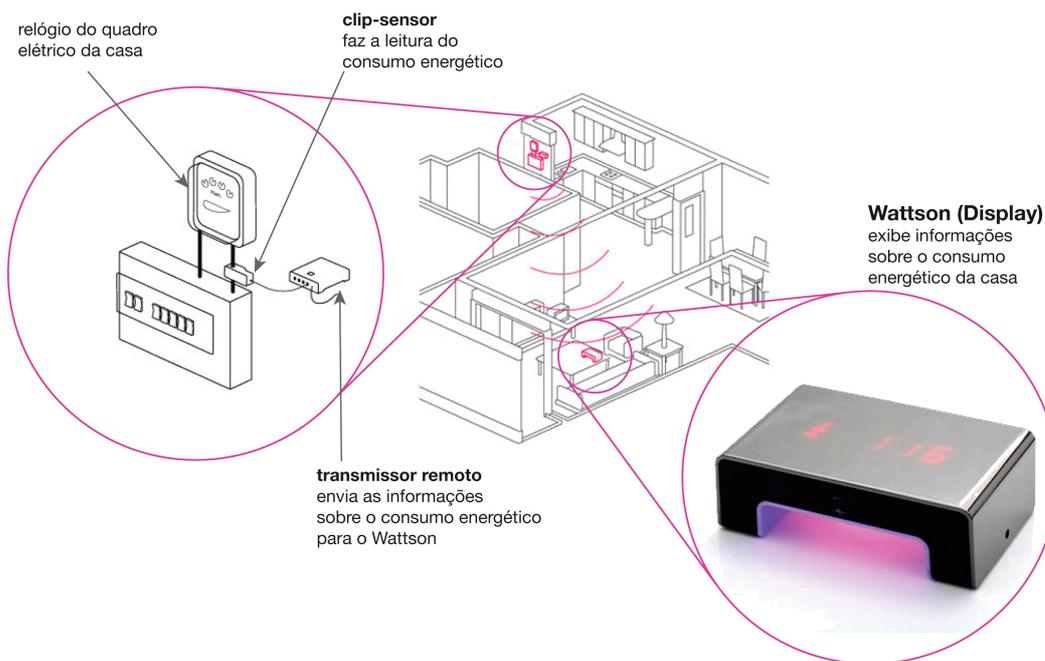


Figura 50: O sistema de medição de consumo de energia Wattson. À esquerda, o clip-sensor, conectado ao relógio de energia elétrica da residência e ao transmissor remoto. O diagrama no centro mostra uma possível topologia dos componentes do sistema em uma casa.

O display é a parte do sistema que fornece informações para as pessoas sobre o consumo de energia. Se o consumo for baixo, o conjunto de LEDs presentes na parte inferior do relógio-display assumem uma coloração azulada. Se o consumo estiver dentro da média, a coloração passa para um tom violeta. Se o consumo for alto, os LEDs passam ao vermelho. Além disso, na parte superior do relógio é exibido quantos Watts são consumidos em um dado momento (a

informação é atualizada a intervalos de tempo regulares), ou o valor em moeda corrente¹¹² referente ao consumo daquele momento (figura 51)



Figura 51: Wattson. O display mostra o consumo de energia da casa, medido em Watts ou convertido para o valor na moeda corrente. A cor embaixo do aparelho muda de acordo com o consumo.

As informações sobre o consumo de energia da casa ficam acumuladas no relógio-display, e podem ser transferidas para um computador através de um programa próprio – Holmes. Com esse programa é possível ver a evolução de consumo ao longo do tempo, e realizar ajustes no sistema, como, por exemplo, escolher a moeda e o valor cobrado por Kilowatt/hora. (figura 52)

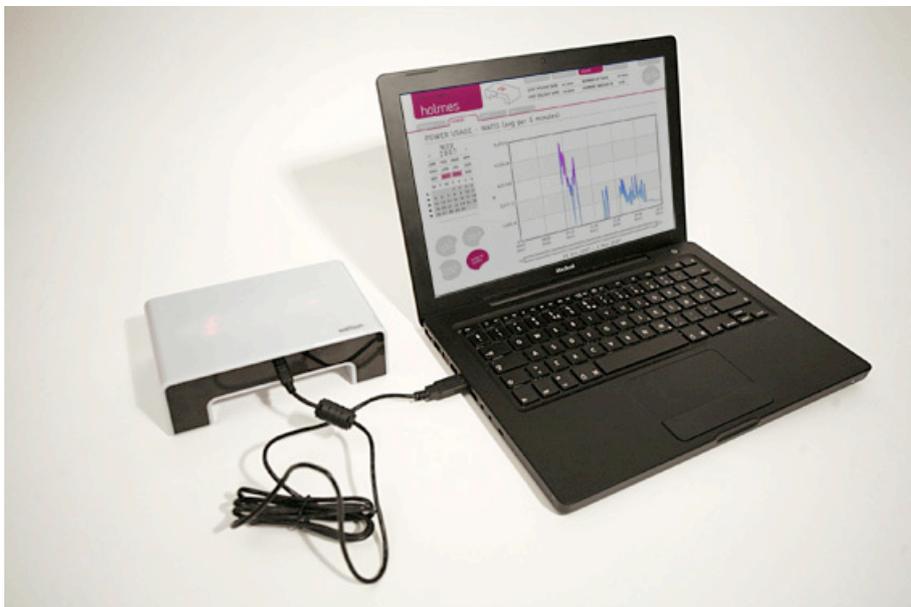


Figura 52: Holmes. Através deste programa, é possível fazer ajustes no sistema e analisar o histórico de consumo de energia da casa.

¹¹² Atualmente o sistema é vendido no Reino Unido, na Holanda, Bélgica, Irlanda, Estônia, Lituânia, Suíça, Portugal, França, Singapura, Chile, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul. Para cada país é feita a adaptação do sistema, para que exiba informações sobre o consumo de energia na moeda local. O site da empresa <<http://www.diykyoto.com>> avisa que em breve o produto será vendido nos Estados Unidos e no Canadá.

O sistema completo envolve os mecanismos atencionais de maneiras diversas. No entanto, há que se considerar que parte dos componentes são utilizados apenas no momento da instalação e configuração do sistema. Dentre os elementos do sistema, o relógio-display e o programa Holmes são aqueles com os quais os usuários efetivamente interagem. Esses componentes envolvem os mecanismos atencionais de maneira distinta.

O relógio-display funciona como um sistema de informação ambiente, apresentando os dados de maneira sutil, sem o comprometimento de muitos recursos cognitivos dos seus usuários. Ao olhar rapidamente para o relógio é possível perceber se o consumo de energia da casa está dentro do padrão normal, se está abaixo ou acima do consumo regular. A possibilidade de **habituação** ao relógio é alta, dada a baixa carga informacional veiculada. Como uma pessoa que comprou o Wattson relata, após um certo tempo de uso do produto, é possível perceber padrões de consumo energético da casa em determinados horários:

Pouco tempo depois de adquiri-lo descobrimos um defeito em uma bomba que serve a um poço no nosso jardim – ela havia quebrado e fazia com nossa conta de luz ficasse extremamente alta.

Nossa casa é grande, então o Wattson é útil antes de sairmos de casa pra ter certeza que as crianças não deixaram nada ligado – acho que depois de um tempo você aprende o que é uma leitura 'normal' pra um determinado momento do dia.

O Wattson foi comprado para o meu marido, que gosta dessas coisas, mas toda a família achou interessante e isso fez com que as crianças ficassem mais conscientes do uso da eletricidade, tanto no que se refere ao custo da energia quanto à questão ambiental.¹¹³

A simplicidade do display e sua baixa carga informacional favorecem a realização de atividades paralelas durante sua utilização. É um dispositivo que permite o uso da atenção dividida. Se houver intenção de saber o valor exato em moeda corrente, relativo ao consumo energético, deve-se olhar mais atentamente o relógio-display, de forma a envolver brevemente o mecanismo de atenção seletiva, podendo-se retornar logo a um estado de atenção dividida.

O outro componente do sistema que pressupõe interação direta dos usuários é o software Holmes, que fornece informações consolidadas sobre o consumo de energia do domicílio. Pela própria natureza do software, há um envolvimento bem maior de recursos cognitivos para sua utilização. Não se trata ape-

¹¹³ Comentário disponível no site da empresa: <http://www.diykyoto.com/uk/holmes/how-wattson-works>
Shortly after getting it we uncovered a fault with a pump which serves a well in the garden – it had become faulty and was constantly on making for extremely high electricity bills.
We also stay in quite a large house so it is useful to look at Wattson before going out to make sure the children haven't left anything on – I think after a while you get to know what a 'normal' reading is for a particular time of the day.
My husband is a bit of a gadget man, and wattson was bought as a gift for him but the whole family find it interesting and it makes the children aware of using electricity, both from a cost and environmental point of view.

nas de ter um dado momentâneo, como no caso do relógio-display, mas de analisar detidamente o histórico de consumo. O programa apresenta diversas opções de navegação, e exibe informações estatísticas em formato gráfico, que demandam análise cuidadosa para sua compreensão (figura 53). O uso da atenção seletiva é acentuado e durante sua utilização, é baixa a possibilidade de realização de atividades paralelas. O mecanismo atencional de sondagem é acionado durante a leitura dos dados na tela. É fundamentalmente um programa que demanda muita atenção voluntária.

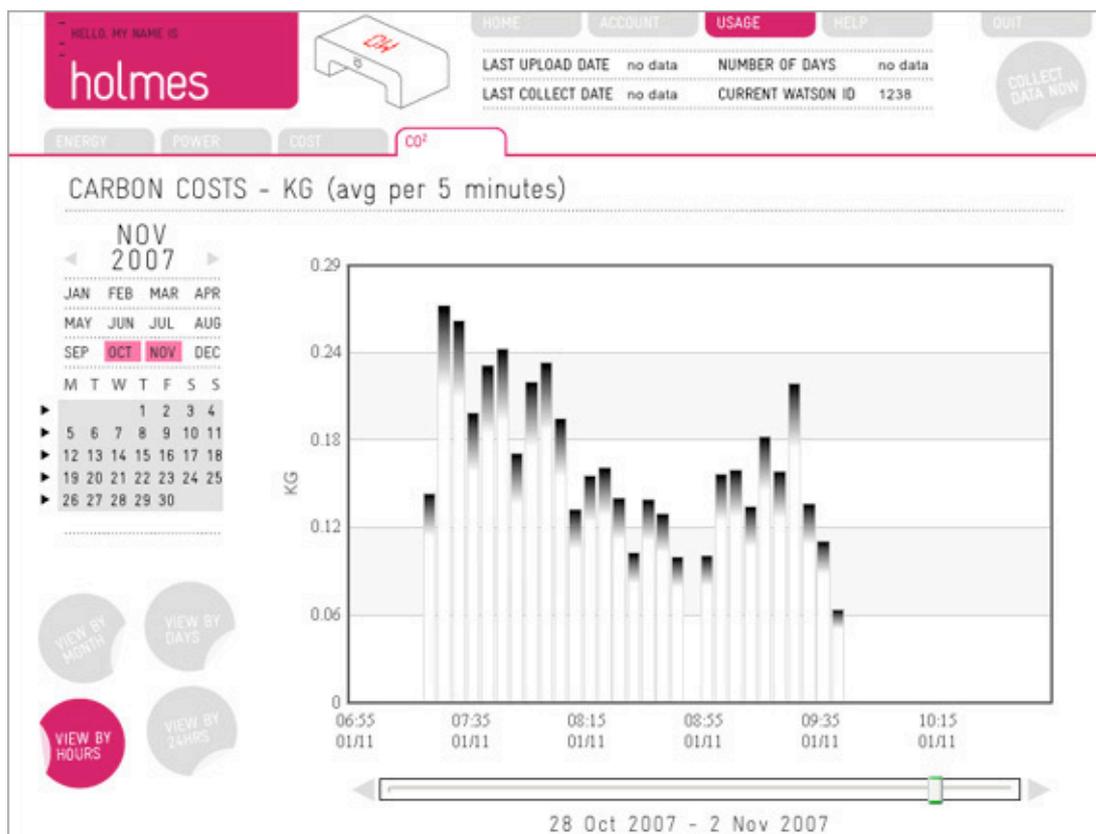
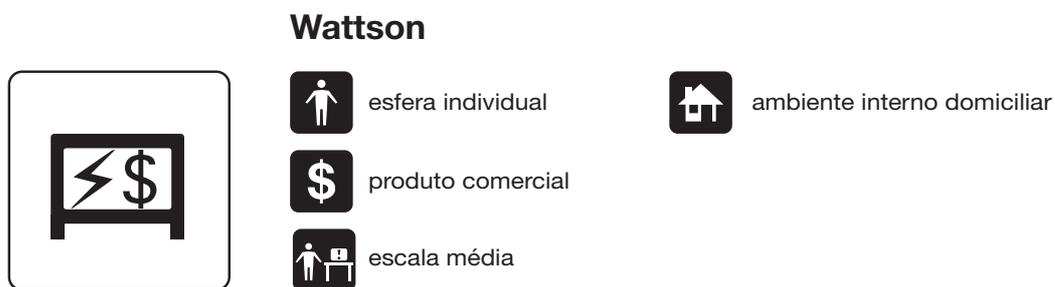


Figura 53: Tela do programa Holmes. Diversas possibilidades de navegação e informações variadas sobre o histórico de consumo de energia do domicílio.

