



**Foz do Iguaçu**

**Livro dos Tutoriais do XIII Simpósio  
Brasileiro sobre Fatores Humanos em  
Sistemas Computacionais**

**Book of Tutorials of the 13<sup>th</sup> Brazilian  
Symposium on Human Factors in Computing  
Systems**

**Foz do Iguaçu, PR – October 27<sup>th</sup> to 31<sup>st</sup>, 2014**

**Organizers**

Artur Kronbauer – Universidade Salvador (UNIFACS)

Vânia Paula de Almeida Neris – Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

Sponsored by

**Sociedade Brasileira de Computação**



 **SIGCHI**  
In Cooperation with **ACM SIGCHI**

## Volume Editors

Clodis Boscaroli (Universidade Estadual do Estado do Paraná)  
Sílvia Amélia Bim (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)  
Carla Leitão (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro)  
Cristiano Maciel (Universidade Federal de Mato Grosso)

**Título** – Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC 2014

**Parte** – C: Livro dos Tutoriais

**Local** – Foz do Iguaçu – PR, de 27 a 31 de Outubro de 2014.

**Ano de Publicação** – 2014

**Edição** – 13º

**Editores** – Sociedade Brasileira de Computação - SBC

**Organizadores da parte C** – Artur Kronbauer (UNIFACS)

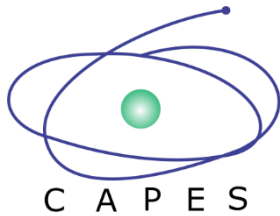
Vânia Paula de Almeida Neris (UFSCAR)

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. IHC 2014 – Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. October 27-31, 2014, Foz do Iguaçu - PR, Brazil. Copyright 2014 SBC. ISSN 2316-5138 (pendrive).

ISSN: 2316-5138 (pendrive)

ISBN: 978-85-7669-295-9 (online)

Also sponsored by:



Núcleo de Informação  
e Coordenação do  
Ponto BR



Comitê Gestor da  
Internet no Brasil



**PTI**

Parque Tecnológico  
Itaipu



SECRETARIA DA  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E ENSINO SUPERIOR**

**FUNDAÇÃO  
ARAUCÁRIA**

Apoio ao Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico do Paraná

**CAIXA**



**Springer**





## Sumário

Prefácio .....	I
Artur Kronbauer e Vânia Paula de Almeida Neris	
Capítulo 1. Prototipagem da experiência: uma nova atitude projetual no design.....	1
Marcos André Franco Martins	
Capítulo 2. Acessibilidade e Inclusão Digital.....	29
Amanda Meincke Melo	
Capítulo 3. Aplicando Análise Estatística de Dados de Interação de Larga Escala no Design Centrado no Usuário.....	55
Paulo Urbano, Rodrigo Cruz e Tâmara Dallegrave	
Capítulo 4. Visualização de Informação: introdução e influências de IHC.....	79
Celmar Guimarães da Silva	
Capítulo 5. Design da Interação Humano-Computador com MoLIC.....	109
Simone Diniz Junqueira Barbosa e Bruno Santana da Silva	



## Prefácio

Há aproximadamente oitenta anos, surgiam os primeiros computadores e, no decorrer deste período, ocorreram inúmeras evoluções como resultado de muita pesquisa e progresso tecnológico. Nos dias atuais, estamos vivenciando uma nova fase, pautada na onipresença computacional onde os sistemas estão se tornando Ubíquos e Pervasivos, indicando que a computação está em todos os lugares de forma transparente para seus usuários. Esta evolução traz inúmeros desafios para a área de Interação Humano-Computador (IHC), principalmente pela busca de formas naturais de interação, o que proporciona aos diferentes perfis de usuários a inclusão digital e oportunidades para pessoas com restrições físicas interagirem com os atuais dispositivos tecnológicos.

Em 2014, temos a satisfação de apresentar mais uma edição do livro de minicursos ministrados no Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, com o objetivo de proporcionar uma rica fonte de pesquisa para os pesquisadores desta área. Na 13ª edição do evento, foram selecionados cinco minicursos que abrangem uma vasta gama de assuntos de interesse da comunidade.

O primeiro minicurso tem como objetivo apresentar um conjunto de procedimentos de prototipagem no contexto do design de interação. Como ponto forte, o minicurso propõe a experimentação prática com o intuito de provocar a conscientização do potencial da prototipagem como método crucial nos processos de desenvolvimento de sistemas interativos.

No segundo minicurso, é discutido um tema de grande relevância para a comunidade de IHC, que aborda uma visão atualizada para o conceito de acessibilidade, aspectos legais e normativos envolvidos em sua promoção. São discutidos os recursos e orientações para promover a acessibilidade e inclusão digital em sistemas computacionais interativos para uso humano, considerando-se diferentes situações de uso, portanto, contextos, usuários, plataformas e atividades.

O terceiro minicurso apresenta os conceitos e artefatos necessários para a integração de análises estatísticas em um processo de design centrado no usuário. A abordagem descreve tópicos de identificação de eventos relevantes para o monitoramento, instrumentação, coleta e interpretação para avaliação da usabilidade em sistemas computacionais.

No quarto minicurso, é abordada a Visualização de Informações (InfoVis) com a proposta de facilitar o processo de derivação e entendimento de elementos a partir da análise visual de conjuntos de dados, feita por usuários, auxiliada pelo uso de recursos computacionais. O objetivo é apresentar as potencialidades da área de InfoVis, suas interseções com IHC, além de apresentar as principais técnicas e desafios deste campo de estudo.

Por fim, o quinto minicurso descreve uma proposta que tem como base a linguagem de modelagem da interação como conversa, MoLIC, fundamentada na Engenharia Semiótica. São exploradas diversas soluções alternativas de design para ilustrar o uso da linguagem em diferentes cenários.

No decorrer da elaboração deste trabalho, fomos testemunhas do comprometimento e esforço dos autores para a elaboração de cada capítulo que compõe este livro. A diversidade dos temas abordados e a qualidade do material produzido proporcionam inúmeras contribuições aos leitores, visando promover a troca de ideias e conhecimentos aplicados na academia e na indústria.

Esperamos que todos os profissionais e pesquisadores da área de IHC desfrutem das experiências relatadas e possam utilizá-las nos seus projetos, contribuindo para a evolução da qualidade da interação de usuários com os modernos sistemas computacionais.

Artur Kronbauer

Vânia Paula de Almeida Neris





## Capítulo

# 1

## Prototipagem da experiência: uma nova atitude projetual no design.

Marcos André Franco Martins<sup>1</sup>

### *Resumo*

*Este texto aborda como tema central a prática da prototipagem da experiência em conexão com o mini-curso “Criando um restaurante interativo” ministrado no Congresso IHC’14. O objetivo deste mini-curso é apresentar aos participantes um conjunto de procedimentos de prototipagem no contexto do design de interação. Propõe-se a experimentação prática com a finalidade de provocar a conscientização do potencial da prototipagem da experiência como método crucial nos processos de desenvolvimento de sistemas interativos. O presente ensaio situa esta proposição prática dentro das mutações históricas do campo do design, ao qual a prototipagem está relacionada, desde seu surgimento até a atualidade.*

### *Abstract*

*This essay’s central theme is the practice of experience prototyping as part of the short course “Creating an interactive restaurant” at the HCI’14 Congress. The goal of this short course is to present a set of prototyping procedures in the interaction design’s context. It is proposed the practical experimentation aiming to provoke an awareness of the potentials of experience prototyping as a fundamental method in the course of the creation interactive projects. The present text situates this practical proposition within the historical mutations of the design field, to which prototyping is connected since its beginnings up to contemporaneity.*

---

<sup>1</sup> Marcos Martins é professor doutor do curso de design da Escola Superior de Desenho Industrial (UERJ)

## 1.1. Introdução

A palavra "protótipo", segundo suas raízes etimológicas, do grego *Proto* (primeira) e *Typos* (impressão), sugere a interpretação "forma primeira ou primitiva". Esta acepção traduz os modos de produção da sociedade industrial – berço do design moderno – no sentido de que o protótipo situa-se necessariamente em posição anterior (primeira) à do produto finalizado e pronto para comercialização. No contexto do funcionalismo do século XX que definiu os contornos da então nascente disciplina do design entende-se por protótipo o modelo artesanal de qualquer produto com vistas a experimentações que gravitam predominantemente em torno do objeto, suas funções e sua forma.

Na cena pós industrial esta anterioridade do protótipo em relação ao produto é colocada em cheque pela dinâmica de atualização dos produtos digitais, e verifica-se a tendência ao lançamento de protótipos como se fossem produtos prontos (Constantine, 1999). Uma vez que estes, ao contrário dos objetos industriais, não se submetem mais à ideia de finalização, desenvolvendo-se num estado de “beta perpétuo” (O’reilly, 2005), a posição da atividade de prototipagem no processo projetual também se altera: O protótipo deixa de ser situado numa anterioridade para conquistar uma posição permanente.

A partir do estabelecimento do campo do design de interação, novos conceitos como design centrado no usuário, design colaborativo, design da experiência, design emocional, entre outros, foram criados nos últimos anos. Como decorrência desses novos territórios conceituais, admite-se que o design não pode mais ser definido pela produção de objetos mas sim pelos processos interativos que proporciona. Neste contexto expandido as técnicas de prototipagem adquirem um novo status: todo protótipo precisa considerar experiências que se desdobram no tempo. Resulta que prototipar passa, então, a incluir atividades como encenação, filmagem, e simulação de reações emocionais.

Há, certamente, uma variedade de técnicas específicas que podem ser combinadas, incluindo prototipagem em papel, *storyboard*, prototipagem ao vivo, animação, vídeo, a técnica do “mágico de Oz” entre outras (Buxton, 2007). Não se deve ignorar, entretanto, que as técnicas para prototipagem estão constantemente sendo alteradas, expandidas e re combinadas, impulsionadas pela crescente complexidade dos contexto do design .

Sendo assim, mais do que um conjunto de técnicas a serem aprendidas e utilizadas, a prototipagem da experiência implica uma *atitude projetual* voltada para investigar todos os aspectos de uma experiência integrada (Buchenau, 2000).

As atividades da prototipagem de baixa definição e da experiência favorecem, ainda, a identificação e superação de pressupostos e estereótipos tanto oriundos de práticas culturais correntes quanto de soluções imperceptivelmente embutidas em ferramentas de software capazes de gerar protótipos de alta definição (*Flash, Wordpress, Wix, Mag+*, são alguns exemplos).

No minicurso desenvolvido no IHC ‘14 são propostos exercícios práticos destinados propiciar a uma plateia interdisciplinar o contato com uma metodologia capaz de dar visibilidade a tais pressupostos das soluções estereotipadas e de abrir um campo propício à reflexão crítica e às soluções inovadoras. Apesar de tais métodos estarem, a princípio, ligados à prática do design, eles sem dúvida podem ser

compreendidos por quem quer que desenvolva atividades voltadas às diferentes especialidades integrantes do desenvolvimento de sistemas interativos.

Entretanto, para uma compreensão maior do estatuto atual da prototipagem no fluxo de um projeto de design, será apresentado, a seguir, um retrospecto histórico das mais flagrantes transições por que sofreu o campo do design desde seu surgimento como disciplina específica até a atual multiplicidade de ingerências em que exerce sua notável prolixidade. Este retrospecto não será, entretanto, um resumo histórico mas focalizará as mudanças nos discursos dominantes no design desde o século XX até a atualidade, para que se possa compreender as atuais posturas projetais e o papel que a prototipagem ocupa dentro delas.

## 1.2 Forma, função, comunicação, emoção, experiência.

Como campo específico, o design se consolida no início do século XX na Europa, em especial na Alemanha, definindo-se, a princípio, como um esforço consciente para a criação de um “conceito estético-formal” que atendesse aos desafios da nova produção Industrial (Souza, 1997, 2008). Tal conceito se condensou sob o termo genérico “Funcionalismo”, mais compreensível por uma aproximação com suas mais famosas e inaugurais expressões. A dois textos seminais pode ser creditada a síntese das ideias fundamentais que influenciariam todo o aparato conceitual e ideológico deste início do design: “O alto prédio de escritórios considerado artisticamente” do arquiteto americano Louis Sullivan (1896) e “Ornamento e crime” do arquiteto, austríaco Adolf Loos (1908, 2004).

O texto de Sullivan se tornou célebre por ter cristalizado a frase “a forma sempre segue a função”. Dirigindo-se criticamente ao que considerava a “exibição de conhecimentos em arquitetura no sentido enciclopédico” (*op. cit.*, p. 407), Sullivan propõe uma organização estrutural para a, então, nova invenção do arranha-céu. Tal estrutura deveria considerar fundamentalmente a função de cada andar do prédio (fig. 1.1).



Fig. 1.1. Louis Sullivan, Edifício Wainwright, 1891

O andar térreo, por exemplo, dedicado a lojas e outros estabelecimentos comerciais necessitaria de uma grande área com ampla iluminação e acesso. Sua forma externa portanto deveria aparentar uma altura maior do que a dos andares acima e conter uma entrada de dimensões compatíveis com o fluxo de pessoas e a circulação interna. Já os andares reservados a escritórios deveriam ser todos iguais, em sua organização e aparência pois todos serviriam à mesma *função*.

Em sua batalha contra os ditames acadêmicos, Sullivan estrategicamente faz uso de analogias entre os produtos criados pelo homem, como o arranha-céu, e a lógica da natureza. Em sua estrutura proposta para o prédio de escritórios – desde o andar subterrâneo que contém as máquinas que sustentam as necessidades energéticas do edifício até o sótão que funciona como o arremate final da sequência de andares – há a referência explícita ao prédio como um “sistema circulatório” (p. 404). A justificativa encontrada na natureza permite a Sullivan formular sua proposta em termos de *lei*:

“Incessantemente, a essência das coisas está tomando forma na matéria das coisas (...) Seja a imponente águia em seu voo, a maçã que brota (...) o alegre cisne, o carvalho ramificado, (...) as nuvens à deriva, a forma sempre segue a função, e esta é a lei.” (p. 408)

A natureza aparece como força para neutralizar resistências e possíveis críticas à proposta. A *lei* “a forma sempre segue a função” se apresenta, assim como a natureza, como auto-evidente e “natural”.

Estratégia combativa similar é usada por Adolf Loos, já no início de seu célebre artigo “Ornamento e crime” quando compara as etapas do embrião no útero à evolução da humanidade. O arquiteto vê sua contemporaneidade como o ápice de um desenvolvimento rumo à ausência de ornamentação nos objetos criados pelo homem. Como Sullivan, Loos se dirige ainda mais belicamente ao que considera um “atraso ou uma manifestação de degeneração”: o ornamento. Segundo ele o ornamento representa uma “tirania” que perpetua e subsidia gastos perdulários, trabalho desnecessário e perdas econômicas. O mundo sem ornamentos é tido como o mundo evoluído: “A evolução da cultura é sinônimo da remoção do ornamento dos objetos de uso diário”. (*op. cit.*, p. 224)

Loos despeja argumentos de toda sorte para convencer da criminalidade do ornamento: “para as pessoas cultas o ornamento não aumenta o prazer” (...) “se não existisse ornamento algum (...) os homens precisariam trabalhar apenas quatro horas em vez de oito, pois o tempo gasto com ornamento representa metade de um dia de trabalho” (...) “Se todos os objetos durassem tanto esteticamente quanto fisicamente, o consumidor pagaria um preço por eles que permitiriam ao trabalhador ganhar mais dinheiro em menos horas”. (*idem.*, p. 231)

Não apenas o arquiteto bradava suas teorias contra a “tirania do ornamento” como também a exercia consistentemente em sua prática profissional. De fato, se compararmos o interior de uma construção assinada por Loos com uma concepção *Art Déco* separadas por 3 décadas vemos contra o que ele estava lutando e a solução que oferecia. (Fig. 1.2)



**Fig. 1.2 Adolf Loos' Villa Müller, Praga (1928); Alphonse Mucha, Paris, 1900**

Nota-se que, assim como Sullivan, Loos aposta na essência como aquilo que propicia autoridade na formação dos conceitos estético-formais a serem adotados para a produção dos artefatos pela recém nascida indústria. Esta racionalidade influenciou profundamente o pensamento do design que iria se consolidar a partir da Bauhaus, o marco mais significativo do ensino do design Moderno rumo à consolidação efetiva dos mantras de Sullivan e Loos.

A Bauhaus funcionou de 1919 a 1933, passando por diferentes diretores e sedes. Nas palavras do primeiro diretor Walter Gropius, percebe-se a crença inabalável de que o respeito às essências como determinantes da forma e da estética poderia garantir uma feliz união entre a arte e a técnica (Gropius, 1935). Mais do que isso esta aceitação da técnica no seio da "criação" implicava um projeto utópico de liberdade para um novo homem, despojado das amarras de modos de produção considerados ultrapassados: "A estandardização da maquinaria prática da vida não implica numa roborização do indivíduo mas ao contrário, a liberação de sua existência de peso morto desnecessário pode deixá-lo livre para se desenvolver num plano superior" (*idem*, p. 34). Aqui quase escutamos novamente a voz de Loos quando afirmava que

"Uma vez que o ornamento já não está organicamente relacionado com a nossa cultura, também já não constitui expressão da mesma. O ornamento criado hoje em dia não tem qualquer relação conosco, qualquer relação humana, qualquer relação com a ordem universal. Não tem capacidade de desenvolvimento." (*op. cit* p. 229)

Em mais uma comparação visual (Fig. 1.3) vemos de que modo o ensino na Bauhaus produziu artefatos que – aliando a criação de formas geométricas básicas compreendidas como "universais" às necessidades da estandardização industrial –



**Fig. 1.3** Jarra de prata, Portugal séc. XIX/XX; Marianne Brandt Bule de chá, 1924

podiam ser a expressão formal de uma cultura que se pretendia liberta por seguir os preceitos de um racionalismo radical.

A Bauhaus fechou suas portas em 1933 basicamente por força da ascensão do nazismo. Os ideais funcionalistas e racionalistas ainda teriam, entretanto, uma longa vida e influência nos contornos do campo do design que o contiveram dentro da união entre forma e função e entre técnica e criação. Nesse sentido estes quatro vetores se encontraram sistematicamente, apesar de com algumas variações, no primado do *objeto*.

Com certa ironia pode-se atribuir justamente ao protótipo de um objeto as bases para a expansão do território circunscrito pela forma e pela função. Trata-se do primeiro mouse, demonstrado por Doug Engelbart em 1968. A demonstração de Engelbart teve um impacto talvez equiparável às formulações de Sullivan e Loos. Mas os caminhos para uma transformação nas orientações funcionalistas no design não partiram de dentro do seu território mas de uma comunidade científica que dali em diante desenvolveria a invenção pela via tecnológica, de início totalmente dissociada da estética:

“Este foi o demo que mudou o mundo. A comunidade da computação científica passou de ceticismo para ovação em uma hora e meia, e as ideias de manipulação direta de uma interface gráfica se alojou em uma consciência comum.” (Moggridge, 2007)

Com relação aos paradigmas do design, este pequeno objeto abria a possibilidade de um novo divórcio entre forma e função, já que ele, o mouse, podia controlar uma ferramenta, o computador, com potencialmente infinitas funções. Isto permanece válido para todas as interfaces mais sofisticadas que proliferaram-se a partir do advento das interfaces gráficas. A partir delas, “a aparência da maioria dos produtos digitais não guarda nenhuma relação com o que eles fazem” (Rawsthorn, 2009). No nível mesmo tecnológico os ícones em uma tela, na verdade, escondem sua função. Quando pergunto a meus alunos qual é a função do balde de tinta na interface do Photoshop (fig. 1.4), a resposta é sempre “preencher uma área com uma cor”, quando na verdade o click do mouse apenas dispara uma sequência de trocas entre zeros e uns, se tomarmos a função no sentido estrito.



**Fig. 1.4** Ícone do Photoshop

O exemplo acima demonstra que o design tem, a partir das interfaces gráficas, o desafio da atribuição de sentido (e não mais da função) através da forma. Esta não mais se atrela a “essências” mas a significações, impulsionando o design na direção da semiótica. Além deste divórcio entre forma e função deslanchado pelo advento da interface gráfica, a interatividade trouxe para o design o desafio da comunicação em várias mãos: um para um, um para todos, todos para um e todos entre todos.

Esta comunicação durante muito tempo teve como meio privilegiado a tela retangular, seja do computador, do *smartphone*, do *tablet*, dos caixas eletrônicos, da televisão... A década de 1990 começa a assistir a uma extrapolação da interação da situação ergonômica usuário-tela para a expansão da computação para os ambientes nos quais nos locomovemos e que de um modo geral frequentamos em nosso dia a dia. Em 1991, o cientista americano Mark Weiser nomeou este fenômeno de “computação ubíqua”, para designar tecnologias que “desaparecem, [e que] se entrelaçam no tecido na vida cotidiana até que se tornam indistintas dela” (Wiser, 1991). A “interface”, portanto, parece iniciar seu caminho rumo ao desaparecimento. Como conseqüência “usuário” também deixa de ser a melhor palavra para qualificar aquele que “usa” o artefato digital, uma vez que os objetos começam a nos perceber e atuar sobre nós sem que necessariamente façamos uma demanda.

Novamente temos uma re-significação da relação entre forma e função: Se com a interface gráfica os objetos digitais podem assumir funções diferentes e necessitam estar investidos de operações semióticas, agora não se trata mais nem de casamento nem de divórcio entre forma e função. A temporalidade e a espacialidade – para além do retângulo representativo de telas dos mais variados dispositivos computacionais – são mais dois aspectos a serem considerados dentro do campo do design. Resulta que encontramos-nos numa diversidade de possibilidades de atuação do designer onde esses momentos históricos estão sedimentados como estratos e não como uma linha evolutiva. Como escreveu Paola Antonelli,

“(...) novos ramos da prática do design emergiram combinando a velha atenção à forma e função, e significação com o foco na troca de conteúdos e afeto entre o usuário e o usado. O design da comunicação foca em transmitir mensagens e engloba a maior parte do design gráfico, sinalização e objetos comunicativos de todos os tipos, de materiais impressos a projetos tridimensionais e digitais. O design da interface e da interação que algumas vezes é compreendido sob a rubrica mais genérica [...] do design da experiência do usuário delinea o comportamento de produtos e sistemas, e também a experiência que as pessoas terão com eles.” (Antonelli, 2011)

No trecho acima a introdução da palavra “afeto” como um dos elementos a serem considerados no design mostra a distância contemporânea do mundo sonhado por Sullivan, Loos e Gropius em que os conceitos definidores da forma podiam ser obtidos inequivocamente por meios racionais, supostamente universais. Afetos apontam para particularidades, individualidades. Don Norman inicia seu célebre livro “*Emotional Design*” (2004) narrando seu afeto por três diferentes bules de chá, cada um com diferentes graus de usabilidade / praticidade, mas todos com apelo emocional a ele:

“[os] bules de chá ilustram alguns componentes do design de produto: usabilidade (ou falta de), estética e praticidade. [...] Mas o que muitas pessoas não se dão conta é que há também um forte componente emocional em como os produtos são projetados e colocados em uso [...] Argumentarei que o lado emocional do design pode ser mais crucial para o sucesso de um produto do que seus elementos práticos”. (*idem*, p. 5)

O trabalho do artista e designer Geoffrey Mann, “Cross-fire from the Natural Occurrence Series” de 2010 expressa de modo literal a impregnação dos objetos por emoções. A partir de uma cena do filme “Beleza americana”, de Sam Mendes, 1999, o artista gera uma animação onde bules, pratos, garfos e facas sofrem deformações de acordo com a briga do casal protagonista, que no filme de Mann, estão presentes apenas em áudio (2010). A partir da animação 3D, o artista criou objetos reais que mostram as deformações causadas pelas ondas sonoras dos gritos do casal (fig. 1.5)



**Fig. 1.5 Geoffrey Mann, Cross-fire from the natural occurrence, 2010**

Nesse retrospecto histórico vemos como a transformação nos ditos “a forma sempre segue a função” e “ornamento é crime” podem ajudar a dar visibilidade às transformações no campo do design desde o início do século XX até a atualidade. A forma passa a incluir, além da função, a comunicação e as emoções. Visualmente, uma seqüência de representações de objetos através deste período pode também dar a ver como os objetos, eles mesmos, representam claramente estas transformações (Fig. 1.6).





**Fig. 1.6 Ornamento (sec. XIX), Forma e função (déc. 1920), significado (déc. 1960), emoção (déc. 2000)**

No entanto parece, hoje no campo do design que o próprio objeto está deixando de ser o foco para dar lugar à intangibilidade das experiências e processos. Como escreveu Pedro de Souza,

“Talvez o que se esteja assistindo seja à transferência do conceito de mercadoria rainha para novos produtos, chips e demais elementos de computação e a passagem sensível do conceito de projeto, produtos finitos desenvolvidos dentro de um prazo, para o de processo, produtos não finitos, portanto, sem prazo, em permanente atualização” (1997, 2008, p. 23)

Esta transição da idéia de projeto e produtos finitos para o conceito de *processo* tem, hoje, no conceito *design da experiência*, sua expressão mais consolidada, elegendo a experiência do usuário (UX) como o foco principal dos esforços metodológicos e das tentativas de conceituação da atividade do design hoje.

### 1.3 Design da experiência

A experiência do usuário, UX, como o conceito se tornou mais conhecido, encontra várias tentativas de definição, em geral muito amplas desde as primeiras ocorrências do termo. Don Norman e Stephen Draper já em 1986 escreviam que a "questão da qualidade da experiência do usuário [...] é, naturalmente, o critério mais importante para o design de sistemas centrados no usuário, mas a maioria dos engenheiros tendem a abordá-lo indiretamente em várias formas [...]" (1986, p. 64). Aqui já se nota o aspecto vago do termo que também se encontrará na definição de Lauralee Alben, que dez anos depois ensaiou:

“Por experiência entendemos todos os aspectos de como as pessoas usam um produto interativo: a forma como o sente em suas mãos, como elas entendem a forma como ele funciona, como se sentem a respeito dele quando o estão usando, quão bem ele serve a seus propósitos e quão bem ele se integra no contexto geral no qual elas o estão utilizando.” (1996)

Chamo atenção para quão problemático é o uso da expressão “todos os aspectos”, no sentido em que quando uma definição faz uso desta generalização, não está, de fato, auxiliando na criação de um possível caminho para identificação de uma nova atitude projetual. Na homepage do Nielsen | Norma Group, encontra-se a mesma imprecisão: "a experiência do usuário engloba todos os aspectos da interação entre o usuário final e a companhia, seus serviços e produtos" (Nielsen, 2000). Um projeto da

experiência naturalmente não pode dar conta de “todos os aspectos”. Estes autores, por certo não estão sugerindo isto mas penso que tais definições tão amplas não são ferramentas úteis nem teórica nem praticamente.

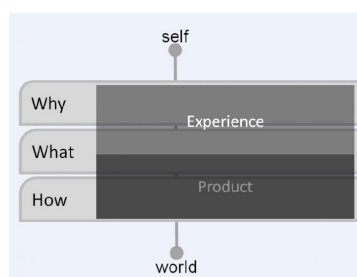
Bill Buxton, por uma via empírica, fornece, não uma definição, mas um caminho mais produtivo para se discutir o que seria um “design da experiência”. Em seu celebrado livro “Sketching User Experiences” (Buxton, 2007), ele descreve três modelos de um produto – espremedor de frutas – que executam exatamente a mesma função mas que fornecem experiências, segundo ele, de qualidades diferentes: Diz ele, a respeito do espremedor que mais lhe agrada:

“[...] meu prazer vem da sensação da ação de puxar a alavanca para baixo. Há uma cadência na ação que é quase musical [...] ambos os espremedores manuais tem a mesma interface com o usuário. Considerando isto, quero enfatizar que a usabilidade não tem nada a ver com a diferença entre eles. É a qualidade da experiência que marca a diferença.” (p. 129)

Em vez de tentar uma definição, Buxton gasta algumas páginas de seu livro para oferecer uma descrição da experiência e mostrar que a superioridade de um produto em relação ao outro não se dá “por acidente”, mas é fruto de um esforço laborioso de prototipagem e projeto. O cuidado empregado na concepção do produto parece direcionado ao *prazer* do usuário enquanto o está utilizando.

Comentando exatamente esta apresentação de Buxton a respeito da experiência, Marc Hassenzahl nota que a descrição da experiência com o espremedor considera apenas o tempo transcorrido *durante* a experiência: Hassenzahl advoga que a experiência não pode ser reduzida ao “prazer que vem da sensação da ação” (*id. ibid*), como Buxton colocou, pois esta redução não faz jus à “multifacetada natureza” da experiência (Hassenzahl, 2011).

A proposta de Hassenzahl é que há 3 níveis" e "Como". “O que” diz respeito às ações dentro da interação; fazer uma ligação telefônica, por exemplo. “Como” estaria ligado ao que se projeta tipicamente no design da interação: apertar botões, navegar por telas *touch screen* etc.(Fig 1.7)



**Fig. 1.7 Três níveis da experiência, segundo Marc Hassenzahl**

Segundo Hassenzahl, Bill Buxton estaria mais preocupado com este nível, ao enfatizar os aspectos sensoriais prazerosos de determinada interação. Esta visão ignoraria as motivações para que alguém quisesse utilizar um produto:

“Para o casal que está separado, o SMS não era primordialmente um SMS, mas uma mensagem de amor, uma maneira de preenchimento da necessidade de relacionamento. Este é o “Por que” do uso de um produto. [...] As pessoas engajam nas atividades pela necessidade de estarem relacionadas, ajudarem, serem estimuladas ou saciarem seus apetites. O telefone apenas se apresenta como instrumental, mas não necessariamente reflete as necessidades subentendidas, as emoções e as práticas associadas. [...] O *design da experiência* é uma solução para isto. Ele começa com o “por que”, tenta clarificar as necessidades e emoções envolvidas em uma atividade, o significado, e a experiência. **Só aí é que determina a funcionalidade que é capaz de atender à experiência** (“O que”) e uma forma apropriada de colocar a funcionalidade em ação (o “como”). (*Idem*, p. 13-14, grifo nosso)

O que sobressai no trecho acima, se considerarmos o eixo conceitual *forma e função*, é uma total inversão: para o autor a função deve ser definida depois de se encontrar as motivações do usuário em executar determinada tarefa. O telefone tem a função de conectar pessoas. A seqüência lógica que o autor propõe para o projeto de design se coloca nestes termos: (1) há uma vontade do usuário em ter uma determinada experiência; (2) encontra-se uma função que viabilize tal experiência e (3) encontra-se o meio, ou *forma*, para execução da função. Nos tempos de Sullivan e Loos seguidos pela Bauhaus, a forma tinha que se adequar à função dos objetos por que as funções das tecnologias eram herdadas da tradição. Era um mundo em que os objetos já tinham funções definidas: despejar líquido = bule. Mesmo que a revolução industrial tenha criado no mundo objetos e funções novas, o foco principal estava na relação entre eles.

O mundo de hoje, com seu excesso de objetos, permite que Hassenzahl coloque a experiência em primeiro lugar. Uma suave utopia perpassa sua lógica: a de que estaríamos mais propensos hoje a buscar mais experiências do que a posse de objetos:

“Em uma série de estudos [...] estereótipos estigmatizados foram descobertos: Pessoas com orientação material foram consideradas auto-centradas, inseguras e propensas a julgar, mas pessoas com uma orientação experiencial foram identificadas como bem-humoradas, amigáveis, de mente aberta, inteligentes, cuidadosas e sociáveis. [...] sociedades em períodos longos de riqueza material se tornam gradativamente interessadas em valores como crescimento pessoal.” (*idem* p. 4-5)

O que parece escapar a Hassenzahl é que a máquina capitalista precisa *criar* necessidades nas pessoas, exatamente aquilo que ele chama de “o por que”. Produtos como o *ipad* não advêm de uma necessidade por experiência. O autor entende que já estaríamos a caminho da liberação da criação de tecnologias não atreladas a vontades, desejos. Seu argumento é que quando a experiência entra no foco a imposição de novas tecnologias desnecessárias tende a decrescer. Ou seja, há a identificação do mundo materialista como a causa dessa dinâmica do capitalismo contemporâneo. Entretanto há que se questionar se as experiências – elas mesmas – já não são o novo campo de colonização das necessidades econômicas.