Percebe-se que o Wattson é um sistema que demanda diferentes tipos de atenção, que implicam níveis de engajamento também diferenciados. Enquanto o relógio-display trabalha principalmente com mecanismos atencionais **automáticos**, apresentando dados de forma sintética e exigindo poucos recursos cognitivos, o programa Holmes trabalha com informações mais detalhadas que demandam um exame mais atento e maior engajamento dos usuários, envolvendo principalmente mecanismos atencionais **voluntários**. O relógio-display permite que se tenha constantemente uma percepção do consumo energético do ambiente, sem que esse

monitoramento interfira na realização de qualquer outra atividade, podendo então ser considerado um sistema de informação ambiente.



envolvimento dos mecanismos atencionais

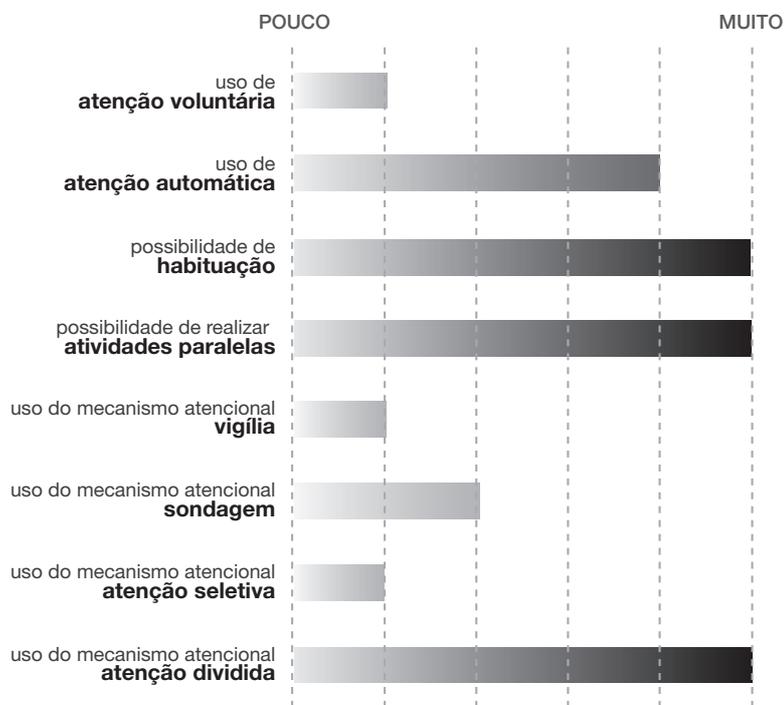


Figura 54: Análise do Wattson

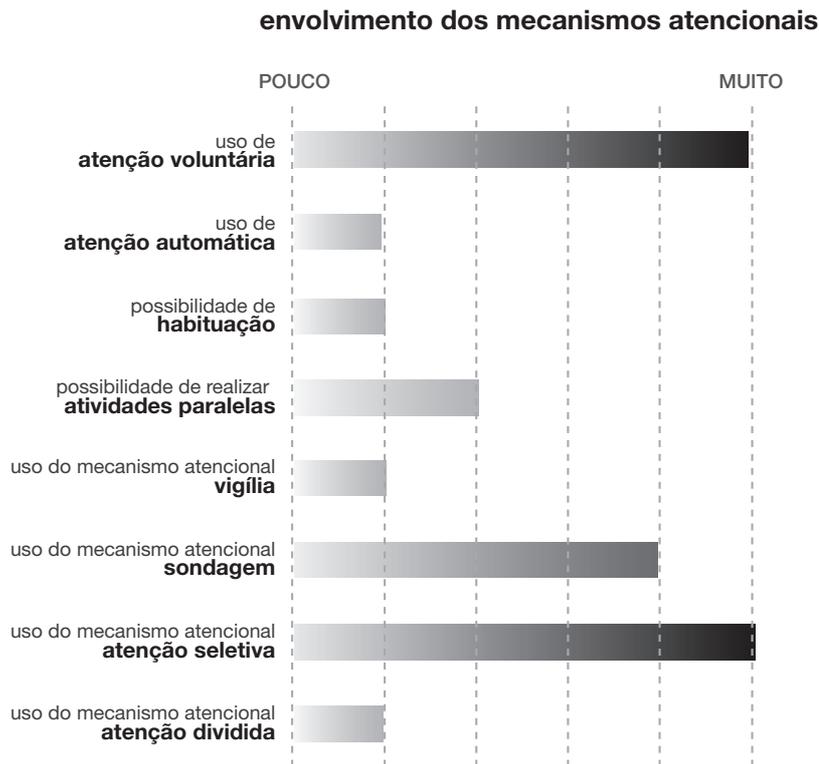
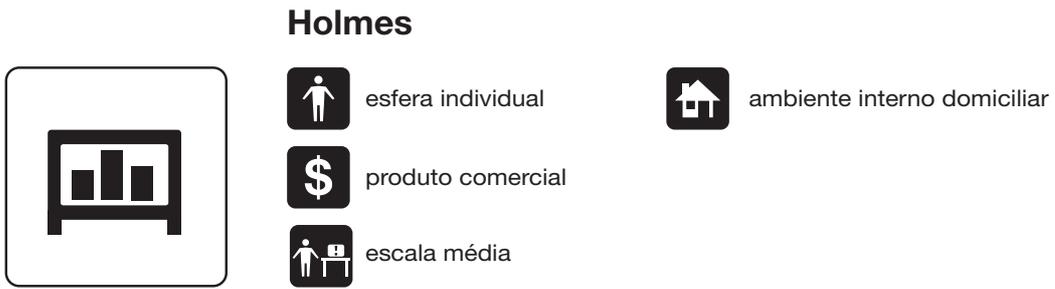
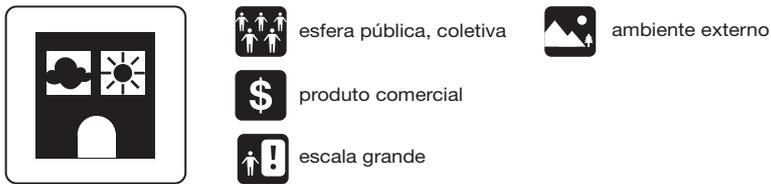


Figura 55: Análise do Holmes

5.2.12 Weather patterns



Weather patterns é uma instalação permanente criada pelo estúdio de design londrino loop.pH para a York Art Gallery. Trata-se de uma intervenção arquitetônica que visa usar o próprio edifício como meio de comunicação, de maneira que as janelas da galeria servem para informar os ciclos de mudanças climáticas do entorno. Nas janelas da fachada do prédio foram aplicadas camadas de painéis eletroluminescentes, vidro e espelhos. Os padrões gravados no vidro são iluminados de acordo com as variações da previsão do tempo, a partir de dados coletados de um serviço meteorológico via Internet e tratados por um computador, que controla os painéis. Cada situação climática gera padrões específicos.

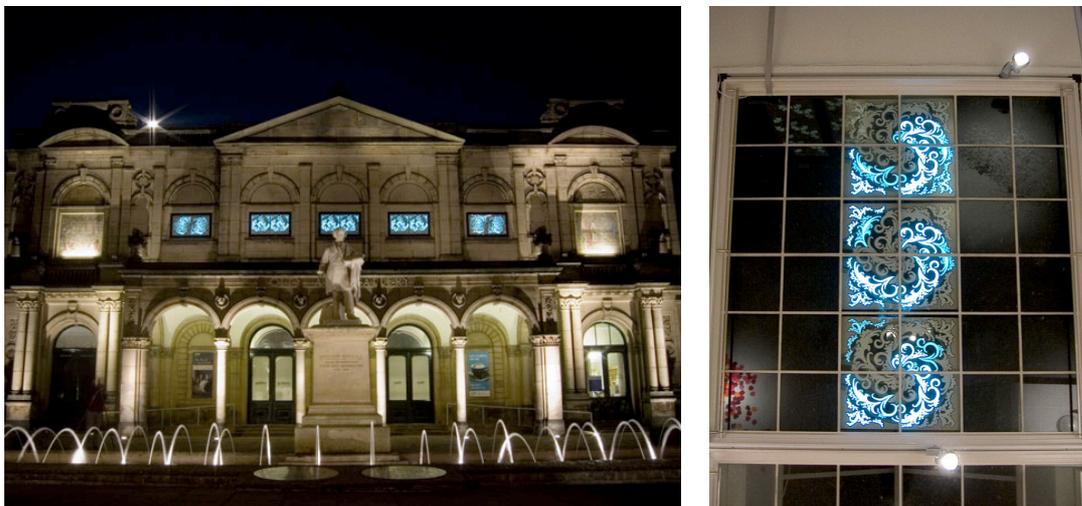


Figura 56: Weather Patterns. As janelas da galeria funcionam como um sistema de informação ambiente, reagindo às variações das condições climáticas.

A associação dos padrões às condições climáticas não é imediata: é necessário aprender que padrão corresponde a cada situação do clima. A opção foi intencional, de maneira a criar antes um elemento decorativo, que em segundo lugar teria uma função discreta. Os autores acreditam que "assim como uma pessoa aprende a ler as horas em um relógio, a linguagem de padrões animados que desenvolvemos para a instalação pode ser aprendida com a convivência diária com a instalação" (loop.pH, 2005, tradução minha).¹¹⁴

O projeto não prevê qualquer intervenção direta dos usuários. Ele funciona como um sistema de informação ambiente, uma vez que o público da galeria e pessoas que passeiam por perto pode monitorar as condições climáticas do entorno sem interromper qualquer atividade, apenas observando a fachada do prédio. A quantidade de informação veiculada é mínima, mas depende de um aprendizado para que seu significado seja compreendido, e para que possa efetivamente informar sem demandar esforço. De toda forma, é um sistema passível de **habituação**, e seu uso tem baixo grau de interferência em atividades paralelas, demandando **pouca atenção voluntária** durante seu funcionamento. As mudanças no padrão ocorrem lentamente, de acordo com a variação do clima. Uma vez que já tenha domínio sobre o significado dos padrões, para obter a informação sobre as condições climáticas não é necessário um comprometimento maior de recursos cognitivos.

¹¹⁴ Similar to how one learns to read the face of a clock the animated pattern language we developed for the installation can be learnt by living with the installation on a daily basis.

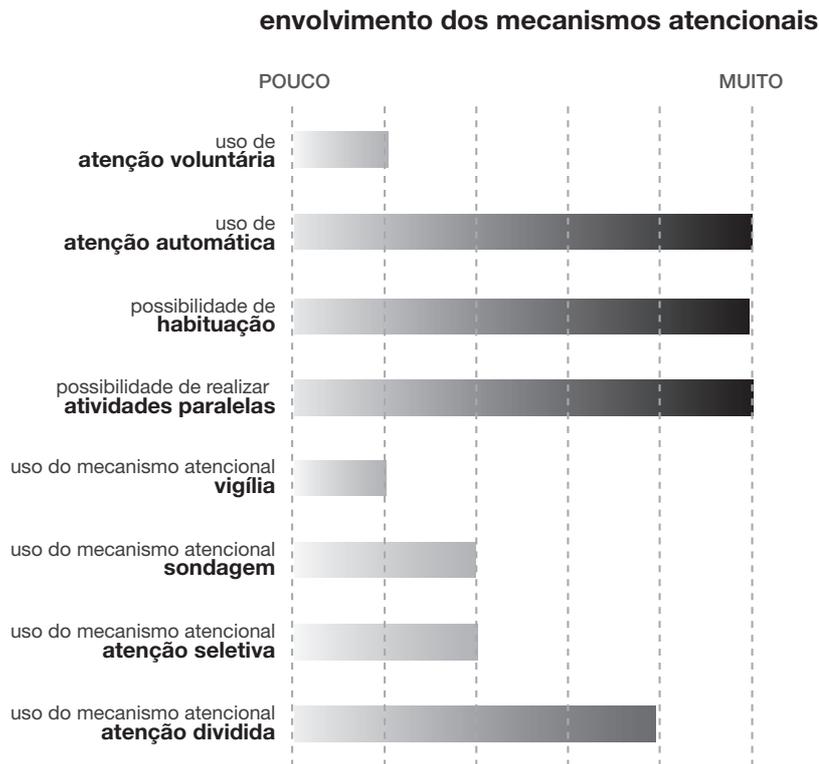


Figura 57: Análise do Weather Patterns

5.3 Análise e discussão

Embora os sistemas de informação ambiente constituam efetivamente uma categoria específica no âmbito da computação pervasiva, por compartilharem uma preocupação em minimizar a carga informacional e demandar poucos recursos cognitivos para sua utilização, nota-se que existe uma variação na maneira como envolvem os diferentes mecanismos atencionais.