Do mesmo modo como os objetos deixaram de ser o foco central no design, o próprio modo de operar do capitalismo, aquilo que leva ao lucro, não é mais centrado no produto mas na exploração do *trabalho imaterial* (presente na indústria do entretenimento, na publicidade, na produção de software, na moda, etc.) que implica também na produção de mercadorias imateriais de consumo. Segundo Maurizio Lazzarato,

“A 'necessidade de consumir, a capacidade de consumir, a pulsão de consumir' não são mais 'produzidas indiretamente pelo objeto (produto), mas diretamente por dispositivos específicos que tendem a identificar-se com o processo de constituição da 'comunicação social'. [...] O trabalho imaterial produz acima de tudo uma relação social [...] e somente na presença desta reprodução, a sua atividade tem um valor econômico.”

Neste processo em que a comunicação social tem um papel de base, estas relações sociais que se estabelecem operam diretamente sobre o desejo e as necessidades dos consumidores:

“É o trabalho imaterial que inova continuamente as formas e as condições da comunicação [...]. Dá forma e materializa as necessidades, o imaginário e os gostos do consumidor. Estes produtos devem, por sua vez, ser potentes *produtores de necessidades, do imaginário, de gostos*. [...] A particularidade da mercadoria produzida pelo trabalho imaterial [...] está no fato de que ela não se destrói no ato do consumo, mas alarga, transforma, cria o ambiente ideológico e cultural do consumidor.” (*idem*, p. 45-46, grifo nosso)

É esta *produção de necessidades* por parte de mercadorias imateriais que escapa a Hassenzähl. Em seu diagrama simplificado, o “por que” – a “necessidade [das pessoas] estarem relacionadas, ajudarem, serem estimuladas ou saciarem seus apetites” – parece inato. Sintomaticamente iniciando seu diagrama com a palavra *self*, o autor projeta um ponto de partida interior, uma individualidade que seria a autoridade máxima a guiar o designer sem minimamente cogitar que este indivíduo, suas necessidades, seus gostos, como escreveu Lazzarato, muitas vezes não é o ponto de partida mas um ponto de passagem em um circuito de produção e consumo que alimenta uma economia complexa, uma máquina que produz a todo o tempo “modos de ver e sentir, que pedem novas tecnologias e novas tecnologias pedem novas formas de ver e de sentir.” (*idem*, p. 50).

Quero propor que não se pode pensar em design da experiência (afinal um design *imaterial*, ou “intangível”, para usar o termo de Hassenzähl, sem se considerar sua relação intrínseca com os novos modos de produção do capitalismo contemporâneo. Não se pode pensar a experiência como a-histórica, centrada em um usuário que é tomado apenas por “necessidades” advindas diretamente de sua suposta individualidade. A literatura na área de design da interação é flagrantemente a-crítica nesse ponto. Hassenzähl e sua crença em um indivíduo / usuário “puros” com necessidades genuínas, e também Buxton e seu fascínio pela sensualidade da alavanca de um espremedor de frutas, produzem discursos que ignoram a *produção de necessidade e de desejos* implicada nas forças econômicas contemporâneas. Desenvolvem diretrizes, fórmulas e conceitos os quais, ainda que úteis sob vários aspectos, não demonstram interesse na articulação desta produção com uma investigação mais aprofundada das transformações históricas do design.

Se vamos pensar em um usuário, em seus desejos, suas necessidades, seus prazeres, penso que precisamos fundamentalmente considerar estes desejos, essas necessidades e estes prazeres como co-produções entre este usuário e as forças de captura com as quais, hoje, sua subjetividade está, talvez inexoravelmente, entrelaçada.

#### 1.4 Prototipagem da experiência

Neste ponto, portanto, após a compreensão das transformações conceituais e sociais por que passou o campo do design – transformações estas que não simplesmente modificaram-no mas também ampliaram-no – podemos prosseguir focalizando o tema central deste artigo: a prototipagem no design, hoje.

No mundo dos “produtos finitos” de que fala Pedro de Souza, o protótipo tinha um claro lugar de anterioridade. Se um produto será lançado no mercado sem possibilidade de “upgrade”, prototipar visa essencialmente aperfeiçoar este produto até que tenha satisfeitas todas as adequações entre forma e função. Se a “forma sempre segue a função” o protótipo visa ajudar em fases projetais iniciais e ir gradativamente diminuindo de importância quando as fases de detalhamento tomam o lugar principal. Num contexto de “processos” sempre em andamento o protótipo ganha presença também permanente. Pode-se ampliar o conceito da prototipagem. Trata-se agora de uma atividade constante que acompanha os feedbacks dos usuários.

Mas se no caso dos objetos, em especial os digitais, torna-se fácil compreender ou prever esta mudança no estatuto da prototipagem, quando se fala em desenhar experiências, e não mais objetos, a prototipagem adquire ainda uma outra face: não apenas ela é uma atividade constante como deve também desenvolver métodos para lidar com a intangibilidade das experiências, especialmente marcada por problemas espaço-temporais. No curso do desenvolvimento de tais métodos torna-se fundamental considerar o que significa, hoje, o termo “usuário”.

Este posicionamento é essencial para se pensar os objetivos da atividade projetual e, por consequência, da prototipagem. Em especial a prototipagem em baixa definição – proposta do minicurso para o Congresso IHC '14 – torna-se uma poderosa ferramenta na interrogação crítica de pressupostos que muitas vezes vêm embutidos nas ferramentas de produção de peças interativas ou que internalizamos e que naturalizamos como “necessidades” nossas.

Na Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI- UERJ), os alunos são encorajados a prototipar desde os primeiros estágios de ideação. Pela constante simulação, em meios rudimentares, de como dispositivos, atores e ambientes se relacionam, em uma dada proposta, eles aprendem a se familiarizarem com a contínua formulação e re-formulação de problemas de design. Exercitamos fundamentalmente a prototipagem de *baixa definição* que, em oposição à prototipagem de *alta definição* não apresenta semelhanças com a aparência final dos prototipados, deve ser feita com materiais de baixo custo e pode variar desde não ter nenhuma funcionalidade implementada até pseudo-funcionalidades obtidas pelo emprego de software e hardware de baixo custo.

Diversas técnicas podem ser utilizadas para prototipar a experiência: *storyboards*, rascunhos de cenários, maquetes, encenações, filmagem, pós produção

em vídeo, uso de hardware e software de baixo custo e relativamente fácil aprendizado, como Arduino e Makey Makey.<sup>2</sup> Apesar desta breve enumeração de técnicas mais usadas, acredito que a metodologia da prototipagem da experiência é mais eficaz se evitar receituários e diretrizes. É necessário que, a cada projeto, atenção e tempo sejam dados ao desenvolvimento de métodos específicos para as necessidades específicas. Como afirmaram Marion Buchenau e Jane Fulton Suri, “a prototipagem da experiência não diz respeito à criação de um *toolkit* ou conjunto de técnicas formalizadas, mas está relacionada com o desenvolvimento de uma atitude e de uma linguagem para resolver problemas de design”. (Buchenau, 2000)

Com isto em mente vejamos, a seguir, alguns estudos de caso escolhidos dentre muitos trabalhos de alunos realizados ESDI. Estes exemplos mostram métodos e execuções que revelam de que modo a prototipagem da experiência pode provocar a reflexão crítica, estimular a criatividade e enriquecer o pensamento projetual.

#### 1.4.1- *TxtoTracker*, uma rede social de leitura

A proposta do projeto *TxtoTracker* (2010) era estabelecer uma conexão entre determinados espaços urbanos e a leitura de textos em *tablets*. Quando usuários passam por um ponto de “captura” localizado na cidade podem disponibilizar suas leituras para *upload* e quando outros usuários passam pelo mesmo ponto, podem fazer o *download* desse conteúdo. Assim, cria-se uma infinita rede de fragmentos de texto, que, na contramão das redes sociais mais conhecidas, forma uma comunidade que se conhece apenas pelo conteúdo textual, já que o aplicativo não contempla a circulação de imagens.

Uma sequência típica da interação seria: (1) um usuário está passando por determinado lugar e ativa o modo que permite acesso ao que quer que ele/ela esteja lendo em qualquer outro app de leitura; (2) outro usuário passa pelo mesmo lugar, liga o aplicativo e tem, então, acesso ao que o primeiro leitor estava lendo na situação 1; (3) diversos usuários podem escolher outros como favoritos de modo que uma rede de “amigos” vai sendo criada sem que cada identidade esteja conectada a um perfil criado nos moldes correntes (imagem, preferências, histórico, etc.) (Fig. 1.8)

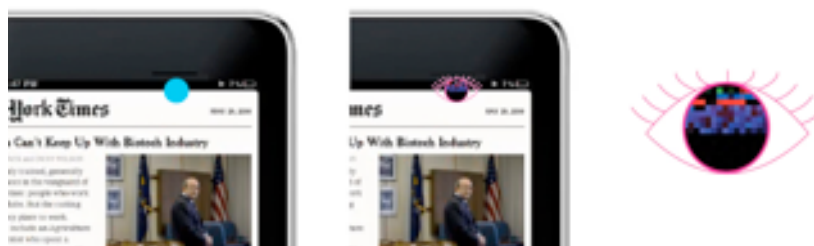
---

<sup>2</sup> Arduino é uma plataforma *open source* que permite que se faça em um micro controlador o download de programas desenvolvidos em uma API (Application Programming Interface) instalada no computador. Há nele portas de *input* e *output* que permitem conexão com sensores e atuadores. Após o download o Arduino funciona como um hardware *stand alone*. Makey Makey é um kit que permite a substituição de inputs de teclado e mouse por qualquer objeto que conduza eletricidade. É também *open source*.



**Fig. 1.8 Esquema básico de interação do app TxtoTracker**

O desenho da interface parece, de início, muito simples: apenas um círculo azul é posicionado no canto superior direito de qualquer aplicativo de leitura. Quando tocado, o círculo se transforma no ícone do app, um olho aberto, sinalizando que o modo “captura” está ativado. O desenho do ícone é propositadamente infantil e sem sofisticação, de modo que parecerá graficamente estranho a qualquer aplicativo de aparência profissional. (Fig. 1.9)



**Fig. 1.9 Ícone do TextoTracker**

Quando em modo “captura”, duas coisas acontecem: o texto sendo lido pelo usuário pode ser guardado na “nuvem” e todos os textos deixados por outros usuários naquele local se tornam disponíveis na memória temporária do *tablet*. Os problemas de design até aqui estavam resolvidos. A estudante autora do projeto<sup>3</sup> se voltou então para a questão de como o usuário poderia selecionar os textos de que fez *download*.

Sua primeira ideia era dispor os fragmentos de texto em orientações e tamanhos diferentes no plano de leitura. Esta solução era, entretanto, meramente intuitiva e não estava de fato conectada ou coerente com o conceito geral do projeto que implicava uma relação espacial real. A aluna foi encorajada a tentar a prototipagem da experiência para ter uma ideia aproximada do como seria a sensação de “coletar” informações em um local no espaço real e, ao mesmo tempo, ver estas informações na tela do *tablet*. Ela convidou alguns amigos para acompanhá-la a uma praça perto da escola e encenou algumas das etapas da interação. (Fig. 1.10). Como não havia nenhum software implementado, a atenção de cada participante se direcionou à experiência espacial física.

<sup>3</sup> Clarissa Baumann



**Fig. 1.10 Encenação com pós-produção de vídeo**

A encenação confirmou as expectativas iniciais de que a sensação de encontrar informações em locais geograficamente determinados criava uma percepção interessante dos “espaços aumentados” e hoje.<sup>4</sup> Mas foi na pós-produção do vídeo que a experiência se mostrou mais eficaz. Textos foram adicionados à sequência filmada de modo a representar o ambiente híbrido. Quando a aluna posicionou as áreas de texto sobre a imagem filmada, ficou evidente a necessidade de que as palavras precisavam obedecer regras de perspectiva para acompanhar a ilusão de profundidade do filme. Esta foi a lógica responsável para a solução de interface para navegação pelos textos. (Fig. 1.11). A experiência com a situação real tridimensional inspirou a criação de uma visão espacial dos fragmentos de texto que enriqueceram a experiência do usuário quanto à percepção da superposição dos espaços virtual e real.



**Fig. 1.11 À esquerda, frame de uma animação que mostrou a representação do espaço aumentado à direita a solução final para navegação pelos fragmentos e seleção de textos.**

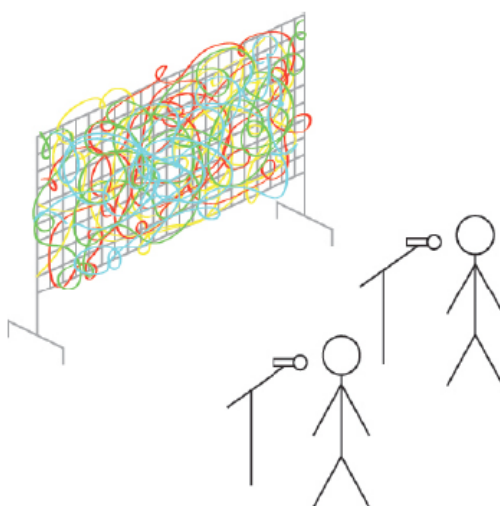
<sup>4</sup> “Espaço aumentado” é um termo cunhado por Lev Manovitch (2005) para designar a superposição de dados dinâmicos ao espaço físico.



Neste projeto ficou claro que a encenação despretenhosa revelou aos alunos uma dimensão da experiência que não teria sido, certamente, imaginada apenas por meio de rascunhos ou pelo design desenvolvido apenas por software.

#### 1.4.2- *Casulo*, caraoquê imersivo

No projeto *Casulo* (2011) propôs-se uma sincronização entre a voz, as oitavas musicais e uma gradação de temperaturas cromáticas. As alunas que desenvolveram o projeto<sup>5</sup> inicialmente pensaram em uma configuração onde um cantor ficaria em frente a uma estrutura coberta de lâmpadas usadas em árvore de natal e quando cantassem uma música as lâmpadas seguiriam, de algum modo a lógica dos graves e agudos emitidos. Esta era a disposição ergonômica dos primeiros rascunhos desenhados. (Fig. 1.12)

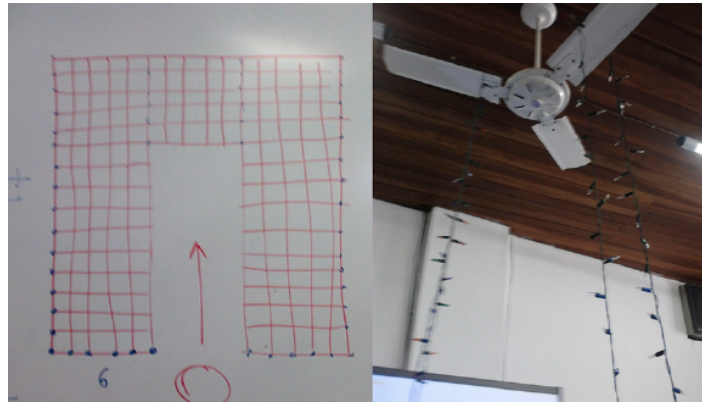


**Fig. 1.12** Configuração espacial inicial do projeto *Casulo*

As alunas compraram alguns metros de fios com lâmpadas de árvores de natal e, em sala de aula, começaram a experimentar diferentes arranjos deste material no espaço. O caráter informe e maleável dos fios logo se mostrou mais interessante em disposições que circundavam os participantes do que na configuração inicial, levando a rascunhos onde as lâmpadas foram posicionadas dentro de um ambiente fechado. Para experimentar esta configuração, as alunas penduraram alguns fios de lâmpada no ventilador da sala. (Fig. 1.13) Ao se posicionarem sob o ventilador entre as lâmpadas, elas se tornaram conscientes de que o problema principal do trabalho, em termos ergonômicos dizia respeito a medidas: como posicionar as lâmpadas em uma sala, qual a altura a que elas deveriam chegar, qual a distância entre os fios, etc.

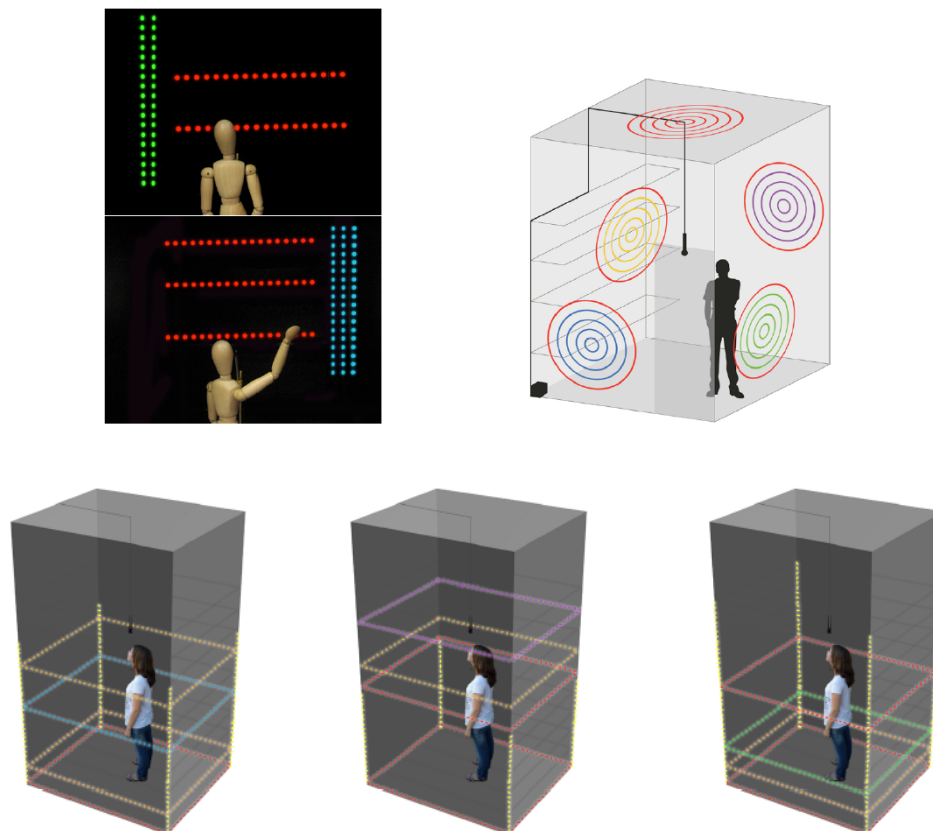
---

<sup>5</sup> Erica Zambrano e Isis Daou



**Fig. 1.13** Configuração espacial inicial do projeto *Casulo*

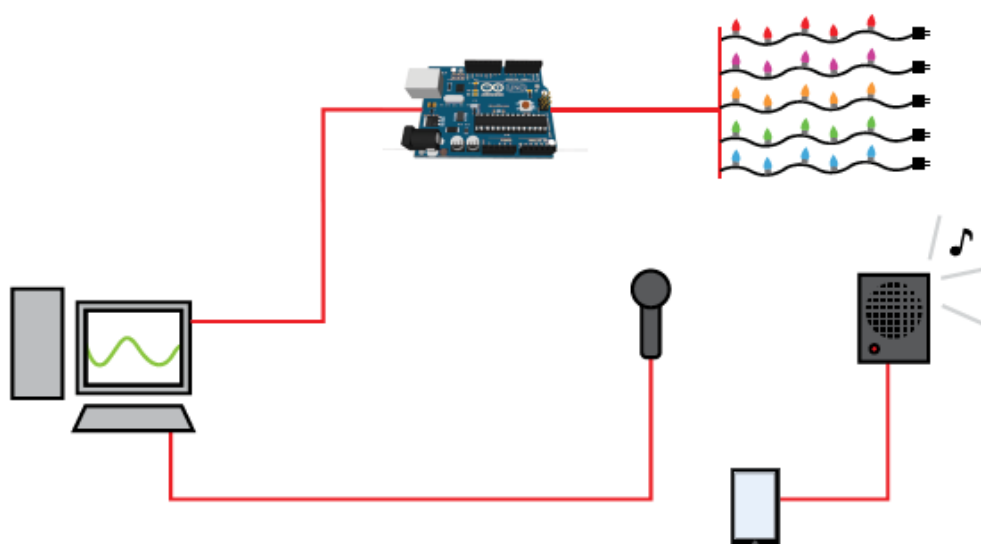
As observações sobre a experiência com o ventilador originaram uma série de experimentos utilizando-se outros métodos de prototipagem. Um boneco articulado foi filmado em várias posições e depois este filme foi sincronizado com animações simples e sons que simulavam a experiência. A partir deste protótipo animado, foram propostas diversas formas de disposição das lâmpadas, entre círculos e linhas. No esquema final escolhido as lâmpadas estão dispostas em linhas horizontais e verticais. (Fig. 1.14)



**Fig 1.14** Protótipo animado utilizando um boneco filmado em *stop motion* e animações sincronizadas; Disposição das lâmpadas em círculos; configuração final com linhas horizontais e verticais

A experiência interativa estava definida: o usuário entra em um ambiente escuro com um microfone no centro; uma música começa a tocar e, como num caraoquê o usuário canta a música ao microfone seguindo o acompanhamento; à medida em que canta os sons da sua voz ativam lâmpadas diferentes, os graves fazem acender as cores quentes, localizadas em baixo e os agudos as cores frias posicionadas na parte superior. De baixo a cima uma gradação cromática do quente ao frio está sincronizada com as diversas variações do canto. As linhas verticais foram, posteriormente, eliminadas.

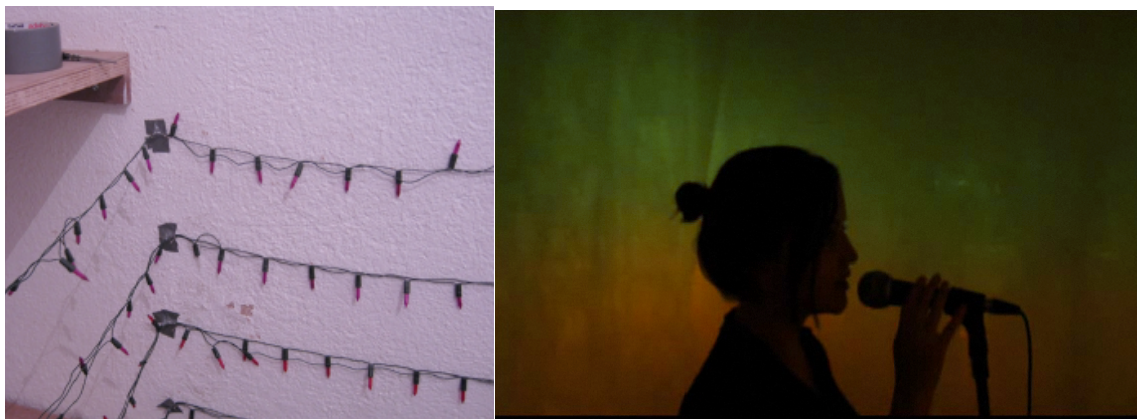
No protótipo final, que incluía funcionalidades, a montagem compôs-se de hardware, software, sensores e atuadores. Um microfone conectado ao computador servia de *input*. O sinal do microfone era convertido por um código escrito em Processing<sup>6</sup> que convertia o espectro sonoro em instruções enviadas ao micro controlador Arduino que ativava a ligação e desligamento das lâmpadas. Paralelamente, sem conexão com este funcionamento, um telefone celular ligado a caixas de som era o responsável pelo fornecimento da música. (Fig. 1.15)



**Fig. 1.15** Esquema de processamento e saída da música de fundo.

Na montagem do esquema na pequena sala escolhida para abrigar o projeto, o protótipo revelou mais uma questão não cogitada anteriormente: a aparência das lâmpadas presas à parede era evidente demais, prejudicando a sensação de “imersão na cor” que se pretendia. Bem ao final do projeto, este problema foi resolvido cobrindo-se as paredes com um papel translúcido que difundia a luz criando áreas de cor em vez das linhas de pontos coloridos projetadas inicialmente. Esta difusão, aliada à sensação aconchegante produzida pelo papel veio a dar o nome *Casulo* ao projeto. (Fig. 1.16)

<sup>6</sup> Processing é uma linguagem de programação; ambiente de desenvolvimento e uma comunidade *online*. A linguagem é *open source* e foi criada em 2001. É particularmente usada por artistas designers e programadores para criar e manipular imagens, vídeos e sons.



**Fig 1.16 As lâmpadas presas à parede como no projeto original; o efeito da solução final com as paredes cobertas.**

O projeto *Casulo* fez uso de diversas formas de prototipagem da experiência: improvisação (as luzes no ventilador), maquete, animação, software e hardware. Todos estes métodos não foram definidos *a priori* como técnicas ou procedimentos independentes. Ao contrário, eles vieram de necessidades oriundas do projeto e até o final responderam por decisões projetuais, como por exemplo, a definição do ambiente imersivo e a ocultação das lâmpadas. Trata-se de um exemplo de como a prototipagem, revelando sua potencialidade criativa, se insere em várias etapas do projeto.

### **1.4.3 Rádio Sheidemann: viagens sonoras no tempo**

Um rádio que sintoniza músicas, novelas e notícias desde 1939 até 2012 e que abriga o espírito de seu próprio criador. Esta foi a ideia de um grupo de alunos<sup>7</sup> para o exercício “remix” (2012). A proposta do exercício era a criação de funcionalidades diversas daquelas originalmente atribuídas a um objeto. Os alunos deveriam buscar um objeto desativado e pensar novas situações interativas para seu uso.

No projeto *Sheidemann* as funcionalidades já estavam definidas e mudaram pouco com o desenvolvimento do trabalho. O rádio deveria de algum modo acessar um banco de dados com material sonoro das décadas estipuladas. O usuário poderia escolher qual categoria desejaria escutar (música, novela ou notícia) e combinar a escolha com determinada década. Além deste conteúdo, “dentro” do rádio habita seu próprio criador, a figura fictícia de Viktor Sheidemann que criou o rádio para prever o futuro e acabou se suicidando. Sua alma foi capturada pelo rádio e, desde então, sua voz surge randomicamente, assustando os usuários. Se alguém ouvir tempo suficiente poderá remontar a vida de Viktor segundo sua própria narrativa fragmentada.

---

<sup>7</sup> Camila Barbosa, Fernando Chaves e Lucas Ribeiro.



**Fig. 1.17 Protótipo do rádio em papelão**

Os alunos procederam, então, à preparação de um script e elementos para executar o protótipo da experiência. Construíram com papelão um modelo do rádio com um ponteiro central que corresponderia às décadas (Fig. 1.17). Neste ponto não acharam necessário pensar no mecanismo para a seleção das categorias pois o que estavam tentando investigar era a experiência de pessoas que tem a “normalidade” do cotidiano interrompida pelo bizarro funcionamento do rádio.

No projeto da experiência a ser encenada, dois amigos estão caminhando e conversando quando o rádio começa a tocar e o ponteiro do relógio rodopia sem lógica. Para esta encenação dois alunos atuaram como os personagens, um outro, fora do campo filmado, operou a emissão dos sons e um terceiro escondeu-se atrás do relógio para movimentar o ponteiro. Este procedimento se assemelha ao método do “mágico de oz”, no qual um usuário interage com o sistema, acreditando que seus *inputs* estão de fato controlando as funcionalidades quando na verdade um operador escondido fornece os feedbacks manualmente. (Preece et al., 2002, p. 245) Tendo feito um rápido *storyboard* e arranjado todos os elementos, os grupo produziu um vídeo da experiência. (Fig. 1.18)



**Fig. 1.18 Encenação da experiência**

A ideia inicial era que o rádio, em princípio, passaria despercebido em algum ambiente comum, um restaurante, por exemplo. Apenas quando iniciasse suas bizarras transmissões é que chamaria a atenção dos passantes. Entretanto, ao realizar o protótipo da experiência o grupo se deu conta de que seria mais interessante e eficaz se a interação se desse em algum espaço determinado, ou seja se o usuário já soubesse

de antemão que aquele objeto era especial. Na versão final criaram um cenário no porão das escola para abrigar o rádio. A cenografia incluiu folhas de um diário deixadas no chão, teias de aranha, um copo de água, um livro aberto e finalmente o rádio, que tocava ininterruptamente, como um chamariz para os usuários. (Fig. 1.19)



**Fig. 1.19 Cenário**

No projeto *Sneidemann* os alunos compreenderam a atividade do design como indo muito além do objeto, sua forma e sua função. Entenderam que o projeto incluía toda a experiência que um usuário teria ao percorrer o caminho que levava da entrada do porão até o rádio propriamente dito. Esta foi uma decisão projetual tão importante quanto a escolha do objeto e o conjunto de software e hardware utilizado para fazê-lo funcionar.

\*\*\*

Estes três projetos mostram que a atividade da prototipagem da experiência pode levar a mudanças inesperadas nos esquemas inicialmente estabelecidos. Esta é a maior contribuição da inclusão da prototipagem em todas as fases do projeto. Vimos de que modo em todos os três casos, mesmo em estágios já avançados de desenvolvimento, o experimentar constante das condições que envolvem toda a experiência foi capaz de provocar a reformulação de intenções e de soluções.

A proposta deste minicurso está voltada a produzir nos participantes uma conscientização semelhante à que os autores dos projetos acima adquiriram. Para tanto, é necessário que se compreenda a prototipagem da experiência como uma experiência em si mesma e que se tenha como meta, através dela, a dissolução tanto de pressupostos metodológicos quanto de soluções já existentes que se tornam naturalizadas sem que nos apercebamos disto. A seguir será detalhada a sequência de atividades propostas para o minicurso com breve explicação para cada uma delas.

## **1.5 Etapas de desenvolvimento de protótipos de experiência para o minicurso do IHC '14.**

### **Definição**

A proposta “restaurante interativo” parece auto explicativa mas se pensarmos na variedade de possíveis estabelecimentos, vemos que algumas categorias podem ser enumeradas: a quilo, tradicional, botequim, *drive-tru*, *fast food*, salgados, padaria, quiosques, etc. Para este exercício será importante caracterizar o tipo de estabelecimento, listando os serviços que são oferecidos.

### **Pesquisa**

Após a definição, os participantes deverão pesquisar na internet imagens de arquitetura, pessoas em uso e, também, soluções interativas que já estão implementadas em alguns estabelecimentos no mundo.

### **Identificação das necessidades**

Será elaborada uma lista das necessidades dos usuários de restaurante. Deve-se tentar dividir essas necessidades em termos de sua essencialidade: necessidades fundamentais, necessidades de conveniência mas que não são fundamentais e, por fim, necessidades supérfluas. Considerando-se o conceito de design da experiência, os participantes devem considerar que uma determinada necessidade pode tradicionalmente se considerada supérflua mas pode ser elevada à categoria fundamental, a critério de cada grupo. Por exemplo se o estabelecimento é definido tematicamente, digamos, como “casa de chá”, a decoração pode ocupar o papel de necessidade essencial.

### **Formulação dos problemas**

O designer Karl Gerstner propôs que “descrever um problema é parte da solução [...] nenhum problema pode ter uma única solução definitiva [...] haverá sempre um grupo de soluções, uma das quais será a melhor dentro de certas condições.” (Gerstner, 1964, 2007). Na descrição de problemas é grande o risco das pressuposições. Por exemplo pode-se definir que um problema é “chamar o garçom para fazer o pedido” quando na verdade a melhor formulação é “informar ao estabelecimento a escolha da comida”. Esta segunda formulação pode gerar uma solução que até mesmo prescindia da presença de um garçom. Nesta etapa, é necessário formular um grupo de problemas que se desejará atender. Não é necessário exaurir a totalidade das necessidades levantadas na etapa anterior mas apenas focalizar numa determinada necessidade e listar todas as ações relacionadas a ela.

## **Brainstorming**

Tendo em mãos a definição do tipo de estabelecimento, a pesquisa, a identificação de necessidades e a formulação dos problemas, pode-se iniciar a sessão de *brainstorming*, fazendo proliferarem as ideias para a interação. Uma boa forma de começar é elencar palavras-chave centrais e ir conectando novas palavras por associação livre. O *brainstorming* deve incluir, além de informações textuais, desenhos, rascunhos e organogramas ou qualquer outra forma de notação que se prove útil no curso das discussões de ideias.