Para evidenciar essa característica, na página 191 são apresentados os gráficos comparando os sistemas analisados, considerando o seu desempenho no envolvimento de cada mecanismo atencional.

A partir da comparação entre os sistemas de informação ambiente, é possível perceber que de fato há uma variação na maneira como envolvem os mecanismos atencionais. Essa variação relaciona-se a diferentes fatores, como:

- a complexidade das informações exibidas;
- a quantidade de detalhes e variações possíveis para as informações apresentadas;
- a visibilidade das informações, influenciada pela escala e pela forma de apresentação dos dados – o design da informação;
- a possibilidade de contextualização e associação oportuna das informações veiculadas pelo sistema a uma situação de uso;
- o nível de engajamento do usuário necessário para utilização do sistema.

Essas características vão influenciar diretamente na quantidade de recursos cognitivos envolvidos, em função dos mecanismos atencionais acionados, bem como na possibilidade de realização de atividades paralelas durante a utilização do sistema.

A bibliografia no campo do design de interação e da interação humano-computador, em especial aquela que compartilha de um referencial teórico próximo ao da ergonomia e da engenharia de usabilidade, costuma valorizar as noções de eficiência e eficácia na análise de projetos de design. Esses conceitos normalmente estão associados à economia de recursos para a realização de tarefas, à precisão e completude dessas tarefas. No caso específico dos sistemas de informação ambiente, as pesquisas citadas anteriormente também tocam na questão da eficiência e da eficácia. Pela própria definição desse tipo de sistema, pode-se perceber uma preocupação em buscar soluções que comprometam a menor quantidade de recursos cognitivos, aliada ao maior grau de percepção e compreensão de informação possível.

No que se refere ao envolvimento de nossa atenção, essa suposta eficiência seria alcançada por soluções com as seguintes características:

- privilegiem o uso da atenção automática em detrimento da atenção voluntária;
- tenham alta probabilidade de habituação;
- tenham uma demanda baixa pelo mecanismo atencional de vigília;
- tenham uma demanda baixa pelo mecanismo atencional de sondagem;
- favoreçam situações de atenção dividida em detrimento da atenção seletiva.

A análise dos projetos selecionados permite perceber que esse modelo idealizado é mais facilmente atingido quando trata-se de um sistema com pouca variação no tipo e quantidade de informações veiculadas – como no caso do *Ambient Umbrella*, que praticamente trabalha com uma solução binária (o cabo aceso ou apagado), e *Thirsty Light*, que tem desempenho semelhante.



Figura 58: *Ambient umbrella* e *Thirsty light*. Ambos apresentam baixa carga informacional.

Não por acaso, em alguns dos sistemas analisados, a medida que a complexidade das informações dispostas aumenta, a solução afasta-se do padrão considerado eficiente, ou mesmo de uma possível caracterização como sistema de informação ambiente. Isso ocorre, por exemplo, com o sistema *Wattson* e *Holmes*: enquanto *Wattson* veicula uma quantidade mínima de informação – a variação da tonalidade da luz para indicar o consumo de energia – seu parceiro *Holmes* apresenta informações detalhadas que demandam completo engajamento e envolvem mecanismos atencionais mais complexos, com alto uso de sondagem em uma situação de atenção voluntária.

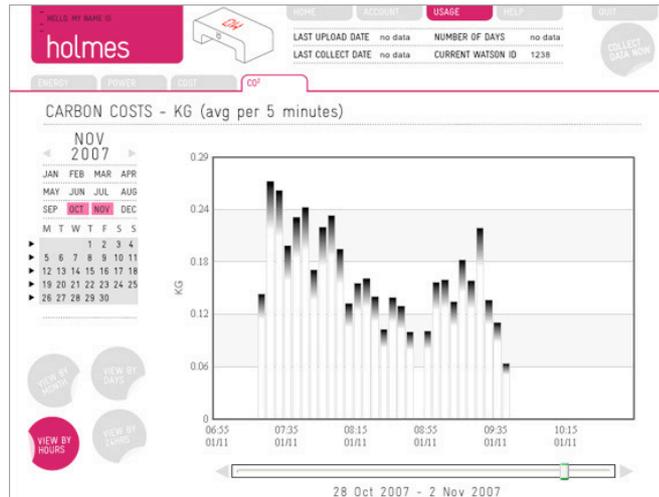


Figura 59: Wattson e Holmes. Enquanto Wattson (à esquerda) apresenta baixa quantidade e variação de informação (as luzes embaixo do aparelho mudam de cor em função do consumo, e o número na superfície indica o custo relativo ao consumo), a interface de Holmes (à direita) é bem mais complexa, envolvendo muito mais o mecanismo de sondagem e a atenção voluntária.

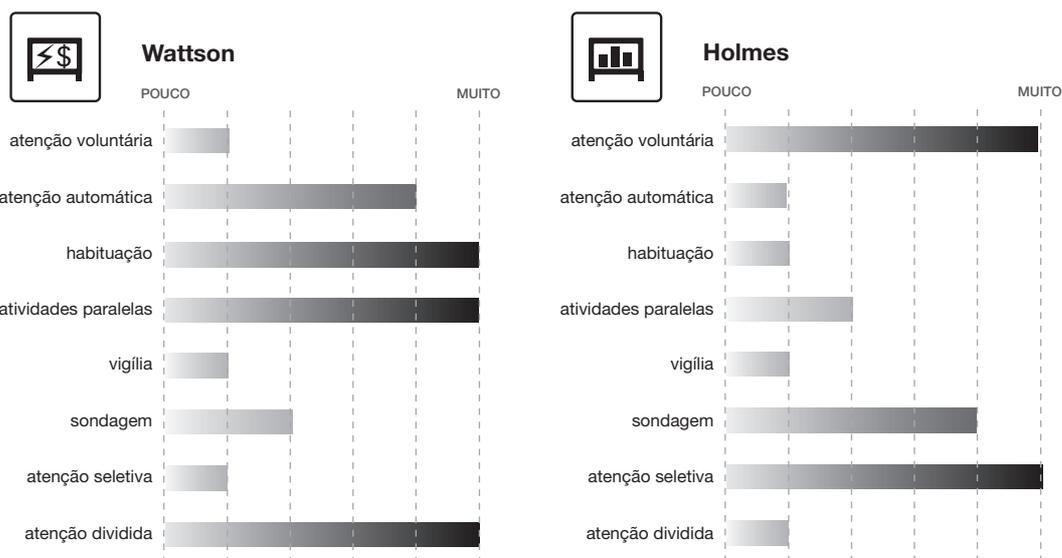


Figura 60: Comparação entre Wattson e Holmes. Percebe-se que Holmes demanda muito mais o mecanismo de sondagem e atenção voluntária, dificultando uma situação de atenção dividida. A situação da atenção nesse caso é majoritariamente seletiva.

É importante destacar que as características isoladas de envolvimento dos mecanismos atencionais em um sistema de informação ambiente, não determinam de maneira absoluta a sua eficiência¹¹⁵. Um dado sistema de informação pode ter uma métrica considerada fora do padrão ideal para determinada característica, sem que isso o qualifique como um sistema de informação ineficiente

¹¹⁵ Insiste-se aqui no conceito de eficiência pela sua recorrência, no âmbito das pesquisas em Design, como meta a ser alcançada. Pessoalmente, prefiro a idéia de 'satisfação' como meta, em que pese a dificuldade maior de avaliar o grau de satisfação no uso de qualquer sistema, dada as características subjetivas de uma análise dessa natureza.

ou insatisfatório. É o caso do *Whereabouts Clock*, que demanda um uso mediano do mecanismo atencional de sondagem, mas teve uma avaliação positiva como um sistema não intrusivo, quando incorporado à rotina de uma família inglesa. Apesar do *Whereabouts Clock* envolver o mecanismo de sondagem, há a possibilidade de habituação ao longo do tempo, o que acaba por minimizar o comprometimento de recursos cognitivos ligados à sondagem. Nesse caso específico, o design das informações dispostas ainda poderia ser otimizado de forma a facilitar a distinção entre os elementos apresentados (*avatars* representando os indivíduos da família ou colegas do escritório), reduzindo o grau de envolvimento da sondagem.

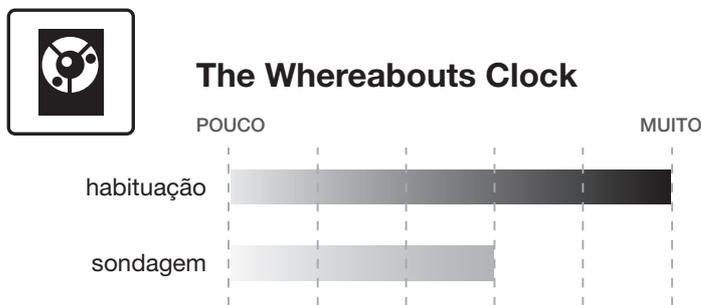


Figura 61: Detalhe da análise do *Whereabouts clock*. Apesar de haver um envolvimento mediano do mecanismo de sondagem, a alta possibilidade de habituação ao sistema minimiza essa característica, de modo a não afetar a eficiência do sistema.

De maneira semelhante, o grau de intrusão e de possibilidade de realização de atividades paralelas não está associado apenas à capacidade de habituação, mas também à importância das informações veiculadas e ao engajamento do usuário durante a utilização do sistema. No caso de *History Table Cloth*, os padrões luminosos dispostos na mesa poderiam ser completamente ignorados ou entusiasticamente percebidos, dependendo principalmente do interesse dos sujeitos pelas informações dispostas. O mesmo projeto ora passa despercebido, ora é o centro das atenções de seus usuários. Isso ocorre sem qualquer alteração no seu funcionamento, apenas pelo envolvimento dos sujeitos com o produto.

Alguns sistemas necessitam de uma preparação inicial ou ajustes e configurações para seu correto funcionamento. Em geral o que se observa é que esse tipo de operação é feita em outra instância, como no caso do *Ambient Umbrella*, em que o usuário necessita acessar o site da empresa para proceder o cadastro do produto e informar a localidade onde está instalado, para receber a

previsão do tempo daquela região. Processo semelhante ocorre com *Whereabouts Clock*, quando os usuários precisam cadastrar um programa no seus telefones celulares, para que seu deslocamento pela cidade possa ser mapeado e transmitido para o relógio em casa. Além disso, é preciso fazer um ajuste inicial para que o sistema "aprenda" a natureza de cada local freqüentado por seus usuários (onde ficam a casa, o trabalho etc.). Essa estratégia de "dividir" ou transferir a complexidade do produto entre partes distintas do sistema parece ser uma tendência, que colabora em manter a interface do sistema de informação ambiente simples, mesmo quando ele faz parte de um ecossistema mais complexo.

Alguns dos sistemas de informação ambiente analisados constituem-se como camadas informacionais que ampliam as possibilidades de objetos corriqueiros. Entretanto, o funcionamento desses objetos não depende do acréscimo de informações mencionado. É o caso do *Ambient Umbrella* e do *Flash Bag*: nesses projetos, a informação está diretamente contextualizada com a função à qual o objeto se destina, visível no momento em que se pretende utilizar o produto, fazendo assim uma associação oportuna. Nesses casos, a informação amplia a utilidade dos produtos, sem demandar maior esforço para sua obtenção, ao mesmo tempo em que não compromete suas funções básicas.

Destaca-se também a importância do design da informação para minimizar o comprometimento de recursos atencionais. No exemplo do projeto *Ladybag*, na modalidade *Effective Organizing System (EOS)*, que detecta a ausência de itens no interior da bolsa e apresenta representações desses elementos na sua superfície externa, a escala reduzida dos desenhos e o uso da mesma cor nos LEDs que formam as imagens acaba por aumentar a demanda pelo mecanismo de sondagem. O ajuste da escala e um cuidado maior com o desenho e aplicação de cores específicas para cada símbolo poderia facilitar a distinção entre eles, diminuindo a sondagem.

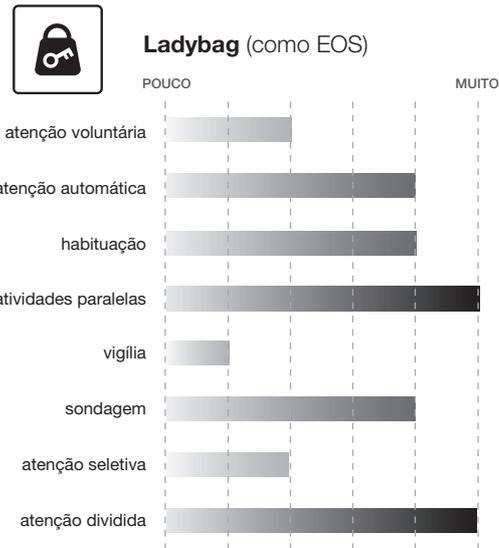


Figura 62: Versão EOS da Ladybag. Os ícones na lateral da bolsa são pequenos, de difícil identificação. O ajuste na escala e uso de cores distintas para cada ícone poderia minimizar o envolvimento do mecanismo de sondagem.