## **Storyboard**

Ele podem ser feito à maneira tradicional (sequência de quadros com legendas explicativas) e/ou mostrar diagramas e esquemas que expliquem a interação. Cada grupo deve eleger uma ideia surgida no *brainstorming* e planejar cuidadosamente todos os passos da interação a ser encenada e filmada. Não se deve perder tempo com a qualidade do desenho (cor, sombreados, etc.). As imagens devem ser claras o suficiente para que todos compreendam mas não podem ter detalhes decorativos. Um ponto especialmente importante no design da experiência é o que chamo de “clique aqui”, aludindo a um expediente muito usado em sites nos primeiros tempos da internet: aquela indicação do primeiro gesto interativo. É importante que cada grupo se pergunte qual é o seu “clique aqui” que dará o gatilho para a interação. Desde animações no campo interativo até a mera disposição de objetos, qualquer recurso pode ser usado: deve-se buscar uma solução criativa que escape à obviedade do “clique aqui”.

## **Produção material**

Definir *a priori* que materiais farão parte do protótipo. Além dos materiais de desenho (papel, caneta, lápis, borracha, tesoura, fita crepe, etc.) os grupos devem se preocupar com o local onde será feita a encenação e com quaisquer objetos necessários a ela (mesas, cadeiras, celulares, computadores, etc.)

## **Encenação e Filmagem**

A encenação não deve ser ensaiada pois é importante que os integrantes possam incorrer em erros e serem surpreendidos por eventos inesperados. Afinal esta é uma das funções da prototipagem da experiência: o designer deve desenvolver uma capacidade de “esquecer” o que foi planejado e se colocar na posição de um usuário comum que não tem ideia do que o espera em termos de interação. É interessante que a filmagem seja feita com vários dispositivos. Pode-se usar desde câmeras fotográficas ou de vídeo até webcams embutidas em computadores, celulares ou *tablets*.



### **Pós produção (dependendo da disponibilidade de equipamento)**

De posse dos vídeos, os grupos devem copiar os arquivos no computador e utilizar algum programa de animação (*Final Cut Pro*, *Premiere*, *After Effects*, ou outro) para introduzir elementos não presentes na filmagem e editar os filmes, retirando excessos desnecessários.

### **Discussão crítica**

Esta é talvez a etapa mais importante na sequência da prototipagem. É quando se observa cuidadosamente as experiências filmadas com a intenção de detectar problemas e pensar em situações alternativas. É comum nesta etapa que os integrantes, assistindo a determinada cena, possam reencená-la rapidamente, operando pequenas mudanças ou melhorando a visibilidade de ações não captadas de forma clara pela filmagem. Os grupos devem elaborar uma lista de aspectos que gostariam de alterar.

### **Refação ultra rápida**

Depois da lista elaborada, todos devem refazer os itens nos quais se encontrou problemas. A refação não é apenas uma forma de melhorar o design. Ela é parte fundamental do processo iterativo, no qual todas as etapas são revistas, melhoradas ou mesmo descartadas. Não se deve temer chegar até aqui e mudar completamente a ideia inicial. No processo do design de experiências todas as ideias tem um papel no resultado final, inclusive aquelas que foram jogadas fora. Tudo é uma questão de aprimoramento do *pensamento projetual* e uma adaptação à prática da flexibilidade.

## **1.5 Conclusão**

Vimos de que forma o conceito de prototipagem está ligado a transformações históricas de paradigmas no design. As preocupações com as relações entre forma e função seguiam o primado do objeto. Neste contexto, o protótipo tinha um lugar definido na sequência projetual, necessariamente anterior e era dispensado após o lançamento do produto.

Com a era digital, as interfaces passam a não mais permitir a sincronicidade entre forma e função, dada a polivalência do software em relação ao hardware. Além disto, um mesmo produto pode ter diversas versões nas quais a forma muda mantendo-se as funções. Vemos aí o início dos upgrades constantes e do enfraquecimento da noção de produto único que vai se substituindo pela noção de processos.

Ainda, no Funcionalismo a aversão a tudo o que fosse ornamento também impactava a atividade da prototipagem na medida em que alijava do processo criativo qualquer preocupação com o caráter emocional que qualquer experiência apresenta. No sequência do desenvolvimento dos produtos de interação, gradativamente uma visão holística da experiência interativa vai substituindo a visão do objeto como exclusivamente funcional por uma concepção que inclui a experiência (UX) e o design emocional.

Apontamos aqui o risco que se corre ao se pressupor as necessidades do usuário como ponto de partida para a criação de produtos. Há exemplos na literatura da área de modelos teóricos que, com justiça preocupados com o respeito ao usuário, terminam por ignorar que suas necessidades, mesmo em termos de experiência, são, elas também, produzidas por mecanismos do capitalismo contemporâneo, por alguns qualificado “Capitalismo Cognitivo”. A atividade da prototipagem pode problematizar necessidades pressupostas e investigar aspectos mais essenciais no projeto de design. Isto por que no protótipo da experiência de baixa definição, dado seu caráter inacabado, os aspectos mais essenciais das necessidades são evidenciados.

Em termos metodológicos e técnicos, a prototipagem, ao voltar-se para a experiência, passa a incluir – além dos procedimentos tradicionais com materiais de baixo custo (prototipagem de baixa definição) – encenações, filmagem e pós-produção. Neste processo é fundamental que se atente para as potencialidades da prototipagem como atividade propícia à criatividade, inovação e dissolução de pressupostos e clichês.

O tempo que se passa em grupo na confecção de *storyboards*, encenação, filmagem, edição e avaliação abre margem para um pensamento que não é apenas projetivo mas investigativo. No curso dessas práticas, soluções inovadoras e criativas surgem a todo o tempo. É importante que quem as pratica tenha consciência disto e volte-se à compreensão de que a prototipagem da experiência não é apenas uma forma de se testar de idéias pré-definidas: ela é uma forma de geração de ideias por si só.

## Bibliografia

- Alben, L. (1996) “Quality of Experience: Defining the Criteria for Effective Interaction Design”, In: *Interactions*. 3, p. 11-15.
- Antonelli, P. “Talk to me”. (2011) In: *Talk to Me: Design and the Communication Between People and Objects*, edited by Emily Hall, Museum of Modern Art, United States.
- Buchenu, M. S., Fulton, J. “Experience Prototyping”. In: *3rd Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, United States, p. 424-433.
- Buxton, W. (2007) *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design*. Holland, United States, Elsevier/Morgan Kaufmann.
- Constantine, L., L.A.D. (1999) *Software for Use*. United States, ACM Press.
- Gerstner, K. (1964, 2007) *Designing Programmes*. Switzerland, Lars Müller Publishers.
- Gropius, W. (1935) *The new architecture and the Bauhaus*. England, Faber and Faber.
- Hassenzahl, M. (2011) *User Experience and Experience Design*. Interaction Design Foundation,  
[http://www.interaction-design.org/printerfriendly/encyclopedia/user\\_experience\\_and\\_experience\\_design.html](http://www.interaction-design.org/printerfriendly/encyclopedia/user_experience_and_experience_design.html)

- Loos, A. (1908, 2004) *Ornamento e Crime*. Portugal, Editora Cotovia.
- Mann, G. (2010) *Cross-fire from the Natural Occurrence series*. <http://www.moma.org/interactives/exhibitions/2011/talktome/objects/145470/>
- Moggridge, B. (2007) *Designing Interactions*. United States, MIT Press.
- Nielsen, J., Norman, D. (2002) *The Definition of User Experience*. <http://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Norman, D. (2004) *Emotional Design: Why we Love (or Hate) Everyday Things*. New York, Basic Books.
- \_\_\_\_\_, D.; Draper, S. (1986) *User Centered System Design : New Perspectives on Human-computer Interaction*. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- O'Reilly, T. (2005) "What is Web 2.0", < <http://oreilly.com/> >
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H. (2002) *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. New York, NY, J. Wiley & Sons.
- Rawsthorn, A. (2009) *The demise of 'form follows function'*. In: *The new york times*. New york, NYTimes.com.
- Souza, P. L. P. D. *Notas para uma História do Design*. Rio de Janeiro, Editora Novas Idéias, 1997, 2008.
- Sullivan, L. H. (1896) "The tall office building artistically considered". In: *Lippincott's Magazine*. Philadelphia, EUA, J:B:Lippincott: Co.
- Wiser, M. (1991) "The Computer for the 21st Century". In: *Scientific American*, v. 265, n. 3, p. 94-104.



## Capítulo

# 2

## Acessibilidade e Inclusão Digital

Amanda Meincke Melo

### *Abstract*

*Promoting accessibility is a matter of citizenship. Accomplishing it in the development of interactive computing systems for human use encompasses a good understanding of accessibility, which should be according to the conception of disability presented in the International Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Thus, this text shall present an updated approach to accessibility concept, legal and regulatory aspects involved in its promotion, as well as resources and guidelines to achieve it at interactive computing systems for human use.*

### *Resumo*

*A promoção da acessibilidade está diretamente relacionada ao exercício da cidadania. Efetivá-la no desenvolvimento de sistemas computacionais interativos para uso humano envolve ter um claro entendimento de seu significado nos dias de hoje, que deve estar alinhado à definição contemporânea para deficiência apresentada na Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Assim, objetiva-se apresentar uma visão atualizada para o conceito de acessibilidade, aspectos legais e normativos envolvidos em sua promoção, além de recursos e de orientações para efetivá-la em sistemas computacionais interativos para uso humano.*

### **2.1. Introdução**

Sistemas computacionais interativos para uso humano estão massivamente presentes em nosso dia a dia, favorecendo (ou dificultando) a participação em sociedade. No Brasil, têm-se apoiados por sistemas de informação eletrônicos – apenas para citar alguns exemplos – a emissão de nota fiscal eletrônica (NF-e), a declaração anual de imposto de renda, a inscrição para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o ingresso em Universidades por intermédio do Sistema de Seleção Unificada (SiSU), o ensino e a consulta a acervos em Instituições de Ensino Superior (IES), o ensino na Educação Básica, a votação eletrônica, o acesso a informações e a serviços públicos, além de transações comerciais e bancárias, redes sociais, entre outros.

É no contexto do Desafio 4 da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para o decênio 2006-2016 [Baranauskas e Souza 2006] – “Acesso Participativo e Universal do Cidadão Brasileiro ao Conhecimento” – e do desafio “Acessibilidade e Inclusão Digital”, enunciado entre os Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador do Brasil [Furtado *et al.* 2014], que este texto é proposto. Enquanto o primeiro leva em conta não apenas o desafio de produzir soluções inclusivas que considerem as especificidades do uso de sistemas computacionais interativos por pessoas com deficiência, mas também a multiplicidade das diferenças entre os brasileiros, o segundo reafirma a necessidade de “construção de sistemas que possam ser generalizados para múltiplos dispositivos e ao mesmo tempo especializados para os diferentes usuários com diferentes necessidades”.

A promoção da acessibilidade de sistemas computacionais interativos para uso humano está diretamente relacionada ao exercício da cidadania. Efetivá-la envolve ter um claro entendimento de seu significado nos dias de hoje. Assim, objetiva-se apresentar uma visão atualizada para o conceito de acessibilidade, aspectos legais e normativos envolvidos em sua promoção, além de recursos e de orientações para efetivá-la em sistemas computacionais interativos para uso humano, considerando-se diferentes situações de uso, portanto, contextos, usuários, plataformas, atividades etc.

Estudantes e jovens pesquisadores terão a oportunidade de desenvolver um entendimento ampliado para deficiência, acessibilidade e usabilidade. Profissionais da indústria poderão repensar seu ambiente de trabalho, os produtos que desenvolvem e suas práticas. Docentes Universitários terão uma referência para a organização de disciplinas eletivas ou obrigatórias em suas instituições de origem. Usuários poderão construir um melhor entendimento sobre a viabilidade de serem efetivadas soluções de acessibilidade para os sistemas que utilizam. Clientes devem compreender melhor a relevância de promover a acessibilidade desde a definição dos requisitos para sistemas que venham a contratar. Em curto prazo, propõe-se colaborar a uma tomada de consciência. Em médio e em logo prazos, espera-se contribuir ao desenvolvimento de sistemas computacionais interativos mais flexíveis e amplamente utilizáveis.

O texto, baseado na experiência de oferta do componente curricular complementar de graduação Acessibilidade e Inclusão Digital, no Campus Alegrete da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) desde 2010 [Melo 2010], e desenvolvimento de projetos na temática [Capiotti 2012][Fialho 2014][Melo 2007][Moura *et al.* 2014][Melo e Silva 2013], está organizado como segue: a seção 2 problematiza e discute o conceito de acessibilidade, relacionando-o à usabilidade e ao Desenho Universal, destacando aspectos legais e normativos; a seção 3 apresenta a Comunicação Aumentativa e Alternativa, o Sistema Braille, a Língua Brasileira de Sinais e recursos computacionais de Tecnologia Assistiva; a seção 4 indica, de forma prática, como promover a acessibilidade em sistemas computacionais interativos para uso humano; a seção 5, finalmente, encerra este capítulo.

## **2.2. Acessibilidade, Usabilidade e Desenho Universal**

No desenvolvimento de sistemas de *software*, acessibilidade e usabilidade são normalmente associadas a requisitos não funcionais de interface de usuário. Não são mensuráveis apenas no produto – embora seja possível definir atributos que contribuam a sua efetivação –, mas também dependem das características, habilidades e

experiências dos usuários que interagem com o produto, dos objetivos em perspectiva e do contexto de uso [Bevan 1997][Melo 2007].

Acessibilidade, para Iwarsson e Ståhl (2003), envolve o encontro entre as capacidades das pessoas e as características de um ambiente, produto ou serviço e está geralmente associada ao atendimento de normas e padrões. Segundo esse entendimento, um ambiente, produto ou serviço que não considere em seu design a multiplicidade das diferenças entre as pessoas que o utiliza pode colocar uma pessoa em situação de deficiência, o que corrobora para a definição social de deficiência, presente na Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (Decreto 6.949/2009):

[...] a deficiência resulta da interação entre pessoas com deficiência e as barreiras devidas às atitudes e ao ambiente que impedem a plena e efetiva participação dessas pessoas na sociedade em igualdade de oportunidades com as demais pessoas [...]

O *World Wide Web Consortium* [W3C 2008], ao propor recomendações e critérios de sucesso para avaliação da acessibilidade *web*, os categoriza segundo quatro princípios: perceptível, operável, compreensível e robusto. A Tabela 2.1 apresenta esses princípios.

**Tabela 2.1. Princípios da acessibilidade *web* (tradução livre) [W3C 2008].**

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Perceptível.</b> Informação e componentes de interface devem ser apresentados aos usuários de maneira que eles possam perceber.</li> <li>2. <b>Operável.</b> Componentes de interface de usuário e navegação devem ser operáveis.</li> <li>3. <b>Compreensível.</b> Informação e operação da interface de usuário devem ser compreensíveis.</li> <li>4. <b>Robusto.</b> Conteúdo deve ser suficientemente robusto para que possa ser interpretado de modo confiável por uma ampla variedade de agentes de usuários, incluindo recursos de Tecnologia Assistiva.</li> </ol> |
|---|

A ISO 9244-11 define usabilidade como “O grau em que um produto é usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico.” [Barbosa e Silva 2010], ou seja, diz respeito a um usuário, em determinado contexto, conseguir realizar seus objetivos com um uso aceitável de recursos, em uma experiência agradável de interação com um produto. Nielsen (1993), ao definir usabilidade, a associa a cinco atributos (Tabela 2.2).

**Tabela 2.2. Atributos de Usabilidade (tradução livre) [Nielsen 1993].**

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacidade de aprendizado.</b> O sistema deve ser fácil de aprender de modo que o usuário possa rapidamente ter algum trabalho realizado com apoio do sistema.</li> <li>• <b>Eficiência.</b> O sistema deve ser eficiente no uso, de modo que uma vez que o usuário tenha aprendido o sistema, um alto nível de produtividade possa ser alcançado.</li> <li>• <b>Capacidade de memorização.</b> O sistema deve ser fácil de lembrar, de modo que um usuário eventual esteja apto a retornar ao sistema após um período sem usá-lo, sem que tenha que aprender tudo novamente.</li> <li>• <b>Erros.</b> O sistema deve apresentar uma baixa taxa de erros, de modo que os usuários incorram poucas vezes em erros durante o uso do sistema, além disso, que os usuários possam se recuperar facilmente dos erros cometidos. Erros catastróficos não devem ocorrer.</li> <li>• <b>Satisfação.</b> O sistema deve ser agradável de usar, de modo que os usuários sejam satisfeitos subjetivamente ao utilizá-lo, ou seja, os usuários devem gostar de usá-lo.</li> </ul> |
|---|

Ainda segundo Nielsen (1993, p. 27), a usabilidade é tipicamente medida ao se observar um número representativo de usuários em situações de teste de interface, com tarefas pré-definidas. Entretanto, também pode ser medida a partir da observação de usuários em campo, realizando qualquer que seja a tarefa:

Usability is typically measured by having a number of test users (selected to be as representative as possible of the intended users) use de system to perform a prespecified set of tasks, though it can be also be measured by having real users in the field perform whatever tasks they are doing anyway.

Documentos normativos que especificam critérios e padrões de acessibilidade e de usabilidade a serem observados em interfaces de usuário de sistemas computacionais interativos para uso humano têm importante papel ao considerarem uma variedade de características antropométricas e sensoriais, além de situações de uso. É no uso, entretanto, que acessibilidade e usabilidade são efetivamente verificadas. Além disso, pouco se pode dizer sobre a usabilidade de um sistema de *software* se este não é perceptível, operável ou compreensível com as tecnologias de acesso de seus usuários.

Embora acessibilidade e usabilidade sejam efetivamente mensuráveis pela observação de cenários específicos de uso, o Desenho Universal (DU) – mencionado em leis e normas técnicas de acessibilidade – é uma estratégia que busca promovê-los amplamente:

Desenho Universal é o design de produtos e ambientes para serem usados por todas as pessoas, na maior extensão possível, sem a necessidade de adaptação ou design especializado. (tradução livre) [NCSU 2008]

O DU é motivado por mudanças na demografia, pela legislação atual, pelo convencimento de profissionais de que é menos oneroso pensar na promoção da acessibilidade desde a concepção de seus produtos, por mudanças na economia, entre outros fatores [NCSU 2008]. Seus princípios, amplamente difundidos, são apresentados na Tabela 2.3, a seguir.

**Tabela 2.3. Princípios do Desenho Universal (tradução livre) [NCSU 1997].**

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Uso equitativo.</b> O design é útil e comercializável para pessoas com diversas habilidades.</li><li>2. <b>Flexibilidade no uso.</b> O design acomoda uma ampla variedade de preferências e habilidades individuais.</li><li>3. <b>Uso simples e intuitivo.</b> O uso do design é fácil de entender, independentemente da experiência, do conhecimento, das habilidades linguísticas ou do nível de concentração corrente do usuário.</li><li>4. <b>Informação perceptível.</b> O design comunica a informação necessária efetivamente ao usuário, independentemente das condições do ambiente ou das habilidades sensoriais do usuário.</li><li>5. <b>Tolerância ao erro.</b> O design minimiza perigos e consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais.</li><li>6. <b>Baixo esforço físico.</b> O design pode ser usado eficientemente e confortavelmente e com um mínimo de fadiga.</li><li>7. <b>Tamanho e espaço para aproximação e uso.</b> Tamanho e espaço apropriados são oferecidos para aproximação, alcance, manipulação e uso independentemente do tamanho do corpo, da postura ou da mobilidade do usuário.</li></ol> |
|--|

Portanto, no desenvolvimento de sistemas computacionais interativos para uso humano, deve-se ter em mente a definição de requisitos de interface e de interação para torná-los suficientemente flexíveis, de modo que possam ser adotados por uma ampla variedade de pessoas. Padrões e normas técnicas devem colaborar nessa tarefa,



indicando atributos que devem ser contemplados no projeto desses sistemas. Além disso, é importante o envolvimento de usuários finais em sua avaliação iterativa, conforme indicam modelos de processo da Interação Humano-Computador [Barbosa e Silva 2010][Bevan 2001][Nielsen 1992][Rocha e Baranauskas 2003][Rogers *et al.* 2011].

### 2.2.1. Legislação de Acessibilidade

Esta subseção aborda aspectos legais referentes à acessibilidade, que influenciam seu tratamento na esfera pública nacional, indicando o compromisso do Brasil com o exercício da cidadania pelas pessoas com deficiência. A Tabela 2.4, a seguir, apresenta referências para a legislação apresentada no texto.

**Tabela 2.4. Legislação de acessibilidade apresentada no texto.**

Documento	URL
Constituição Brasileira/1988	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm</a>
Lei 9.610/1998	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm</a>
Decreto 5.296/2004	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm</a>
Lei 10.436/2002	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm</a>
Decreto 5.626/2005	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm</a>
Lei 10.753/2003	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.753.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.753.htm</a>
Decreto 6.949/2009	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm</a>
Decreto 7.612/2011	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm</a>
Lei 12.527/2011	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112527.htm</a>
Decreto 7.724/2012	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/D7724.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/D7724.htm</a>

A **Constituição Brasileira/1988** apresenta entre os fundamentos da República Federativa do Brasil “a cidadania” e “a dignidade da pessoa humana”. Entre seus objetivos enuncia “promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação”. Nessa perspectiva, sistemas computacionais de uso público – não apenas de órgãos públicos – devem oferecer equidade no acesso e no uso às pessoas que constituem seu público-alvo.

A **Lei 9.610/1998**, que regula os direitos autorais, afirma em seu Art. 46 que não constitui ofensa aos direitos autorais a reprodução “de obras literárias, artísticas ou científicas, para uso exclusivo de deficientes visuais, sempre que a reprodução, sem fins comerciais, seja feita mediante o sistema Braille ou outro procedimento em qualquer suporte para esses destinatários”. Desse modo é possível a reprodução de materiais impressos no Sistema Braille, em texto digital, no formato DAISY<sup>1</sup>, entre outros, desde que voltados especificamente às pessoas com deficiência visual.

O **Decreto 5.296/2004** regulamenta a Lei 10.098/2000, conhecida como lei da acessibilidade. Em seu Art. 47, estabelece que:

No prazo de até doze meses a contar da data de publicação deste Decreto, será obrigatória a acessibilidade nos portais e sítios eletrônicos da administração pública na rede mundial de computadores (internet), para o uso das pessoas portadoras de deficiência visual, garantindo-lhes o pleno acesso às informações disponíveis.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.daisy.org/>>. Acesso em 26 set. 2014.

No mesmo artigo, parágrafo 3º, menciona:

Os telecentros comunitários instalados ou custeados pelos Governos Federal, Estadual, Municipal ou do Distrito Federal devem possuir instalações plenamente acessíveis e, pelo menos, um computador com sistema de som instalado, para uso preferencial por pessoas portadoras de deficiência visual.

Em ambas as citações extraídas desse decreto, observam-se exigências quanto à acessibilidade dirigidas às pessoas com deficiência visual que visam a qualificar seu acesso a recursos públicos digitais. Entretanto, embora o decreto faça referência ao Desenho Universal entre seus conceitos, esses são exemplos de soluções que se distanciam do DU por duas razões: (1) limitar a garantia da acessibilidade *web* a um público específico de usuários; (2) reduzir ao mínimo possível (uma unidade) o número de computadores que deve apresentar sistema de som instalado para uso preferencial por pessoas com deficiência visual, sem também especificar soluções que ampliem a acessibilidade digital a outros grupos de usuários.

Já a **Lei 10.436/2002** reconhece a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio legal de comunicação e expressão no Brasil, mencionando a obrigatoriedade de apoio ao seu uso e a sua difusão em órgãos públicos. O **Decreto 5.626/2005** a regulamenta, abordando sua inclusão nos currículos de cursos de nível superior e a formação do tradutor e intérprete de Libras, entre outros aspectos.

A **Lei 10.753/2003** institui a Política Nacional do Livro. Equipara a livros “livros em meio digital, magnético e ótico, para uso exclusivo de pessoas com deficiência visual” e “livros impressos no Sistema Braille”. Suas diretrizes são apresentadas na Tabela 2.5.

**Tabela 2.5. Lei 10.753/2003, Art. 1º – Diretrizes da Política Nacional do Livro.**

<p>Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional do Livro, mediante as seguintes diretrizes:</p> <p>I - assegurar ao cidadão o pleno exercício do direito de acesso e uso do livro;</p> <p>II - o livro é o meio principal e insubstituível da difusão da cultura e transmissão do conhecimento, do fomento à pesquisa social e científica, da conservação do patrimônio nacional, da transformação e aperfeiçoamento social e da melhoria da qualidade de vida;</p> <p>III - fomentar e apoiar a produção, a edição, a difusão, a distribuição e a comercialização do livro;</p> <p>IV - estimular a produção intelectual dos escritores e autores brasileiros, tanto de obras científicas como culturais;</p> <p>V - promover e incentivar o hábito da leitura;</p> <p>VI - propiciar os meios para fazer do Brasil um grande centro editorial;</p> <p>VII - competir no mercado internacional de livros, ampliando a exportação de livros nacionais;</p> <p>VIII - apoiar a livre circulação do livro no País;</p> <p>IX - capacitar a população para o uso do livro como fator fundamental para seu progresso econômico, político, social e promover a justa distribuição do saber e da renda;</p> <p>X - instalar e ampliar no País livrarias, bibliotecas e pontos de venda de livro;</p> <p>XI - propiciar aos autores, editores, distribuidores e livreiros as condições necessárias ao cumprimento do disposto nesta Lei;</p> <p>XII - assegurar às pessoas com deficiência visual o acesso à leitura.</p>
---

O **Decreto 6.949/2009** promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, de 2006, com *status* de emenda constitucional. Ao abordar acessibilidade em condições de igualdade de

oportunidades com as demais pessoas, apresenta um melhor alinhamento com a proposta do Desenho Universal:

A fim de possibilitar às pessoas com deficiência viver de forma independente e participar plenamente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes tomarão as medidas apropriadas para assegurar às pessoas com deficiência o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico, ao transporte, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como a outros serviços e instalações abertos ao público ou de uso público, tanto na zona urbana como na rural.

Seus artigos 9 e 21, em particular, fazem referência à acessibilidade na Internet a qualquer pessoa com deficiência, contribuindo para reafirmar a definição de acessibilidade alinhada ao Desenho Universal. Entre as medidas que apresenta está “Promover, desde a fase inicial, a concepção, o desenvolvimento, a produção e a disseminação de sistemas e tecnologias de informação e comunicação, a fim de que esses sistemas e tecnologias se tornem acessíveis a custo mínimo.”

O **Decreto 7.612/2011** institui o Plano Nacional dos Direitos das Pessoas com Deficiência – Plano Viver sem Limite, reiterando o compromisso do Brasil com a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo. Entre suas diretrizes está a “promoção do acesso, do desenvolvimento e da inovação em tecnologia assistiva”.

Finalmente, a **Lei 12.527/2011**, regulamentada pelo **Decreto 7.724/2012**, regula o acesso à informação conforme preconizado pela Constituição Brasileira/1988. O decreto apresenta entre os requisitos para os *sites* dos órgãos e entidades do Poder Executivo federal “garantir a acessibilidade de conteúdo para pessoas com deficiência”.

É possível observar mudanças no uso dos termos em nossa própria legislação. Mais recentemente, adota-se a expressão “pessoas com deficiência” no lugar “portador de deficiência”, “pessoa deficiente”, “pessoa com necessidade especial” ou “deficiente” [Mídia e Deficiência 2003]. Entre pessoas surdas – usuárias da língua de sinais –, por exemplo, é comum a adoção do termo surdo ou pessoa surda, refutando a identificação com *déficit*, falta ou anormalidade em relação a uma maioria ouvinte<sup>2</sup> [Gesser 2009].

### 2.2.2. Normas Técnicas de Acessibilidade

Esta subseção aborda aspectos normativos referentes à acessibilidade, que orientam sua efetivação. As normas apresentadas são consideradas de interesse social e, portanto, estão disponíveis para livre consulta no *site* da Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/>).

A **ABNT NBR 9050** orienta a promoção da acessibilidade em edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Aborda aspectos como comunicação e sinalização visual, tátil e sonora; acessos e circulação; sanitários e vestiários; equipamentos urbanos como escolas, bibliotecas e centros de leitura; mobiliários como bebedouros, telefones, mesas ou superfícies para refeições ou trabalho, assentos fixos, balcões, equipamentos de autoatendimento, entre outros. A Figura 2.1 ilustra símbolos para a sinalização de equipamentos ou serviços de comunicação.

---

<sup>2</sup> Denominação dada por surdos a pessoas que não são surdas.

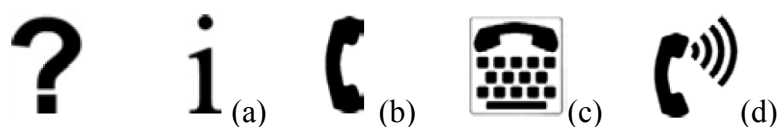


Figura 2.1. Representações gráficas para a sinalização de equipamentos ou serviços de comunicação: (a) símbolos internacionais de informação; (b) telefone; (c) telefone com teclado; (d) telefone com amplificador sonoro [ABNT 2004].

A ABNT NBR 15250 “fixa os critérios e parâmetros técnicos de acessibilidade a serem observados quando do projeto, construção, instalação e localização de equipamentos destinados à prestação de informações e serviços de auto-atendimento bancário”. Considera diversas condições de mobilidade e de percepção, com ou sem apoio de recursos de Tecnologia Assistiva, ao indicar soluções para aproximação e uso de equipamentos de autoatendimento bancário. A Figura 2.2, a seguir, apresenta exemplos de ilustrações presentes na norma.

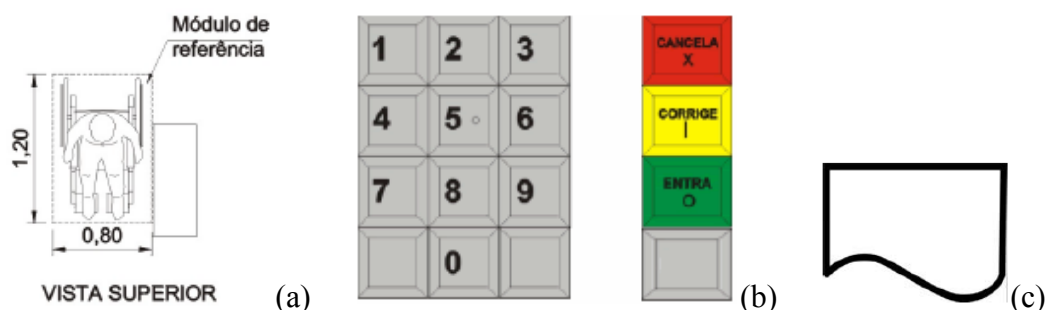


Figura 2.2. Exemplos de ilustrações presentes na ABNT NBR 15250: (a) módulo de referência considerando espaço ocupado por uma pessoa em cadeira de rodas; (b) disposição das teclas correspondentes às funções ‘Cancela’, ‘Corrige’ e ‘Entra’ em teclados de 16 teclas; (c) identificação (tátil e visual) da fenda de saída do comprovante em caixa de autoatendimento [ABNT 2005].

Já a ABNT NBR 15290 “estabelece diretrizes gerais a serem observadas para acessibilidade em comunicação na televisão, consideradas as diversas condições de percepção e cognição, com ou sem a ajuda de sistema assistivo ou outro que complemente necessidades individuais”. Engloba a transmissão de conteúdo televisivo em geral, inclusive através da TV digital, conteúdos distribuídos em DVD e novos formatos de mídia e de transmissão que venham a ser implementados. Entre os recursos que normatiza estão:

- **Legenda oculta em texto (CC) – do inglês, *Closed Caption*.** Concebida originalmente para surdos, trata-se de uma legenda em texto que aparece por opção do usuário na tela do televisor. Pode ser produzida em tempo real (CC ao vivo) ou após o programa pronto e gravado (CC pré-gravada).
- **Programa secundário de áudio (SAP) – do inglês, *Secondary Audio Program*.** Trata-se de um segundo canal de áudio para a programação. Pode oferecer o som original do programa, a audiodescrição ou a dublagem.
- **Audiodescrição.** Voltada a pessoas cegas, veicula narração descritiva em voz de sons e elementos visuais-chave como movimentos, vestuário,

gestos, expressões faciais, mudanças de cena, textos e imagens que apareçam na tela, sons ou ruídos não literais.

- **Janela de Libras.** Concebida para surdos – usuários da Libras, apresenta a interpretação em Libras para o áudio disponível em Língua Portuguesa.