Dos projetos analisados, é interessante destacar o *Aura Orb* como um exemplo de utilização de diferentes estratégias de comunicação, aproveitando-se da variedade de nossos mecanismos atencionais. O sistema trabalha com dois níveis distintos de apresentação da informação: quando o olhar do usuário não está diretamente direcionado ao aparelho, o dispositivo apenas informa se há novas mensagens na caixa postal, de maneira sutil, com pouco envolvimento de recursos cognitivos do usuário, favorecendo uma situação de atenção dividida. A interferência nas atividades do usuário é mínima, especialmente quando ocorre habituação ao sistema. Em outro momento, ao perceber o olhar do usuário em sua direção, o dispositivo passa a apresentar informações mais complexas, comprometendo mais recursos cognitivos e acionando os mecanismos atencionais de sondagem e vigília.

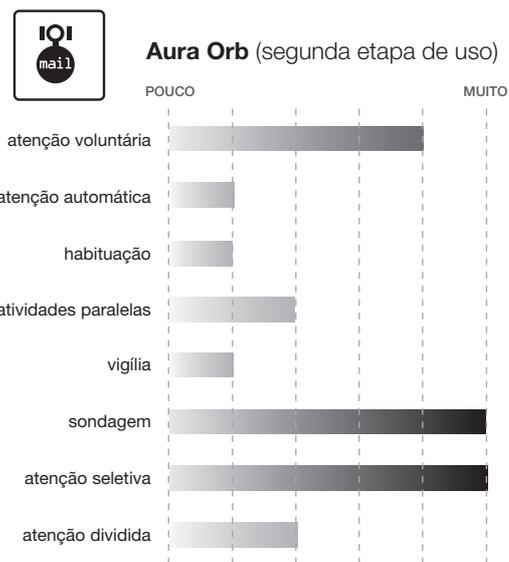
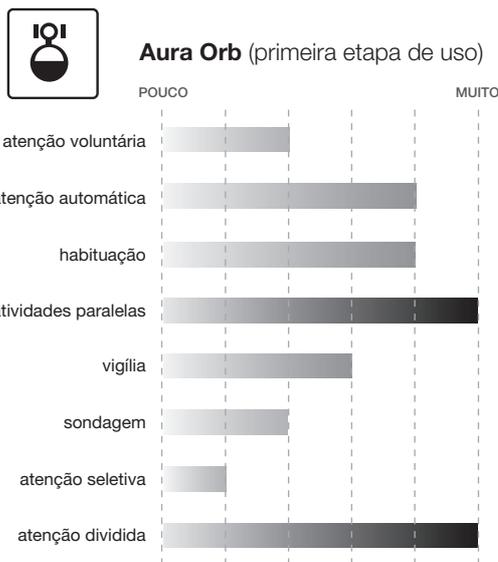
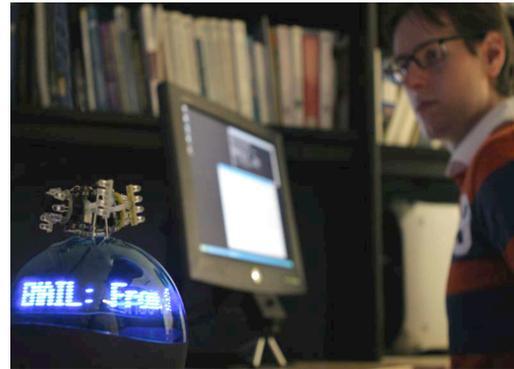


Figura 63: *Aura Orb*. Os dois momentos de uso do sistema envolvem os mecanismos atencionais de formas distintas, aumentando a complexidade das informações de acordo com o engajamento do usuário.

A estratégia de trabalhar diferentes graus de atenção de acordo com o engajamento do usuário remonta à ideia geral de Mark Weiser, de deslocar os sistemas entre o centro e a periferia de nossa atenção. A aplicação deste princípio geral faz-se de maneira exemplar neste caso, ativando diferentes mecanismos como a habituação, a atenção dividida, a sondagem e finalmente a atenção seletiva. O sistema faz o deslocamento entre os extremos do *continuum* atencional, da atenção automática para a atenção voluntária, mas essa transição dá-se de maneira incremental, buscando respeitar o interesse do usuário, de forma não intrusiva.

A partir da análise dos sistemas de informação ambiente apresentados aqui, é possível perceber que a definição abrangente de "sistemas de informação que atuam privilegiando a periferia de nossa atenção" não é suficiente para descrever o comportamento destes sistemas. A atenção deve ser compreendida como um complexo sistema envolvendo diferentes mecanismos, com funções diversas. Ao propor o desenvolvimento de soluções que atuem a periferia de

nossa atenção, Weiser provavelmente se referia a privilegiar soluções que envolvessem processos atencionais automáticos, que demandam menos recursos cognitivos e são passíveis de serem realizados paralelamente a outras atividades. Isso não quer dizer, no entanto, que não possamos utilizar soluções que demandem certo nível de atenção voluntária. Há que se considerar que é possível, através de um processo de habituação, reduzir o nível de atenção voluntária necessária para lidar com um determinado sistema informacional. Nesse processo, cumprem papéis importantes a memória operacional e o contexto de uso.

Como exposto anteriormente, o contexto de uso favorece a ativação de esquemas previamente apreendidos, memórias implícitas, de longa duração, que requerem pouco esforço consciente para serem acessadas. Essa ativação de esquemas armazenados a partir de um dado contexto, reduz o nível de atenção voluntária necessária para a operação de sistemas informacionais, o que permite a realização de atividades paralelas sem o envolvimento de muitos recursos cognitivos. O design pode facilitar esse processo, por exemplo, ao fazer uso de gêneros discursivos que sejam de fácil reconhecimento, compartilhados culturalmente. Os gêneros discursivos são percebidos sem demandar grande esforço, favorecendo justamente a contextualização e a ativação de esquemas. Desta maneira, ampliam-se as possibilidades de comunicação através da periferia atencional.

A partir do melhor entendimento de como se processa a nossa atenção, e das diferentes funções dos mecanismos atencionais, algumas características devem ser exploradas para facilitar o deslocamento dos sistemas informacionais para a periferia. Deve-se buscar soluções que favoreçam o processamento paralelo e automático. Pode-se, por exemplo, utilizar o contraste figura/fundo, realçar características marcantes que auxiliem a distinção de um elemento em relação a distratores, em situações atencionais de sondagem. A incongruência de um elemento em relação ao seu entorno tende a despertar a atenção automática, involuntariamente. A discrepância é um fator que direciona a atenção. Por outro lado, deve-se buscar uma simplicidade formal dos elementos a serem interpretados, de maneira a evitar uma complexidade que demande uma análise mais detalhada do sistema, deslocando a atenção para o extremo mais relacionado com mecanismos atencionais voluntários. Sistemas informacionais que necessitem de maior interpretação semântica comprometem mais recursos cognitivos, dificultando o processamento paralelo. Por outro lado, vale lembrar que os processos de atenção automática não favorecem a apreensão de detalhes, sendo necessário portanto uma solução que possa destacar-se do entorno, e ao mesmo tempo comunicar sem excesso de elementos.

No âmbito do design de interação, uma estratégia interessante para favorecer a habituação e a criação de esquemas é explorar a simplicidade como um partido projetual. Simplicidade é entendida aqui como a redução das possibilidades de uso e funções dos sistemas computacionais/informacionais, e redução de possibilidades de interpretação semântica. Por outro lado, é importante que essa simplicidade não limite o controle sobre o sistema. Uma estratégia possível, também, é distribuir a complexidade entre partes distintas de um mesmo sistema, simplificando o uso cotidiano e gerando interfaces alternativas para perfis de usuários específicos. A tecnologia computacional permite alto grau de customização, o que possibilita soluções mais adequadas a diferentes situações de uso.

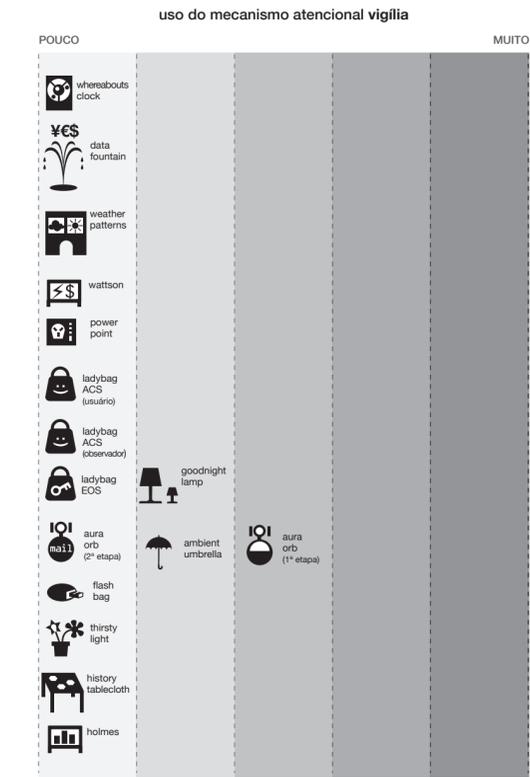
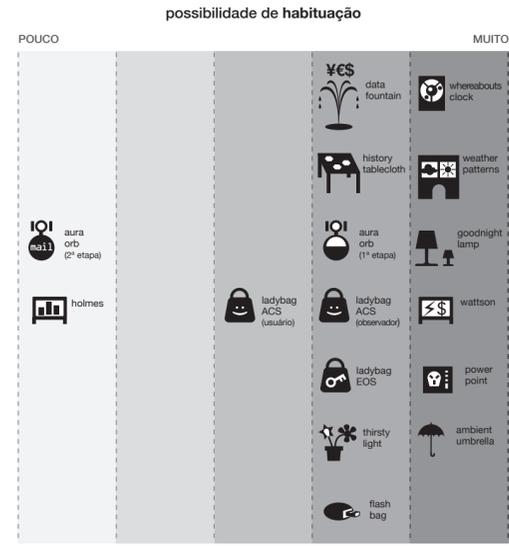
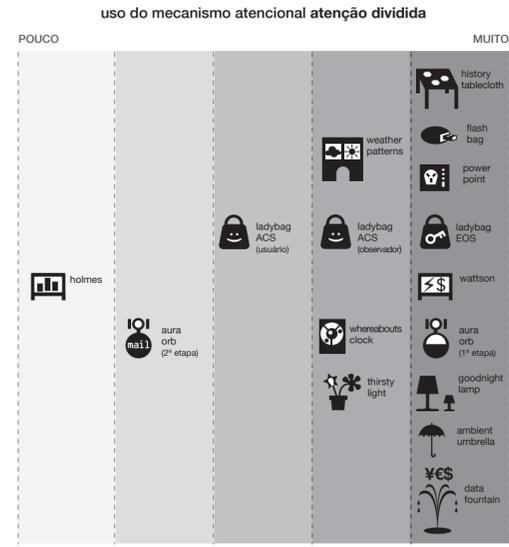
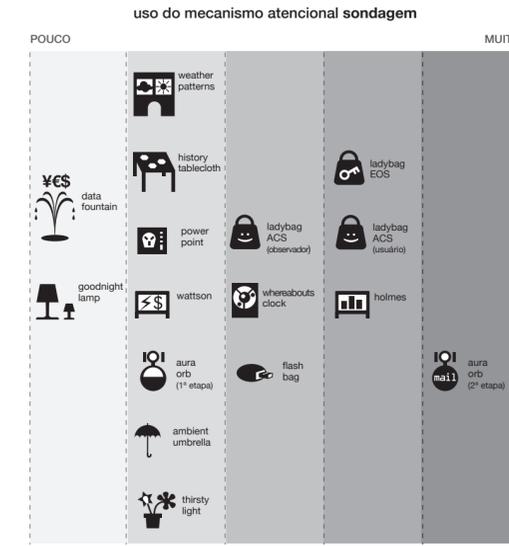
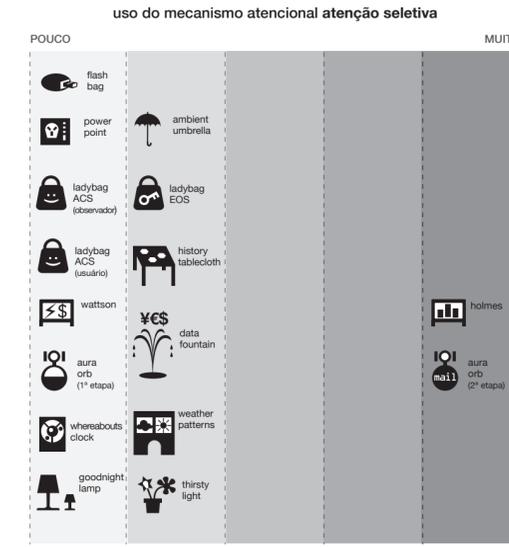
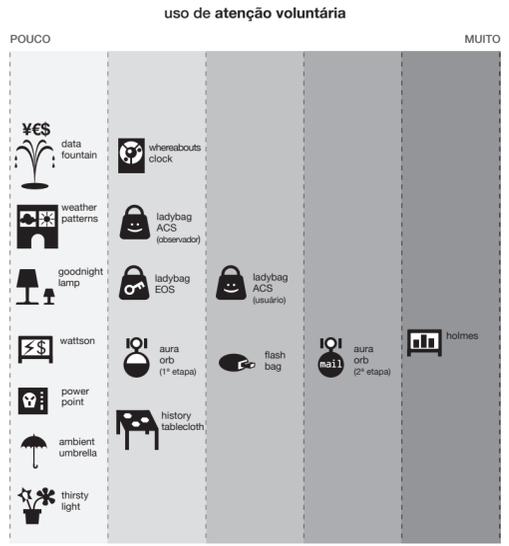
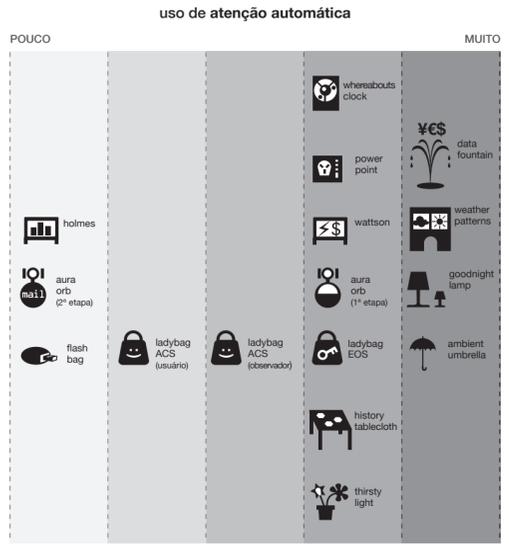
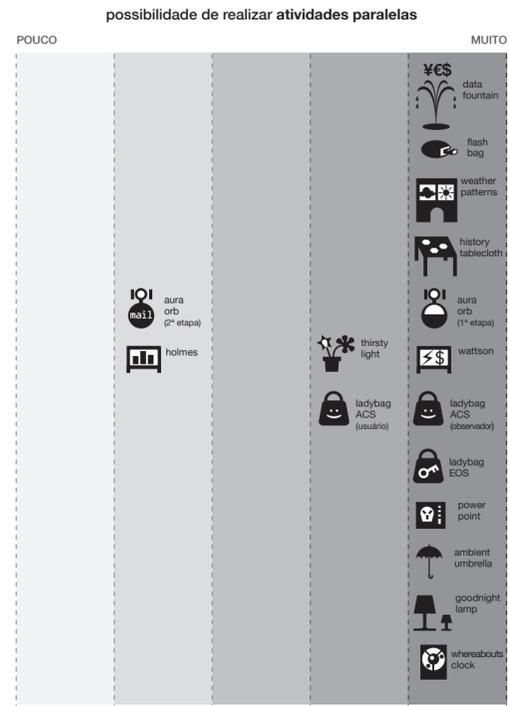
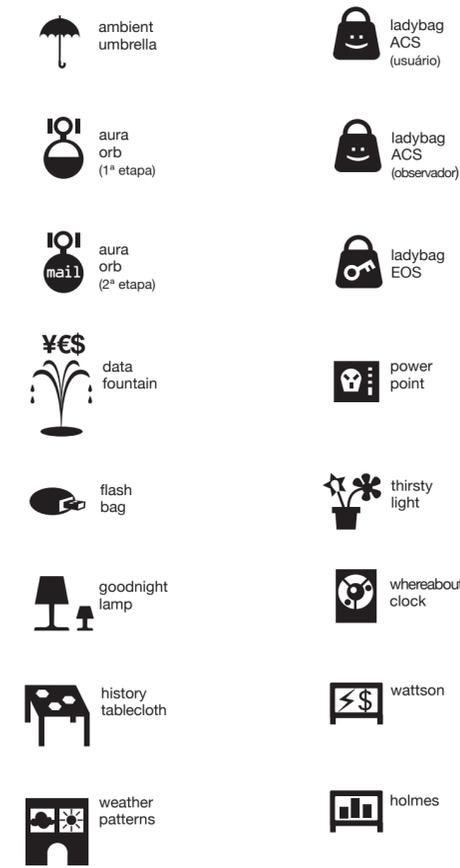
A partir do exposto, propõe-se aqui os seguintes parâmetros a serem considerados no design de sistemas de informação ambiente:

- explorar a simplicidade como partido projetual;
- dividir a complexidade dos sistemas em momentos distintos, ou em componentes distintos;
- fazer uso de gêneros discursivos, passíveis de reconhecimento e contextualização (pré-ativação de esquemas na memória, privilegiando processos atencionais automáticos);
- realçar características marcantes para facilitar o reconhecimento de um elemento em meio a distratores (em situações de sondagem).

Há que se destacar que nem todo sistema informacional será adequado a uma abordagem de *calm technology*. Entretanto, há muitas possibilidades de aplicação dos princípios aqui descritos, uma vez que há demandas distintas de atenção nos diferentes sistemas computacionais que utilizamos cotidianamente. O design de interação deve atuar no sentido de propor soluções inovadoras, criar interfaces simples que comunicam sem nos sobrecarregar. É possível estabelecer uma hierarquia entre os diferentes sistemas informacionais, pensando soluções que por um lado apresentam menos recursos e por outro são especializadas em funções específicas. Soluções que possam ser associadas a esquemas cognitivos passíveis de habituação, e passem a envolver processos mais automatizados do *continuum* atencional, demandando menos recursos cognitivos. Dessa maneira será possível mover-se no denso ambiente informacional que nos rodeia sem que isso nos cause esforço ou estresse.

5.3.1 Comparação dos sistemas de informação ambiente

A seguir são apresentados os gráficos, comparando o desempenho dos sistemas de informação ambiente em um dado mecanismo atencional. Os sistemas de informação ambiente analisados são representados por ícones, conforme detalhado abaixo.



6 Considerações finais

Ao revisitar a trajetória do trabalho que aqui apresento, percebo que foi marcada por diversos aprendizados e descobertas, construídos ao longo do período de sua realização. A pesquisa não partiu a princípio de uma hipótese precisa, mas de uma inquietação, do desejo de aprofundar o conhecimento sobre um tema ainda pouco explorado no Brasil – o design de interação no contexto da computação pervasiva. Embora esse tema conte com vasta produção em âmbito mundial, em nosso país ainda há uma lacuna no que se refere à produção de conhecimento sobre essa etapa evolutiva das tecnologias computacionais, considerada sob a ótica do design. Apesar do amadurecimento da pesquisa acadêmica em design, manifesta pelo aumento dos programas de pós-graduação e cursos de mestrado e doutorado nessa especialidade no país, ainda é notável a carência de estudos sistemáticos sobre as relações do homem com os artefatos interativos típicos da computação ubíqua, e sobre suas conseqüências no campo social, afetivo, simbólico etc. A oportunidade de ampliar o conhecimento sobre esse tema no país foi, sem dúvida, o motivador inicial desta pesquisa.

Eleger um tema pouco explorado como objeto de pesquisa é uma tarefa difícil. Embora familiarizado com o design de interação, tanto como pesquisador quanto como designer experiente nessa área, a temática da computação pervasiva mostrou-se extremamente distante do meu campo de atuação usual. Essa dificuldade inicial, entretanto, mostrou-se estimulante pela possibilidade de desenvolver um trabalho original e pelo aprendizado sobre um assunto que apresentava inúmeras possibilidades de investigação. A ausência de interlocutores próximos, e a própria falta de experiência prévia com o tema, acabaram por implicar uma pesquisa exploratória. Por esse motivo, o segundo capítulo revisita os conceitos básicos, de maneira a possibilitar um recorte mais preciso.

Nesse primeiro momento, mais do que apresentar o histórico da computação ubíqua identificando as principais linhas de pesquisa e áreas de atuação com as quais o design tem afinidade, buscou-se perceber as possibilidades concretas de desenvolvimento de projetos de design no contexto da computação ubíqua, tendo em perspectiva o panorama tecnológico atual e as tendências fu-

turas que se anunciam. Além disso, procurou-se destacar as questões de fundo que têm acompanhado esse desenvolvimento. Pela própria natureza do design, de projetar sistemas e artefatos considerando um contexto de uso e uma população usuária, a maneira de observar esse cenário privilegiou não somente os seus aspectos técnicos, mas sobretudo sua dimensão humana e social – questões que me são especialmente caras.

O que se percebe é que, a despeito da computação ubíqua estar cada vez mais próxima de efetivamente fazer parte do cotidiano do cidadão comum, as contradições implícitas nesse desenvolvimento tecnológico ainda carecem de uma análise mais cuidadosa no campo do design. Os designers tradicionalmente têm uma preocupação com aspectos pragmáticos, relacionados à eficiência, eficácia e satisfação dos usuários durante a utilização dos produtos que projetam. Essa preocupação nem sempre engloba as conseqüências do uso desses artefatos no plano da cultura, das práticas sociais e das relações humanas em um âmbito mais abrangente. Cumpre destacar que o trabalho do designer não é isento de responsabilidade quanto a essas questões. Os artefatos que projetamos criam ecossistemas próprios, estabelecem padrões de comportamento e hábitos de uso nem sempre previsíveis. Torna-se cada vez mais importante investigar e discutir esse assunto com uma abordagem que vá além das questões técnicas e pragmáticas típicas dos estudos da interação humano-computador, considerando o descompasso crescente entre o ritmo de desenvolvimento tecnológico e as práticas sociais que emergem a partir do uso desses artefatos.

Ao mesmo tempo em que me aprofundava na temática principal desta pesquisa, percebi que havia um movimento de ampliação do campo de atuação do design em andamento. Esse movimento não era restrito às áreas especificamente relacionadas com o projeto de sistemas interativos: o campo do design passa por um momento de expansão, deixando de ater-se ao desenho de artefatos e passando a atuar em um plano mais estratégico, com resultados nem sempre tangíveis. Design de serviços, *branding*, *image care*, gestão do design, design e emoção, design da experiência...atualmente os profissionais de design atuam em novas frentes, que já não cabem na classificação tradicional que durante muito tempo balizou a própria definição do campo. As habilitações em design de produto e comunicação visual não são suficientes para a abrangência do campo do design, embora haja quem procure desqualificar essas novas vertentes, procurando enxergar o mundo de hoje com um olhar ainda influenciado pelo paradigma do design modernista.

Discutir a complexidade dessas mudanças, de abrangência tão vasta, fugiria ao escopo do trabalho aqui proposto. No entanto, percebeu-se a necessidade de contextualizar essas transformações no que se refere ao recorte específico desta pesquisa. As mudanças que perpassam o campo do design podem ser notadas em menor escala na concepção dos profissionais que atuam diretamente com o projeto de sistemas interativos. De maneira análoga, nesse universo mais delimitado também ocorre uma ampliação das possibilidades de atuação, saindo de uma visão mais ligada ao artefato e passando a preocupar-se com o projeto da experiência, discutindo questões como engajamento, emoção, sociabilidade.

Assim, o terceiro capítulo apresenta o design de interação, situando-o como um campo de conhecimento próprio e intimamente relacionado com o projeto de mídia interativa. Buscou-se destacar a evolução desta área de atuação, tendo como pano de fundo as novas possibilidades de projeto que surgem com a computação pervasiva. Essa discussão parece oportuna, tendo em vista o amadurecimento desse campo profissional no Brasil, manifesto pelo surgimento de cursos de pós-graduação e habilitações nos cursos de graduação em design focados nessa temática, bem como pela realização de congressos específicos dessa área. Apesar disso, curiosamente ainda é tímida a produção de conhecimento sobre computação pervasiva no país, especialmente nas escolas de design. No exterior o design de interação é um campo híbrido, que conjuga profissionais de ciências da computação e de design. Cursos de *human computer interaction* costumam fazer parte das escolas de informática, enquanto cursos de *interaction design* normalmente pertencem às escolas de design. Embora com enfoques distintos, ambos tratam do projeto de objetos interativos. Além do artefato, procura-se englobar o design da experiência de uso, levando-se em conta o ecossistema que esse objeto virá compor. Enquanto no Brasil atuamos principalmente em projetos de interfaces para telas de computadores, o paradigma de nossos pares no exterior é mais amplo; qualquer objeto, dotado de uma “inteligência” computacional, com o qual (ou através do qual) podemos interagir, é um produto a ser desenvolvido e faz parte de um ecossistema. Procura-se, enfim, planejar a experiência de uso desses produtos em um contexto mais amplo do que a mera relação objetiva do homem com o artefato. Embora em nosso país o mercado de trabalho para designers de interação normalmente seja restrito ao projeto de interfaces para web, celulares ou *games*, a tendência é que nossa área de atuação passe a incluir o projeto de objetos inteligentes. O trabalho aqui apresentado procura ampliar a discussão desse tema no país, e legitimar a computação

pervasiva como objeto de estudo e campo de trabalho para os profissionais de design de interação.