Quanto à acessibilidade em *sites* públicos, têm-se o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (**e-MAG 3.1**) [Brasil 2014], que orienta sua realização em seu desenvolvimento e manutenção. O modelo organiza 45 recomendações em seis seções: Marcação (Tabela 2.6), Comportamento (*Document Object Model* – DOM) (Tabela 2.7), Conteúdo/Informação (Tabela 2.8), Apresentação/Design (Tabela 2.9), Multimídia (Tabela 2.10) e Formulário (Tabela 2.11). O modelo também padroniza elementos que já integram a identidade digital de governo, como: atalhos de teclado, primeira folha de contraste, barra de acessibilidade, apresentação do mapa do *site* e página com a descrição dos recursos de acessibilidade.

**Tabela 2.6. Recomendações de acessibilidade – Marcação.**

Recomendação 1.1 – Respeitar os Padrões Web
Recomendação 1.2 – Organizar o código HTML de forma lógica e semântica
Recomendação 1.3 – Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho
Recomendação 1.4 – Ordenar de forma lógica e intuitiva a leitura e tabulação
Recomendação 1.5 – Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo
Recomendação 1.6 – Não utilizar tabelas para diagramação
Recomendação 1.7 – Separar links adjacentes
Recomendação 1.8 – Dividir áreas de informação
Recomendação 1.9 – Não abrir novas instâncias sem a solicitação do usuário

**Tabela 2.7. Recomendações de acessibilidade – Comportamento (*Document Object Model* – DOM).**

Recomendação 2.1 – Disponibilizar todas as funções da página via teclado
Recomendação 2.2 – Garantir que os objetos programáveis sejam acessíveis
Recomendação 2.3 – Não criar páginas com atualização automática periódica
Recomendação 2.4 – Não criar redirecionamento automático de páginas
Recomendação 2.5 – Fornecer alternativa para modificar limite de tempo
Recomendação 2.6 – Não incluir situações com intermitência de tela
Recomendação 2.7 – Assegurar o controle do usuário sobre as alterações temporais do conteúdo

**Tabela 2.8. Recomendações de acessibilidade – Conteúdo/Informação.**

Recomendação 3.1 – Identificar o idioma principal da página
Recomendação 3.2 – Informar mudanças de idioma no conteúdo
Recomendação 3.3 – Oferecer um título descritivo e informativo à página
Recomendação 3.4 – Informar o usuário sobre sua localização na página
Recomendação 3.5 – Descrever links clara e sucintamente
Recomendação 3.6 – Fornecer alternativas em texto para as imagens do sítio
Recomendação 3.7 – Utilizar mapas de imagem de forma acessível
Recomendação 3.8 – Disponibilizar documentos em formatos acessíveis
Recomendação 3.9 – Em tabelas, utilizar títulos e resumos de forma apropriada
Recomendação 3.10 – Associar células de dados às células de cabeçalho
Recomendação 3.11 – Garantir a leitura e compreensão das informações
Recomendação 3.12 – Disponibilizar uma explicação para siglas, abreviaturas e palavras incomuns

**Tabela 2.9. Recomendações de acessibilidade – Apresentação/Design.**

Recomendação 4.1 – Oferecer contraste mínimo entre plano de fundo e primeiro plano
Recomendação 4.2 – Não utilizar apenas cor ou outras características sensoriais para diferenciar elementos
Recomendação 4.3 – Permitir redirecionamento sem perda de funcionalidade
Recomendação 4.4 – Possibilitar que o elemento em foco seja visualmente evidente

**Tabela 2.10. Recomendações de acessibilidade – Multimídia.**

Recomendação 5.1 – Fornecer alternativa para vídeo
Recomendação 5.2 – Fornecer alternativa para áudio
Recomendação 5.3 – Oferecer audiodescrição para vídeo pré-gravado
Recomendação 5.4 – Fornecer controle de áudio para som
Recomendação 5.5 – Fornecer controle de animação

**Tabela 2.11. Recomendações de acessibilidade – Formulários.**

Recomendação 6.1 – Fornecer alternativa em texto para os botões de imagem de formulários
Recomendação 6.2 – Associar etiquetas aos seus campos
Recomendação 6.3 – Estabelecer uma ordem lógica de navegação
Recomendação 6.4 – Não provocar automaticamente alteração no contexto
Recomendação 6.5 – Fornecer instruções para entrada de dados
Recomendação 6.6 – Identificar e descrever erros de entrada de dados e confirmar o envio de informações
Recomendação 6.7 – Agrupar campos de formulários
Recomendação 6.8 – Fornecer estratégias de segurança específicas ao invés de CAPTCHA

No e-MAG, seguir as diretrizes faz parte de um processo de três passos para o desenvolvimento de *sites* acessíveis:

1. **Seguir os padrões *web*.** Envolve codificar páginas *web* de acordo com as especificações técnicas para HTML, XML, XHTML, CSS, entre outras tecnologias. Desse modo, as páginas produzidas devem ser interpretadas adequadamente por uma variedade de tecnologias como navegadores, leitores de tela, dispositivos móveis, mecanismos de buscas etc.
2. **Seguir as diretrizes ou recomendações de acessibilidade.** Diz respeito a seguir um conjunto de orientações voltadas à produção de tecnologia acessível na *web*. Desse modo, navegadores, ferramentas para produção de conteúdo *web* e o próprio conteúdo da *web* será adequado a uma ampla gama de usuários. O e-MAG, no caso, é referência para o desenvolvimento de *sites* acessíveis no escopo do governo federal.
3. **Realizar a avaliação de acessibilidade.** Trata-se de uma importante atividade, que envolve a adoção de uma série de técnicas como a validação do conteúdo HTML e das folhas de estilo, verificação do fluxo de leitura da página, a validação semiautomática da acessibilidade, a inspeção manual por especialistas e testes com usuários.

Após implantando um *site* acessível na *web*, deve-se garantir que as atualizações realizadas mantenham sua acessibilidade.

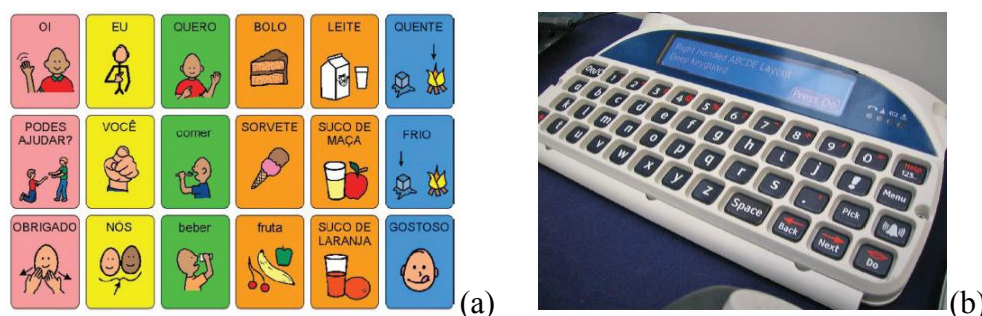
## 2.3. Acessibilidade na Comunicação

Sem esgotar as alternativas existentes para promover a acessibilidade na comunicação, esta seção apresenta a Comunicação Aumentativa e Alternativa, o Sistema Braille, a Língua Brasileira de Sinais e recursos computacionais de Tecnologia Assistiva.

### 2.3.1. Comunicação Aumentativa e Alternativa

Sartoretto e Bersch (2010, p. 21) apresentam a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) como uma área da Tecnologia Assistiva (TA) que trata da ampliação de habilidades de comunicação, “destinada a pessoas sem fala ou sem escrita funcional ou em defasagem entre sua necessidade comunicativa e sua habilidade em falar e/ou escrever”.

Através da CAA, valorizam-se todas as formas expressivas já existentes na pessoa com dificuldade de comunicação. Recursos como cartões de comunicação, pranchas de comunicação, pranchas alfabéticas e de palavras, vocalizadores ou o próprio computador são organizados e construídos para ampliar o repertório de comunicação que envolve habilidades de expressão e compreensão [Sartoretto e Bersch 2010]. Segundo as autoras, esses recursos são projetados e construídos “considerando-se as habilidades motoras, sensoriais (visuais e auditivas) e cognitivas do usuário, bem como a portabilidade e praticidade de uso.” A Figura 2.3, a seguir, apresenta exemplos de recursos de CAA.



**Figura 2.3. (a) Prancha de comunicação; (b) vocalizador portátil [Sartoretto e Bersch 2010].**

No filme “O Escafandro e a Borboleta”<sup>3</sup> – filme produzido a partir de livro autobiográfico de mesmo nome –, seu protagonista – um editor de sucesso da revista *Elle* – é acometido de um Acidente Vascular Cerebral (AVC), apresentando a síndrome de *locked-in*: ele percebe e entende tudo ao seu redor, entretanto, consegue se expressar apenas com o piscar de um de seus olhos. Essa habilidade é reconhecida e aproveitada na comunicação mediada por uma prancha alfabética e sua vocalização – inicialmente realizada pela fonoaudióloga responsável.


Sistemas computacionais desempenham valioso papel na CAA. Entretanto, Pelosi (2013, p. 373), ao analisar a comunicação aumentativa e alternativa disponível em dispositivos móveis, menciona que “desenvolvedores de recursos de CAA continuam focando seus objetivos na comunicação presencial, na interação face a face”. A autora também destaca três abordagens para o desenvolvimento de recursos de CAA na última década: (1) sistemas dedicados de CAA hospedados em *hardware*

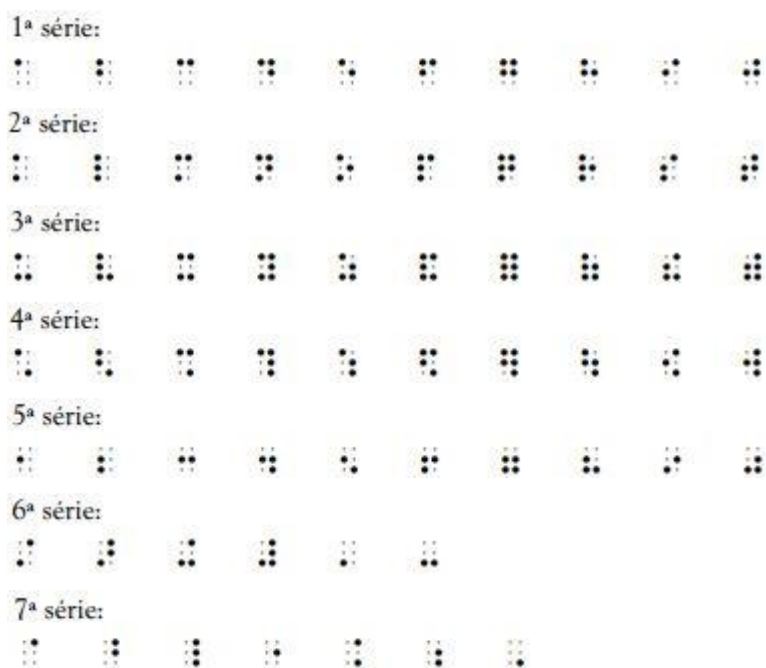
<sup>3</sup> Disponível em: <<http://youtu.be/N4yY1yedPEc>>. Acesso em 05 out. 2014.

especialmente desenhados com esse objetivo; (2) *software* desenvolvidos para rodar em sistemas operacionais do mercado, mas implantados em *hardware* específico; (3) e *software* desenvolvidos para funcionar em sistemas operacionais e *hardware* do mercado como os computadores, telefones e *tablets*. Além disso, conclui que:

Apesar da ampliação da oferta de aplicativos de Comunicação Alternativa disponíveis para os sistemas Android e iOS, a integração desses aplicativos com outras funcionalidades do dispositivo móvel é ainda bastante limitada, sendo necessária a evolução para aplicativos mais acessíveis e que desempenhem ações interligadas aos demais recursos disponíveis no sistema.

### 2.3.2. Sistema Braille

O Sistema Braille é um sistema de escrita em relevo, que apresenta 63 sinais simples constituídos por pontos do conjunto matricial  – também conhecido como sinal fundamental. Cada sinal é numerado com a sequência numérica de 1 a 6, de cima para baixo e da esquerda para a direita. A Figura 2.4 apresenta a sequência de sinais do Sistema Braille conhecida como ordem braille.



**Figura 2.4. Ordem braille [Brasil 2006].**

O espaço ocupado por um sinal é conhecido por cela braille ou célula braille. Sinais braille são lidos por pessoas cegas com as pontas do dedo (Figura 2.5).





**Figura 2.5. História do Movimento Político das Pessoas com Deficiência no Brasil, <http://youtu.be/oxscYK9Xr4M?t=47m38s>**

Sinais simples (Figura 2.6) podem ser combinados para formar novos sinais, conhecidos como sinais compostos (Figura 2.7).

aroba @ (156)

**Figura 2.6. Sinal simples [Brasil 2006].**

e comercial & (5 12346)

**Figura 2.7. Sinal composto [Brasil 2006].**

Para realizar a escrita braille, pode-se adotar a reglete para escrita ponto a ponto, ou a máquina de datilografia braille ou o computador para escrita letra a letra (Figura 2.8).



**Figura 2.8. (a) Reglete com punção; (b) máquina de datilografia braille; (c) teclado braille.**

Originalmente, o sistema foi inventado por Louis Braille, em 1825, na França. Atualmente, tem sido adotado no mundo todo para representar símbolos literais, matemáticos, químicos, fonéticos, informáticos, musicais etc. A *Grafia Braille para a Língua Portuguesa* é normatizada, no Brasil, pelo Ministério da Educação [Brasil 2006]. Pessoas que enxergam podem aprender mais sobre o Sistema Braille no *site* Braille Virtual (Figura 2.9).



Figura 2.9. Braille Virtual, <http://www.braillevirtual.fe.usp.br/>

### 2.3.3. Língua Brasileira de Sinais

Reconhecida pela Lei 10.436/2002 como meio legal de comunicação e de expressão no Brasil, a Língua Brasileira de Sinais é uma língua de sinais adotada por pessoas surdas do país. Apresenta variações ou regionalismos. O contato com pessoas proficientes em Libras e a educação formal desempenham importante papel em sua aquisição.

Sinais da Libras são equivalentes a palavras da Língua Portuguesa. O sistema linguístico da Libras, entretanto, é de natureza visual-motora. Seus sinais são compostos por cinco parâmetros [Honora e Frizanco 2009]:

1. **Configuração das mãos (CM):** forma da mão para execução de um sinal;
2. **Ponto de articulação (PA):** lugar em que é realizado o sinal;
3. **Movimento (M):** é o deslocamento da mão no espaço para execução do sinal, podendo ou não estar presente;
4. **Orientação ou direcionalidade (O/D):** direção de execução do sinal;
5. **Expressão facial e/ou corporal (EF/C):** favorecem o entendimento de um sinal.

O dicionário de Libras, disponível *online*, apresenta alguns sinais da Libras (Figura 2.10).

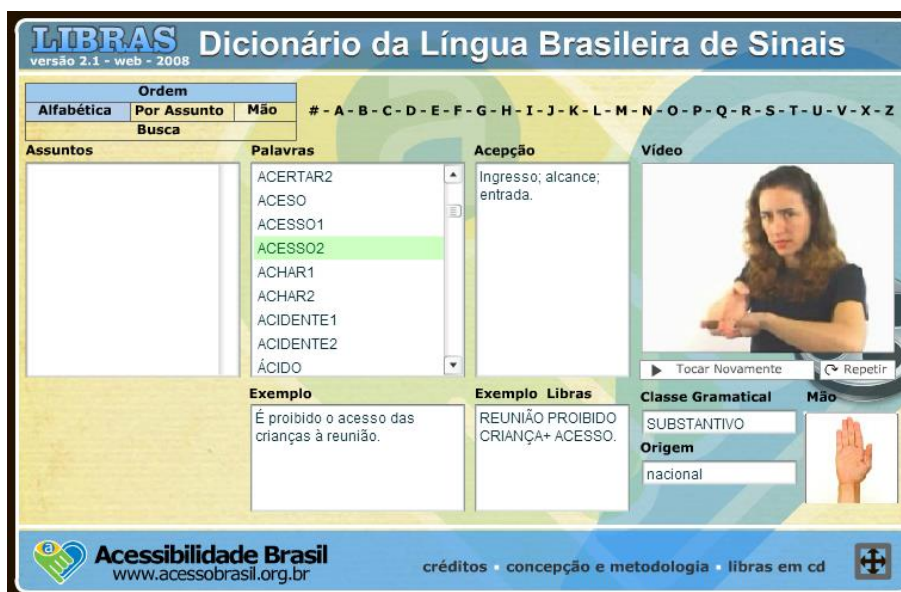


Figura 2.10. Dicionário da Língua Brasileira de Sinais, <http://www.acesobrasil.org.br/libras/>

Diferentemente da Libras, o alfabeto manual ou alfabeto datilológico (Figura 2.11), é um código de representação das letras alfabéticas, que pode ser adotado para soletrar palavras manualmente. Segundo Gesser (2009), é um recurso utilizado por usuários de línguas de sinais, alfabetizados em uma língua oral, por exemplo, ao soletrar nomes próprios de pessoas ou lugares, siglas, e algum vocabulário que ainda não tenha sinal. Ouvintes o adotam na comunicação com surdos alfabetizados para soletrar palavras cujos sinais desconhecem.