Analisando a produção que trata da ubiqüidade computacional, percebe-se uma grande abrangência de temas e possibilidades de investigação. O estabelecimento de um recorte para a pesquisa veio a partir do diálogo mais intenso com a obra de Mark Weiser, o "pai" da computação ubíqua. Embora a produção de Weiser não tenha sido extensa¹¹⁶, ela constituiu as bases conceituais que ainda hoje orientam muitos dos trabalhos nessa área, sendo referência quase obrigatória na maioria dos artigos e trabalhos consultados.

Dentre a produção de Weiser, destaca-se o inquietante artigo *The coming age of Calm Technology*. Nele, Weiser e Brown apresentam a proposta de deslocar a computação para a periferia de nossa atenção. Os autores partiram do pressuposto que a intensificação do uso de computadores em nosso dia-a-dia, especialmente a partir da perspectiva de evolução da computação pervasiva, seria um fator de desgaste e estresse. Para evitar essa situação eles propõem uma tecnologia computacional "calma", para a qual cunhou-se aqui a denominação *tecnologia sem estresse*: uma tecnologia que é capaz de nos informar sem nos sobrecarregar, sem gerar estresse. Weiser e Brown sugerem que a computação deveria situar-se fora do foco central de nossa atenção, de maneira que estivéssemos livres para realizar outras atividades.

Esse conceito simples mas inovador, de desenvolver sistemas de informação que atuem sem chamar atenção para si, foi o ponto de partida para a questão principal desta pesquisa. A constatação de que o cenário previsto por Weiser e Brown, no qual a presença cada vez mais intensa dos sistemas de informação computadorizados em nossas vidas tem levado efetivamente a uma sensação de sobrecarga informacional, legitimou o pertinência da proposta daqueles autores: "temos de aprender a projetar para a periferia, para que possamos controlar a tecnologia plenamente sem sermos dominados por ela" (Weiser e Brown, 1996, tradução minha)¹¹⁷.

Nesse ponto tornou-se fundamental compreender melhor o conceito de deslocamento entre centro e periferia da atenção. Apesar desse ser o princípio

¹¹⁶ O marco inicial da computação ubíqua é o texto *The Computer for the Twenty-First Century*, escrito por Weiser e publicado na *Scientific American*, em setembro de 1991. Nesse artigo inovador, Weiser inaugura o termo e define as linhas mestras desse campo de pesquisa. É sem dúvida o divisor de águas na carreira de Weiser, que dedicaria o restante de sua vida a esse tema. Weiser faleceu em 1999, tendo publicado apenas cerca de uma dezena de artigos acerca da computação ubíqua. O impacto de sua obra, entretanto, foi tamanho que ainda hoje reverbera.

¹¹⁷ We must learn to design for the periphery so that we can most fully command technology without being dominated by it.

central na argumentação de Weiser e Brown, na bibliografia consultada sobre interação humano-computador, fosse oriunda da ciência da computação ou do design, não havia uma discussão mais aprofundada sobre atenção. Foi necessário estabelecer uma ponte com a psicologia cognitiva para entender como se processa a atenção. O quarto capítulo da tese dedica-se a esse tópico, perfazendo uma revisão dos princípios basilares da psicologia cognitiva sobre os mecanismos atencionais. A perspectiva que orientou essa investigação, contudo, procurou manter um diálogo entre a psicologia cognitiva e o design, sendo este o meu campo de origem.

A partir dessa aproximação, a atenção passou a ser compreendida aqui como um complexo sistema envolvendo diferentes mecanismos e níveis de consciência, com funções diversas, e que é influenciado pelo contexto e pela memória. Buscou-se sistematizar os mecanismos atencionais em categorias de análise que pudessem ser utilizadas no projeto de sistemas de informação. Retomou-se a idéia original de Weiser e Brown, ampliando o conceito básico descrito por eles. A possibilidade de deslocamento da atenção entre centro e periferia passa então a se relacionar a com idéia de situação dentro de um *continuum* atencional, no qual os fenômenos perceptivos atuam entre extremos envolvendo processos atencionais automáticos e processos atencionais voluntários. Esse deslocamento no *continuum* está diretamente relacionado com a possibilidade de habituação ao estímulo perceptivo. A habituação, por sua vez, depende de outras variáveis: o nível de incongruência e integridade do estímulo em relação ao entorno; a complexidade da mensagem; a possibilidade de criação e armazenamento de esquemas perceptivos; a associação de esquemas perceptivos previamente armazenados com novos contextos de uso. No que se refere às diferentes funções que a atenção pode ter, destacam-se os processos de vigília (ou vigilância) e sondagem, e os estados de atenção seletiva e atenção dividida.

Essas características dos mecanismos atencionais foram sistematizadas como categorias de análise, a partir das quais foi possível compreender melhor de que maneiras os sistemas de informação envolvem nossa atenção. Para verificar como essas categorias de análise poderiam ser utilizadas no desenvolvimento de projetos, no quarto capítulo retoma-se a investigação da ubiquidade computacional, procedendo um recorte mais delimitado. Dentro do universo de aplicações da computação pervasiva, destacam-se os sistemas de informação ambiente (tradução cunhada aqui para os *ambient information systems*) como aqueles que se apropriam explicitamente da proposta de Weiser e Brown, de apresentar informações privilegiando a periferia de nossa atenção. Nesse conjunto de aplicações, o aspecto central em discussão refere-se ao uso do produto,

e não às questões técnicas de protocolos de comunicação, segurança de dados, lógica de sistemas. Trata-se, portanto, de um recorte com um olhar próximo ao do que normalmente orienta os trabalhos de design de interação, centrado no usuário e na experiência de uso.

Já há diversos estudos sobre as características dos sistemas de informação ambiente. Em geral estes trabalhos aproximam-se no sentido de propor taxinomias para analisar e descrever o comportamento dos sistemas. Alguns trabalhos propõem métodos para aferir a eficiência dos sistemas de informação ambiente. Entretanto, pouco se discute sobre como esses sistemas se relacionam com os diferentes tipos de atenção, a despeito da diversidade de mecanismos atencionais e de fatores que influenciam a ativação e preponderância desses mecanismos. Os trabalhos partem do princípio formulado por Weiser e Brown, de deslocar os sistemas para periferia da atenção, sem no entanto explicitarem o seu entendimento do que seria essa periferia atencional. Identifica-se, assim, que há uma lacuna nos trabalhos anteriores, por não relacionarem claramente os sistemas de informação com os diferentes mecanismos atencionais. A definição básica de Weiser e Brown não é suficiente para descrever a miríade de processos envolvidos com a captação da atenção, sendo necessária, portanto, uma nova abordagem para o desenvolvimento de sistemas de informação ambiente.

Procedeu-se então uma análise de um conjunto de sistemas, selecionados a partir de critérios estabelecidos de maneira a garantir uma amostra relevante dentro do universo de projetos existentes. A análise feita aqui buscou identificar quais são os mecanismos atencionais acionados durante a utilização destes sistemas de informação ambiente, tentando ainda perceber o grau de envolvimento desses mecanismos, possíveis relações entre eles, e as influências do contexto de uso nesse processo.

A partir do estudo que foi feito, percebe-se que a despeito de compartilharem de um mesmo referencial teórico e de pertencerem a uma mesma grande categoria de sistemas de informação, as soluções analisadas divergem na maneira como ativam os mecanismos atencionais. Constata-se assim que definir sistemas de informação ambiente como sendo aqueles que atuam na periferia de nossa atenção, ou ainda aqueles nos quais a informação é apresentada de maneira não-obstrutiva, não é suficiente para uma categorização ou para o entendimento de como esses sistemas se relacionam com nossos recursos cognitivos.

6.1 Desdobramentos: passado, presente, futuro

Como dito anteriormente, a escolha de um tema que, no Brasil, conta com pouca investigação sistemática dentro do campo do design, foi um desafio, na mesma medida em que se constituiu uma oportunidade única. Pode-se dizer que no período que compreende a produção desta tese, dei início a um trabalho inédito no país. Enquanto a computação ubíqua é um tema já conhecido há algum tempo no Brasil, até onde pude perceber não há pesquisas específicas sobre sistemas de informação ambiente. Ainda há muito a ser feito, e esta pesquisa tem a pretensão de ser um passo nesse sentido.

Ao longo do desenvolvimento da tese alguns resultados parciais foram publicados como artigos, compartilhando com a comunidade acadêmica essa temática, bem como as dúvidas e inquietações que surgiram no caminho. Parte dessa produção já começa a ser usada como referência no trabalho de outros pesquisadores, o que sugere que, mesmo partindo de uma abordagem mais exploratória, esta pesquisa constitui-se como uma contribuição para o campo. Essa contribuição, espera-se, relaciona-se não somente com o fortalecimento do design de interação como um campo profissional, mas com uma possibilidade de reflexão crítica sobre os rumos dessa área de atuação.

A aproximação com a psicologia cognitiva mostrou-se fundamental para ampliar a discussão iniciada por Weiser e Brown sobre a necessidade de desenvolvermos sistemas que nos informem sem sobrecarregar. Apesar das limitações naturais para um designer que se aventura em uma área do conhecimento fora da sua zona de conforto, esse diálogo mostrou-se proveitoso. Espero que a partir do conhecimento construído aqui, com maior entendimento da complexidade que envolve os mecanismos de atenção, novas pesquisas avancem na investigação das relações entre a configuração de objetos interativos e o envolvimento dos recursos atencionais.

O aprendizado obtido com a pesquisa foi valoroso, sendo construído de diversas maneiras. A visita ao centro de pesquisas da Microsoft Research em Cambridge não só permitiu ver pessoalmente alguns dos projetos descritos na tese, como conversar com os pesquisadores envolvidos. Após esse encontro, percebi que grande parte dos resultados apresentados vieram de investigações realizadas com famílias inglesas. Isso evidenciou a necessidade de desenvolvermos conhecimento próprio, baseado na nossa cultura, para não corrermos o risco de absorver produtos desenvolvidos a partir de contextos distintos do que vivenciamos aqui. Essa inclusive é uma preocupação que acompanha minha tra-

jetória acadêmica, iniciada com a pesquisa do mestrado, quando investiguei as possibilidades de apropriação e uso da *World Wide Web* por pessoas com baixo índice de letramento.

Se por um lado existe essa premência em desenvolvermos conhecimento próprio, por outro é notável o crescimento do campo do design de interação no Brasil nos últimos anos. Embora ainda tenhamos carência de investimentos nessa área, temos profissionais competentes dedicados a pesquisa e desenvolvimento no país. Cursos de especialização surgiram nesse período¹¹⁸, bem como habilitações específicas em design de interação. A computação pervasiva começa a fazer parte dos conteúdos programáticos nesses cursos. Da mesma forma, os profissionais atuantes no mercado têm se reunido regularmente em conferências, e essa temática também começa a ser debatida nesses encontros. Como se vê, o momento é promissor para ampliarmos a discussão sobre os impactos da computação pervasiva e o papel do design na proposição de alternativas para os impasses que esse desenvolvimento tecnológico traz consigo.

Pretende-se dar continuidade à investigação iniciada aqui, procurando avançar de modo mais experimental para colocar em prática outras hipóteses que surgem a partir deste trabalho. Percebe-se que no design de interação, cada vez mais, pesquisa e desenvolvimento caminham juntos. Conhecimentos de eletrônica e noções de lógica de programação passam a ser requisitos básicos para que os designers possam desenvolver protótipos que permitam testar seus projetos. Especialmente em se tratando de sistemas de informação ambiente, é fundamental avançarmos em pesquisas experimentais. O desdobramento natural desta tese, assumidamente descritiva e exploratória, é colocar em prática o conhecimento desenhado até aqui.

Finalmente, espero que o material reunido aqui, tanto no que se refere à ubiquidade computacional, à ampliação das fronteiras do design de interação, ou aos sistemas de informação ambiente, sirva como inspiração e fonte de consulta para novas pesquisas, de maneira que possamos construir conhecimento próprio e crítico sobre os rumos do desenvolvimento tecnológico no país.

¹¹⁸ Atualmente existem dois cursos de especialização (pós-graduação lato sensu) em Design de Interação no Brasil. O curso da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), criado em 2007, e o curso coordenado pelo Instituto Faber Ludens, em Curitiba, criado em 2008.

7

Referências

ALTOSAAR, Mark; VERTEGAAL, Roel; SOHN, Changuk; CHENG, Daniel. AuraOrb: using social awareness cues in the design of progressive notification appliances. In: **Proceedings of OzCHI 06**, 2006. Disponível em: <<http://hml.queensu.ca/node/134>>. Acesso em: 20 mai 2011.

AREND, Isabel. Dividindo la atención entre dos objetivos: una revisión sobre el efecto de piscar atencional. **Aletheia**, Canoas, n. 22, dez. 2005. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-03942005000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 01 set. 2010.

ARNHEIM, Rudolf. **El pensamiento visual**. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA), 2ª ed., 1973.

_____. **O poder do centro**: um estudo da composição nas artes visuais: nova versão. Lisboa: Edições 70, 1988.

_____. **Arte e percepção visual**: uma psicologia da visão criadora: nova versão. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BARCELONA CLUBBERS GET CHIPPED. **BBC, Technology**. 29 Set. 2004. Acesso em: 10 dez 2007. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3697940.stm>>.

BEIGUELMAN, Giselle. Está chegando a cultura cíbrida. **Trópico**, revista eletrônica, seção Novo Mundo. Disponível em: <<http://p.php.uol.com.br/tropico/html/textos/1634,1.shl>>. Acesso em: 15 set. 2006.

BOHN, Jürgen et al. Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence and Ubiquitous Computing. In: WEBER, W.; RABAEY, J.M.; AARTS, E. **Ambient Intelligence**. Berlim: Springer, 2005. p.5-29. Disponível em: <<http://www.vs.inf.ethz.ch/res/papers/socialambient.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2008.

BONSIEPE, Gui. **Design**: do material ao digital. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997

BRINGHURST, Robert. **Elementos do estilo tipográfico**. São Paulo: Cosac Naify, 2005.

BROWN, John Seely; DUGUID, Paul. Keeping It Simple: Investigating Resources in the Periphery. In: WINOGRAD, Terry (org.). **Bringing Design to Software**. S.I.: ACM Press, 1996, pp.129-150.

BUCHANAN, Richard. Good design in the digital age. **GAIN: AIGA Journal of Design for the Network Economy**, v.1, n.1, 2000. Disponível em: <<http://www.aiga.org/content.cfm/good-design-in-the-digital-age>>. Acesso em: 26 fev 2008.

_____. Palestra proferida durante o evento **Emergence 2007: Exploring the boundaries of service design**. Pittsburgh, 7-9 set 2007. Disponível em: <http://designforservice.wordpress.com/buchanan_keynote/>. Acesso em: 26 fev 2008.

CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CARNEGIE MELLON SCHOOL OF DESIGN. Edital do programa de Master of Design in Interaction Design. Disponível em: <<http://www.carnegiomellon.edu/cfa/design>>. Acesso em: 20 mai 2007.

CARNEIRO, Gabriela; TRAMONTANO, Marcelo. Realidades híbridas: design e tecnologias da comunicação e informação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** CD-ROM. São Paulo, 2008

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

_____. Internet e sociedade em rede. DE MORAES, Dênis (Org.), **Por uma outra comunicação: mídia, mundialização cultural e poder**. Rio de Janeiro: Record, 2003, pp. 255-287.

CHIPCHASE, Jan; PERSSON, Per; AARRAS, Mikko; PIIPPO, Petri; YAMAMOTO, Tetsuya. Mobile Essentials: Field Study and Concepting. In: **Designing the User Experience 05 (DUX 05)**, 3-5 Nov, 2005, San Francisco, CA. Disponível em: <http://www.janchipchase.com/blog/archives/Chipchase_mefnac_SKETCH.pdf>. Acesso em: 4 mar 2009.

COUSINS, Norman. The poet and the computer (1966). PYLYSHYN, Zenon W.; BANNON, Liam J. **Perspectives on the computer revolution**. Norwood (NJ):

Ablex Publishing, 1989. p.535-536. Disponível em: <<http://www.haverford.edu/cmssc/slindell/The%20Poet%20and%20the%20Computer.htm>>. Acesso em: 21 set 2009

DESCHAMPS-SONSINO, Alexandra. *The Goodnight Lamp*. S.l.: 2008. Disponível em: <<http://www.goodnightlamp.com/>>. Acesso em: 10 jan 2010.

DESMET, Pieter; HEKKERT, Paul. Framework of product experience. **International Journal of Design**, 1(1), p.57-66, mar 2007.

DOURISH, Paul; BELL, Genevieve. Yesterday's tomorrows: notes on ubiquitous computing's dominant vision. **Pers Ubiquit Comput**. London: Springer-Verlag, 2006. Disponível em: <http://www.inf.ufg.br/%7Evagner/courses/mobilecomputing/docs/papers/03-BellDourish-YesterdaysTomorrows.pdf>

DUNCAN, John. Attention. In: WILSON, Robert A.; KEIL, Frank C. **The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences**. Cambridge: The MIT Press, 1999. p.39-41.

FACEBOOK PASSA A TER PERFIS ESPECIAIS PARA MEMBROS QUE MORRERAM. **Estadão**, Economia, Tecnologia. Publicado em: 27 out 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/tecnologia,facebook-passa-a-ter-perfis-especiais-para-membros-que-morreram,457265,0.htm>>. Acesso em: 3 nov 2009.

FONSECA, Felipe. **MetaReciclagem**. Publicado em: 8 set 2008. Disponível em: <<http://rede.metareciclagem.org/wiki/MetaReciclagem>>. Acesso em: 3 nov 2009.

(FORM + Content + Context) Time = Experience Design. **GAIN**, American Institute of Graphic Arts Journal of Design for the Network Economy, v.1, n.1, 2000. Disponível em: <<http://www.aiga.org/content.cfm/form-content-context-time-experience-design>>. Acesso em: 19 mai 2007.

GOOD, Robin. **What is experience design?** Publicado em: 23 mar 2004. Disponível em: <http://www.masternewmedia.org/2004/03/23/what_is_experience_design.htm>. Acesso em 18 mai 2007.

GRAAFSTRA, Amal. **RFID Toys: 11 cool projects for home, office and entertainment**. S/l: Wiley, 2006.

GREENFIELD, Adam. Information architecture is what we say it is. **Boxes and Arrows** (revista eletrônica). Publicado em: 18 mar 2002. Disponível em:

<http://www.boxesandarrows.com/view/whats_in_a_name_or_what_exactly_do_we_call_ourselves>. Acesso em: 16 mai 2007.

_____. All watched over by machines of loving grace: Some ethical guidelines for user experience in ubiquitous-computing settings. **Boxes and Arrows** (revista eletrônica), 1 dez. 2004. Disponível em: <http://www.boxesandarrows.com/view/all_watched_over_by_machines_of_loving_grace_some_ethical_guidelines_for_user_experience_in_ubiquitous_computing_settings_1_>. Acesso em: 20 mar. 2008.

_____. **Everyware**: the dawning age of ubiquitous computing. Berkeley, California, USA: New Riders, 2006.

_____. **Designing for everyware**. [Entrevista disponibilizada na internet em 25 de abril de 2006]. Disponível em: <<http://www.aiga.org/content.cfm/designing-for-everyware-an-interview-with-adan-greenfield>>. Acesso em: 20 mai 2007.

GRUSZYNSKI, Ana Claudia. **Design gráfico**: do invisível ao ilegível. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

GUIMARÃES, Camila. Os Blogs vão mudar seus negócios. **Revista EXAME**, 1 fev. 2006, p. 18-25.

HARPER, Richard; RODDEN, Tom; ROGERS, Yvonne; SELLEN, Abigail. **Being Human**: HCI in the year 2020. Cambridge, UK: Microsoft Research, 2008.

HAZLEWOOD, William; COYLE, Lorcan; CONSOLVO, Sunny (org). Workshop at Pervasive 2007: Designing and evaluating ambient information systems. In: The 5th International Conference on Pervasive Computing. **Proceedings...** Toronto, Ontario, Canada, 13 mai 2007. <<http://www.informatics.indiana.edu/subtletech/>>, 09/01/2009.

HAZLEWOOD, William; COYLE, Lorcan; POUSMAN, Zachary; LIM, Youn-Kyung (org). The Second Workshop on the Design and Evaluation of Ambient Information Systems. In: The 10th International Conference on Ubiquitous Computing. **Proceedings...** Seul, South Korea, 21 set 2008. <<http://www.informatics.indiana.edu/subtletech/>>, 09/01/2009.

HEALEY, Christopher G. **Perception in Visualization**. Atualizado em: 17 jan 2007. Disponível em: <<http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/index.html>>. Acesso em: 20 mar 2009.

HEALEY, Christopher G.; BOOTH, Kellogg S.; ENNS, James T. High-Speed Visual Estimation Using Preattentive Processing. **ACM Transactions on Human Computer Interaction** 3(2), p. 107-135, 1996.

HELENE, André Frazão; XAVIER, Gilberto Fernando. A construção da atenção a partir da memória. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, São Paulo, v. 25, n. sup.2, p. 12-20, 2003.

HEMP, Paul. Death by information overload. **Harvard Business Review**. Set 2009.
_____. What's So Bad About Information Overload? **Harvard Business Review (website)**. 27 jun 2008. Disponível em: <http://blogs.harvardbusiness.org/hbr/hbreditors/2008/06/whats_so_bad_about_information.html>. Acesso em: 9 out 2009.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HOWARD, Steve; KJEDSKOV, Jesper; SKOV, Mikael B. Pervasive computing in the domestic space. **Personal and Ubiquitous Computing** (special issue), Londres, v.11, n.5, p.329-333, jun. 2007.

IBM ALMADEN RESEARCH CENTER. **BlueEyes**: Creating computers that know how you feel. Disponível em: <<http://www.almaden.ibm.com/cs/BlueEyes/index.html>>. Acesso em: 15 jan 2009.

IDOSOS GANHAM FORÇA NA WEB. **G1, Tecnologia**. Publicado em 27 ago 2007. Acesso em 27 ago 2007. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/0,,MUL94253-6174-5669,00.html>>.

IMPLANTAÇÃO DE CHIP EM VEÍCULOS SERÁ DEFINIDA NESTA QUINTA-FEIRA (29). **G1, Carros, Trânsito**. Publicada em: 29 out 2009. Acesso em 1 nov 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1359894-9658,00.html>>.

INTERACTION DESIGN ASSOCIATION. **What is interaction design**. Disponível em: <http://beta.ixda.org/about_interaction.php>. Acesso em: 18 mai 2007.

ISKANDARIAN, Carolina. 'Não sinto dor. É como um brinco', diz homem com microchip de cão na nuca. **G1, Notícias, São Paulo**, 9 abr 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL1079138-5605,00.html>>. Acesso em: 9 abril 2009

INTERNATION ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9241-11:1988**: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=16883>. Acesso em: 15 mar 2011.

JACOBSON, Bob. **Experience design**. Publicado em: 18 ago 2000. Disponível em: <<http://alistapart.com/articles/experience>>. Acesso em: 17 mai 2007.

JAMES, William. **The principles of psychology**. New York: Dover, 1950. 2v.

KUNIAVSKY, Mike. **Smart things**: ubiquitous computing user experience design. S.l.: Morgan Kaufmann, 2010a.

_____. Information is a material. Palestra de abertura da conferência **Sketching in Hardware 2010**. Los Angeles, 23 Jul, 2010b. Disponível em: <<http://sketching10.com/presentations>>. Acesso em: 16 nov 2010.

LEMONS, André. Cibercultura e mobilidade: a era da conexão. **Razon y palabra**. Revista eletrônica. México, outubro-novembro, 2004. Disponível em: <<http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/anteriores/n41/alemos.html>>. Acesso em: 16 set. 2006.

_____. **Ciberspaço e tecnologias móveis: processos de territorialização e desterritorialização na Cibercultura**. Disponível em: <<http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/actual/4AndreLemos.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2006.

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

LIMA, Ricardo Franco de. Compreendendo os mecanismos atencionais. **Ciências & Cognição**, Ano 02, Vol. 06, nov 2005, p. 113-122. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 19 fev 2009.

LOOP.pH. **Weather Patterns**: a light installation that visually displays the changing weather patterns. 2005. Disponível em: <<http://loop.ph/twiki/bin/view/Loop/WeatherPatterns>>. Acesso em: 25 mar 2011.

MAEDA, John. **As leis da simplicidade**: design, tecnologia, negócios, vida. São Paulo: Novo Conceito Editora, 2007.

MANKOFF, Jennifer; DEY, Anind. From conception to design: a practical guide to designing ambient displays. In: **Public and situated displays**: social and

interactional aspects of shared display technologies. O'HARA, Kenton; PERRY, Mark; CHURCHILL, Elizabeth; RUSSELL, Daniel. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003, p.210-229. Disponível em: <http://www.intel-research.net/Publications/Berkeley/072920031038_155.pdf>. Acesso em: 13 jan 2009.

MANKOFF, Jennifer; DEY, Annind; HSIEH, Gary; KIENTZ, Julie; LEDERER, Scott; AMES, Morgan. Heuristic evaluation of ambient displays. In: **Proceedings of CHI 2003**, ACM Press, p. 169-176, 2003.

MANN, Steve. Workshop Computador como Indumentária. SPITZ, Rejane. (org): **Mostra PETROBRAS de Realidade Virtual**, Centro Cultural Candido Mendes. Rio de Janeiro, 1998.

MATTHEWS, Tara. **Designing and evaluating glanceable peripheral visualizations**. Ph.D. Thesis, EECS Department, Computer Science Division, University of California, Berkeley, Technical Report No. EECS-2007-56, 2007.

MARSDEN, Gary. Electronic tablecloths and the developing world. **Interactions**, mar-abr 2009, p.67-69.

MCLUHAN, Marshall. **Os meios de comunicação como extensões do homem**. 5ª ed. - São Paulo: Cultrix, 1979.

MENSVOORT, Kurt van. **Datafountain**: money currency rates displayed with an internet enabled water fountain. S.l.: S.d. Disponível em: <<http://www.koert.com/work/datafountain/>>. Acesso em 10 jan. 2008.

MEYROWITZ, Joshua. Global nomads in the digital veldt. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, v.1, n.24, julho 2004. Disponível em: <<http://revcom2.portcom.intercom.org.br/famecos/ojs/include/getdoc.php?id=442&article=158&mode=pdf>>. Acesso em: 17 set. 2006.

_____. As múltiplas alfabetizações midiáticas. **Revista FAMECOS**, Porto Alegre, n.15, p. 88-100, agosto 2001.

MICROSOFT TESTA 'RELÓGIO MÁGICO DE HARRY POTTER'. **O Globo Online**: publicado em 12 mai 2009. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/tecnologia/mat/2009/05/12/microsoft-testa-relogio-magico-de-harry-potter-755823551.asp>>. Acesso em: 19 nov 2010.

MIGLIARI, Mirella. **Tipografia pós-moderna no Brasil**: a estética desconstrucionista e suas representações. Trabalho apresentado na disciplina

Seminário de Tese, Programa de Pós-graduação em Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MILLER, William R. **Definition of Design**. Publicado em: 2 nov. 2004. Disponível em: <<http://static.userland.com/rack4/gems/wrmdesign/DefinitionOfDesign1.doc>>. Acesso em: 4 set. 2007.

MISTRY, Pranav. **SixthSense: integrating information with the real world**. Publicado em: 8 jul 2009. Disponível em: <<http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>>. Acesso em: 3 nov 2009.

MOGGRIDGE, Bill. **Designing interactions**. Cambridge: The MIT Press, 2006.

MORENO, Alejandro Castillo; MARÍN, Angélica Paternina. Redes atencionales y sistema visual selectivo. **Universitas psychologica**, Bogotá, Colômbia, v.5, n.2, maio-agosto. 2006, p.305-325. Disponível em: <http://sparta.javeriana.edu.co/psicologia/publicaciones/actualizarrevista/archivos/V5N208_redesatencionales.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2010.

MORVILLE, Peter. **User experience design**. Publicado em 21 jun 2004. Disponível em: <<http://semanticstudios.com/publications/semantics/000029.php>>. Acesso em: 25 mai 2007.

MOORE, Gordon E. Cramming more components onto integrated circuits. **Electronics Magazine**, v.38, n.8, 19 de abril, 1965. Disponível em: <ftp://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2008.

NARDI, Bonnie. (org.). **Context and consciousness: Activity Theory and human-computer interaction**. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

NEGROPONTE, Nicholas. **A vida digital**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

NICOLACI-DA-COSTA, Ana Maria. Primeiros contornos de uma nova “configuração psíquica”. **Caderno Cedes**, Campinas, vol. 25, n. 65, p. 71-85, jan./abr. 2005. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 06 set 2007.

_____. O cotidiano nos múltiplos espaços contemporâneos. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v.21, n.3, dez. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-37722005000300014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 nov. 2009.

NIELSEN, Jakob. Heuristic evaluation. NIELSEN, Jakob; MACK, Robert L. **Usability Inspection Methods**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

NIELSEN, Jakob. **Ten Usability Heuristics**. S.l., S.d. Disponível em: <http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html>. Acesso em: 2 mar 2011.

OLIVERS, Christian N.L. ; NIEUWENHUIS, Sander. The beneficial effect of concurrent task-irrelevant mental activity on temporal attention. **Psychological Science**, V.16, n.4, p.265-269, 2005. Disponível em: <<http://www.sandernieuwenhuis.nl/pdfs/OliversNieuwenhuisPsychScience.pdf>>. Acesso em: 9 Set. 2010.

OLSEN, George. Names are for tombstones, baby. **Boxes and Arrows** (revista eletrônica). Publicado em: 18 mar 2002. Disponível em: <http://www.boxesandarrows.com/view/whats_in_a_name_or_what_exactly_do_we_call_ourselves_>. Acesso em: 16 mai 2007.

_____. **Approaches to user experience design**. Publicado em: 11 mar 2003. Disponível em: <<http://www.interactionbydesign.com/models/>>. Acesso em: 20 mai 2007.

O MUNDO NA REDE: Quem são, onde estão e quanto tempo os internautas dedicam-se à internet a cada mês. **Revista Época**, Edição 17, Julho de 2008.

OSGOOD, C.E.; SUCI, G.; TANNENBAUM, P. **The measurement of meaning**. Urbana, IL: University of Illinois Press, 1957.

PARAGUAI, Luiza; TRAMONTANO, Marcelo. "Pervasive computing": mobilidade e interação. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 7., 2006, Curitiba. **Anais...** CD-ROM. Curitiba, 2006.

PELO GOOGLE, BRITÂNICA FLAGRA MARIDO NA CASA DE AMANTE E PEDE DIVÓRCIO. **G1: Tecnologia / Privacidade**. Publicado em: 31 março 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/0,,MUL1066110-6174,00.html>>.

PINHEIRO, Mauro. Do design de interface ao design da experiência. **Revista Design em Foco**, v.IV n.2, jul/dez 2007. Salvador: EDUNEB, 2007, p.9-23.

_____. Implicações da inteligência ambiental para o design de interação. In: SILVA, J. (org.). **Design, Arte e Tecnologia 4**. São Paulo: Rosari, Universidade Anhembi Morumbi, PUC-Rio e Unesp-Bauru, 2008.

PINHEIRO, Mauro; SPITZ, Rejane. O design de interação em ambientes de ubiquidade computacional. In: Congresso Internacional de Design da Informação, 3., 2007, Curitiba; **Anais...** CD-ROM. Curitiba, 2007.

POSNER, Michael I. Orienting of attention. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 32, p.3-25, 1980. Disponível em: <<http://dionysus.psych.wisc.edu/Lit/Articles/PosnerM1980a.pdf>>. Acesso em 20 ago. 2010.

_____. Attention: the mechanisms of consciousness. In: **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** (Proc Natl Acad Sci USA), 1994 August 2; V.91, n.16, p.7398–7403, 1994. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC44408/>>. Acesso em: 2 set. 2010.

_____. Attentional networks and the semantics of consciousness. **Journal Psyche**, Association for the Scientific Study of Consciousness, Vol.14, n.1, 2008. Disponível em: <<http://www.theassc.org/files/assc/2252.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2010.

POUSMAN, Zachary; STASKO, John T. A taxonomy of ambient information systems: four patterns of design. In: **Proceedings of Advanced Visual Interfaces (AVI 2006)**. New York: ACM Press, p.67-74, 2006.

POSTMAN, Neil. The Reformed English Curriculum. In: EURICH, Alvin Christian. **High School 1980: The shape of the future in american secondary education**. New York: Pitman, 1970, p.160-168.

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

RICHTEL, Matt. Attached to technology and paying a price. **The New York Times**, 6 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2010/06/07/technology/07brain.html>>. Acesso em: 24 ago. 2010.

ROGERS, Yvonne. Moving on from Weiser's vision of calm computing: engaging ubicomp experiences. DOURISH, Paul.; FRIDAY, Adrian. Paul. In: 8th International Conference, Ubicomp 2006. **Proceedings...**, p.404-421. Orange County, California, USA, 17-21 set 2006. Springer - Verlag Berlin Heidelberg.

ROHRBACH, Stacie; FORLIZZI; Jodi; MATTHEWS, Tara. **Designing glanceable peripheral displays**. Technical Report n. EECS-2006-113, EECS Department, University of California, Berkeley, 2006.

ROSSINI, Joaquim Carlos; GALERA, César. Atenção visual: estudos comportamentais da seleção baseada no espaço e no objeto. **Estudos de Psicologia**, ano/vol. 11, n.1, p.79-8, 2005. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/261/261111110.pdf>>. Acesso em: 17 ago 2010.

ROYAL COLLEGE OF ART - DESIGN INTERACTIONS DEPARTMENT. Página do departamento de Design Interactions. Disponível em: <<http://www.interactions.rca.ac.uk/information/department.html>>. Acesso em: 20 mai 2007.

SAFFER, Dan. **Designing for interaction.** [Entrevista disponibilizada na internet em 26 de julho de 2006]. Disponível em: <<http://www.aiga.org/content.cfm/designing-for-interaction-an-interview-with-dan-saffer>>. Acesso em: 16 mai 2007.

SATELLITE DESIGN STUDIO - NOKIA. **UOL**, Olhar Digital. Publicado em: 6 mar 2008. Disponível em: <http://olhardigital.uol.com.br/digital_news/noticia.php?id_conteudo=5196>. Acesso em: 12 mar 2009.

SHEDROFF, Nathan. **Information interaction design:** a unified field theory of design. Disponível em: <<http://www.nathan.com/thoughts/unified/>>. Publicado em: 1994. Acesso em: 20 mai 2007.

_____. **Experience design 1.** Indiana: New Riders, 2001.

_____. The making of a discipline: the making of a title. **Boxes and Arrows** (revista eletrônica). Publicado em: 11 mar 2002. Disponível em: <http://www.boxesandarrows.com/view/the_making_of_a_discipline_the_making_of_a_title>. Acesso em: 25 mai 2007.

_____. **An evolving glossary of experience design.** Disponível em: <<http://www.nathan.com/ed/glossary/index.html>>. Atualizado em 31 mai 2007. Acesso em: 13 out 2007.

SPITZ, Rejane. O uso inconsciente da tecnologia no cotidiano. **Strategic design research journal**, Unisinos, 1[1]: 9-16, julho-dezembro 2008.

STERLING, Bruce. When blobjects rule the Earth. **Palestra proferida na SIGGRAPH**, Los Angeles, agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.boingboing.net/images/blobjects.htm>>. Acesso em: 14 set. 2008.

_____. **Shaping things.** Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2005.

STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

THACKARA, John. **In the bubble**: designing in a complex world. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2006.

THOMPSON, Clive. Build It. Share It. Profit. Can open source hardware work? **Wired Magazine**, 16 nov 2008.

TOMITSCH, Martin; KAPPEL, Karin, LEHNER, Andreas; GRECHENIG, Thomas. Towards a taxonomy for ambient information systems. In: The 5th International Conference on Pervasive Computing. **Proceedings...**, p.42-47. Toronto, Ontario, Canada, 13 mai 2007. Disponível em: <<http://www.informatics.indiana.edu/subtletech/>>. Acesso em: 09 jan 2009.

TOSETTO, Ana Paula. Percepção visual e háptica de comprimentos de linha apresentados em diferentes formas. Dissertação de mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Depto. de Psicologia e Educação. Orientador: Da Silva, José Aparecido. 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59134/tde-03112005-092433/>>. Acesso em: 28 set. 2010.

VAN KRANENBURG, Rob. **The internet of things**. Amsterdam: Institute of Network Cultures, 2008.

VERNON, Magdalen D. **Percepção e experiência**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

WEERAKKODY, Niranjala D. Mobile phones and children: an australian perspective. **The Journal of Issues in Informing Science and Information Technology**. Volume 5, 2008. Disponível em: <<http://iisit.org/IssuesVol5.htm>>. Acesso em: 01 mar 2009.

WEISER, Mark. The computer of the 21st century. **Scientific American**, 265 (3), p.66-75, jan. 1991.

_____. Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing. **Communications of the ACM**, Jul. 1993. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCACM.html>>. Acesso em: 9 jun 2011.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely. The coming age of calm technology. In: **Power Grid Journal**, v.1.01, jul 1996. Disponível em: <<http://www.johnseelybrown.com/calmtech.pdf>>. Acesso em: 13 jan 2009.

WEISER, Mark; BROWN, John Seely; GOLD, Rich. The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s. **IBM SYSTEMS JOURNAL**, v. 38, n. 4, 1999. Disponível em: <<http://www.research.ibm.com/journal/sj38-4.html>>. Acesso em: 14 jan 2009.

WILLIAMS, Eric; AYRES, Robert U.; HELLER, Miriam. The 17kg microchip: energy and material use in the production of semiconductor devices. **Environmental Science and Technology**, v.36, n. 24, p.5504-5510, 15 dez 2002.

WORKSHOP AT PERVASIVE 2007: Designing and evaluating ambient information systems. In: The 5th International Conference on Pervasive Computing. **Proceedings**...Toronto, Ontario, Canada, 13 mai 2007. Disponível em: <<http://www.informatics.indiana.edu/subtletech/>>. Acesso em: 09 jan 2009.

WURMAN, Richard Saul. **Ansiedade de informação**: como transformar informação em compreensão. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1991.