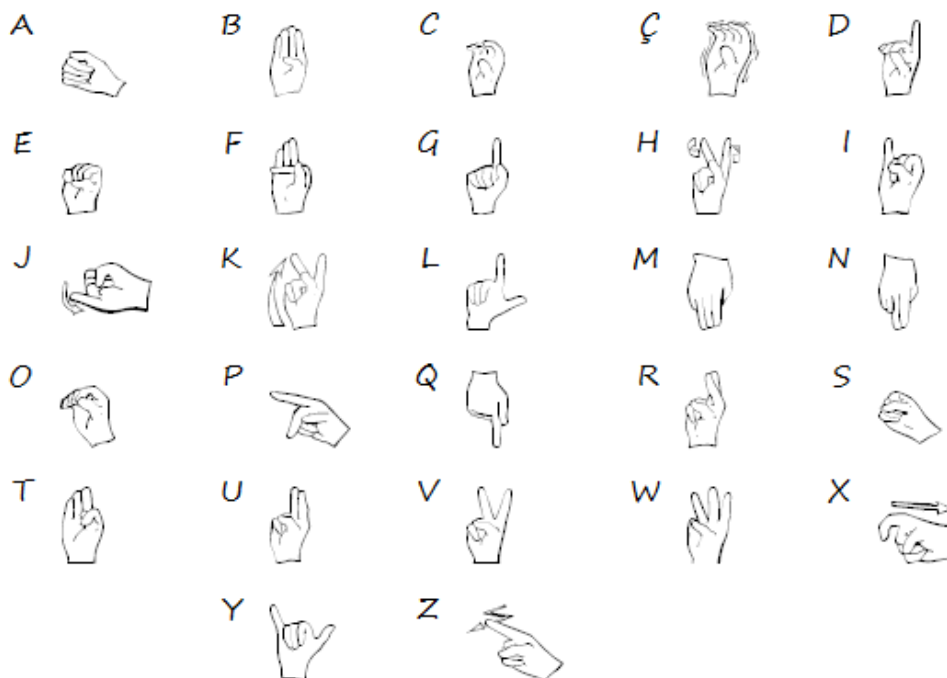


Figura 2.11. Alfabeto manual.

Gesser [2009, p. 23] reitera que:

[...] as pessoas que falam línguas de sinais expressam sentimentos, emoções e quaisquer ideias ou conceitos abstratos. Tais como os falantes de língua orais, os falantes de línguas de sinais podem discutir filosofia, política, literatura, assuntos cotidianos etc. nessa língua, além de transitar por diversos gêneros discursivos, criar poesias, fazer apresentações acadêmicas, peças teatrais, contar e inventar histórias e piadas, por exemplo.

Para pessoas surdas, que têm a Libras como sua primeira língua, a janela de Libras é um importante recurso de acessibilidade a ser oferecido em vídeos, juntamente com a legenda em Língua Portuguesa. Sistemas computacionais como Skype<sup>4</sup> e YouTube<sup>5</sup>, por favorecerem a comunicação visual, são populares entre pessoas surdas. Além disso, aplicativos como Hand Talk<sup>6</sup> e ProDeaf<sup>7</sup> estão entre as soluções atualmente disponíveis para apoiar a tradução da Língua Portuguesa para Libras, sendo úteis a pessoas surdas e a aprendizes da Libras.

### 2.3.4. Recursos Computacionais de Tecnologia Assistiva

Importante aliada do Desenho Universal para efetivar a participação de pessoas com deficiência na vida diária:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. [Brasil 2009]

Recursos de Tecnologia Assistiva (TA) potencializam as capacidades e as habilidades de seus usuários do desempenho das atividades cotidianas com autonomia e independência. Entre os recursos computacionais de TA, têm-se [Melo e Pupo 2010]: **computadores** de mesa, *notebooks*, *tablets* e *smarthphones*, que podem ser configurados para desempenhar essa função; **dispositivos de entrada** (Figura 2.12) como teclados convencionais, *mouse* e *touch pad*, além de teclados e apontadores alternativos, *webcams*, *joysticks*, *scanners*, microfones, telas sensíveis ao toque, luvas etc.; **dispositivos de saída** (Figura 2.13) como o monitor do computador, linhas braille (ou *display* braille), impressoras convencionais e para o Sistema Braille, dispositivos de voz sintetizada<sup>8</sup> e leitores de telas; **dispositivos de armazenamento** como *pendrives*, CD-Rom ou DVD-Rom. Estes últimos, além de conferir os benefícios que oferecem a qualquer outro usuário, podem ser usados para gravar resenhas em Libras ou em algum formato acessível às pessoas com deficiência visual, assim como para transportar um leitor de telas como o NVDA<sup>9</sup>.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.skype.com/pt-br/>>. Acesso em 05 out. 2014.

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/>>. Acesso em 05 out. 2014.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://handtalk.me/app>>. Acesso em 05 out. 2014.

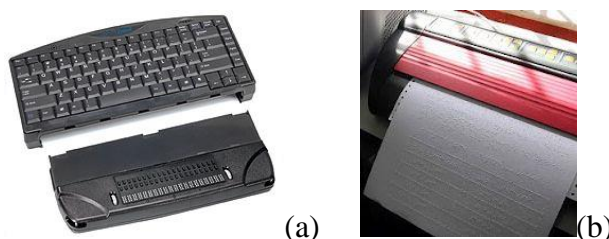
<sup>7</sup> Disponível em: <<http://www.prodeaf.net/OQueE>>. Acesso em 05 out. 2014.

<sup>8</sup> Simulação da voz humana produzida por *software* [ABNT 2005].

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://www.nvaccess.org/>>. Acesso em 05 out. 2014.



**Figura 2.12. Exemplos de dispositivos de entrada que funcionam como recursos de TA: (a) colmeia sobre um teclado convencional; (b) MouseKey, <http://www.ufrgs.br/niee/mousekey.htm>; (c) Big Track Trackball, <http://www.clik.com.br/>**



**Figura 2.13. Exemplos de dispositivos de saída que funcionam como recursos de TA: (a) display braille portátil PAC Mate, (b) impressora braille.**

As Tabelas 2.12 a 2.15 descrevem alguns recursos de TA em *software*, disponíveis para instalação em computadores pessoais e laboratórios de informática [Capiotti 2012].

**Tabela 2.12. Recursos de TA para pessoas cegas [Capiotti 2012].**

<p><b>Braille Fácil:</b> Prepara textos para que possam ser enviados a uma impressora braille. <i>Software</i> gratuito para sistema Windows.</p> <p><b>DOSVOX:</b> Interface especializada que adota voz digital e voz sintetizada na interação com um conjunto de aplicativos. <i>Software</i> gratuito para sistema Windows.</p> <p><b>Jaws:</b> Leitor de tela. <i>Software</i> proprietário para sistema Windows.</p> <p><b>Jovie:</b> Sintetizador de voz do KDE, que converte texto em áudio. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>MECDaisy:</b> Leitor de livros no formato Daisy. <i>Software</i> gratuito.</p> <p><b>Monet:</b> Desenha gráficos para impressão em braille. <i>Software</i> gratuito para Windows.</p> <p><b>NVDA:</b> Leitor de tela. <i>Software</i> livre para Windows.</p> <p><b>Open Book:</b> Transforma, através de leitura OCR, documentos impressos em texto digital acessível. <i>Software</i> proprietário para Windows.</p>
---

**Tabela 2.13. Recursos de TA para pessoas com baixa visão [Capiotti 2012].**

<p><b>Delta Talk:</b> Leitor de textos com voz sintetizada. <i>Software</i> proprietário para Windows.</p> <p><b>KMag:</b> Ampliador de tela com opção de mais e menos zoom. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>KMouth:</b> Leitor de textos com voz sintetizada. Embora tenha sido idealizado para pessoas com dificuldade na fala, pode ser útil a usuários com baixa visão. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>LentePro:</b> Ampliador de tela, que acompanha o sistema DOSVOX para Windows. <i>Software</i> gratuito.</p> <p><b>Mouse Lupa:</b> Ampliador de tela e reconhecedor de texto a partir de uma imagem. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p>
--

**Tabela 2.14. Recursos de TA para pessoas com mobilidade reduzida [Capiotti 2012].**

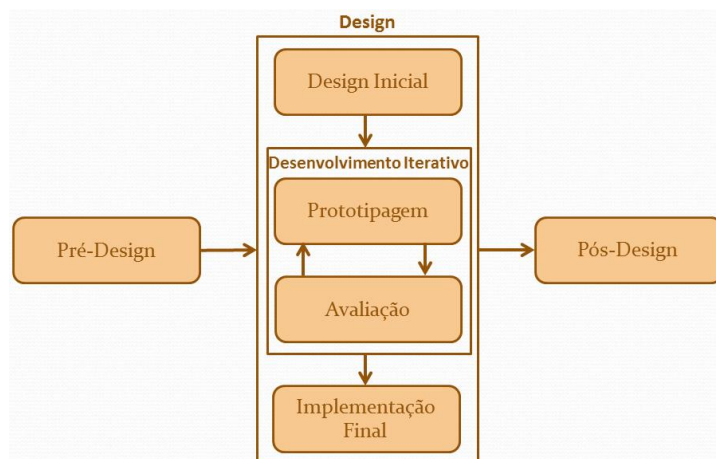
<p><b>Câmera Mouse:</b> Auxilia no uso do computador por meio de uma <i>webcam</i> para capturar o movimento da cabeça do usuário. <i>Software</i> gratuito para Windows.</p> <p><b>Dasher:</b> Alternativa ao teclado na digitação de textos, seleção das letras com o <i>mouse</i>, de forma rápida. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>HeadMouse:</b> Auxilia no uso do computador por meio da <i>webcam</i> para capturar o movimento da cabeça do usuário e gestos do rosto. <i>Software</i> gratuito para Windows.</p> <p><b>KMouseTool:</b> Substitui o clique do <i>mouse</i> quando o mesmo para sobre determinado lugar na tela. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>Kvkbd:</b> Teclado virtual para o KDE. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>Motrix:</b> Auxilia no uso do computador por meio da voz do usuário. <i>Software</i> gratuito para Windows.</p> <p><b>Mouse Nose:</b> Uso do computador por meio da <i>webcam</i> do usuário. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>MouseTrap:</b> Controla do <i>mouse</i> pela <i>webcam</i>, com movimentos da cabeça. <i>Software</i> livre para Ubuntu.</p> <p><b>Plaphoons:</b> Facilitador de comunicação com frases prontas na tela. <i>Software</i> gratuito para Windows.</p> <p><b>Virtual Keyboard:</b> Teclado virtual para Windows.</p>
--

**Tabela 2.15. Recursos de TA para pessoas surdas [Capiotti 2012].**

<p><b>Dicionário Digital de LIBRAS:</b> Dicionário bilíngue Português-LIBRAS, gratuito, para plataforma <i>web</i>.</p> <p><b>GTalk:</b> Aplicativo de comunicação por mensagens instantâneas. <i>Software</i> gratuito.</p> <p><b>Skype:</b> Aplicativo de comunicação por mensagens instantâneas de texto, de áudio e de vídeo. <i>Software</i> gratuito.</p>
---

## 2.4. Acessibilidade em Prática

Para orientar o design de sistemas computacionais interativos para uso humano, uma série de modelos de processo foi proposta na área de Interação Humano-Computador (IHC) [Barbosa e Silva 2010][Bevan 2001][Nielsen 1992][Rocha e Baranauskas 2003][Rogers *et al.* 2011]. A Figura 2.14 e a Tabela 2.16 apresentam adaptações do modelo de processo da Engenharia de Usabilidade (EU) [Nielsen 1992][Nielsen 1993], que tem como princípios foco mais cedo no usuário, participação do usuário no design, coordenação das diferentes partes da interface de usuário, teste empírico com o usuário e revisão iterativa de propostas de design baseada nos resultados de testes.



**Figura 2.14. Engenharia de Usabilidade, adaptada de Nielsen (1992).**

**Tabela 2.16. Estágios do modelo de Engenharia de Usabilidade, adaptada de Nielsen (1993).**

Pré-Design	Design	Pós-Design
1. Conhecer o usuário a. Características individuais dos usuários b. Tarefas correntes e desejáveis do usuário c. Evolução do usuário e do trabalho 2. Analisar de competidores 3. Definir objetivos de usabilidade a. Análise do impacto financeiro	4. Design paralelo 5. Design participativo 6. Design coordenado de toda a interface 7. Aplicar recomendações e análise heurística 8. Prototipar 9. Teste empírico 10. Design iterativo	11. Coletar retorno do uso em campo

O modelo de processo da EU, assim com outros modelos de processo da IHC ou da Engenharia de Software (ES), voltados à produção de *software* para uso humano, podem incorporar a promoção da acessibilidade em seus diferentes estágios. A Tabela 2.17 apresenta uma proposta de integração de aspectos de acessibilidade ao modelo de processo da Engenharia de Usabilidade, levando em conta “Princípios para o Design Inclusivo de Sistemas de Informação na Web” propostos por Melo (2007): (1) entender sistemas de informação de maneira abrangente, em seus diferentes níveis: informal, formal e técnico; (2) considerar a multiplicidade e a diversidade de contextos e situações de uso das tecnologias de informação e comunicação, reconhecendo e valorizando as diferenças entre os usuários, em suas capacidades perceptuais, cognitivas e motoras; (3) abordar explicitamente a participação dos usuários em espaços colaborativos de design – na concepção, na proposição e na avaliação de sistemas *web*-inclusivos – com base na igualdade de direitos e respeito mútuo.

**Tabela 2.17. Promoção da acessibilidade articulada ao modelo de Engenharia de Usabilidade.**

Pré-Design	Design	Pós-Design
1. Reconhecer a multiplicidade de possibilidades de percepção e de operação pelos prospectivos usuários 2. Conhecer leis e normas técnicas de acessibilidade 3. Analisar a acessibilidade de competidores 4. Definir objetivos de acessibilidade	5. Design inclusivo 6. Aplicar recomendações de acessibilidade e validá-las 7. Considerar a infraestrutura de acessibilidade da plataforma alvo 8. Adotar recursos de TA em testes empíricos	9. Manter a acessibilidade em atualizações de conteúdo e em novas versões

Para destacar alguns aspectos relativos à promoção da acessibilidade na produção de *software* para uso humano, as subseções, a seguir, apresentam diferentes situações de uso de sistemas computacionais interativos, o design inclusivo, além do papel da avaliação no design para a acessibilidade.

#### **2.4.1. Situações de uso: explorando a multiplicidade de contextos, usuários, plataformas e atividades**

Sem a pretensão de esgotar todas as possibilidades, esta subseção apresenta algumas situações de uso de sistemas computacionais interativos para uso humano com o

objetivo de ilustrar o conceito de acessibilidade e incentivar a construção de soluções acessíveis.

### ***Cenário 1 – acessibilidade integrada a diferentes plataformas***

No aeroporto, enquanto aguarda seu voo, um rapaz cego manipula seu *smartphone* para ler *e-mails*, usar o *Facebook* e navegar na Internet. Utiliza também um fone de ouvido. Algumas pessoas a sua volta ficam surpresas ao vê-lo utilizando um celular com tela sensível ao toque, sem entender muito bem como ele tem acesso às informações.

Assim como computadores pessoais – ex.: *desktops*, *notebooks* e *netbooks* – oferecem soluções de acessibilidade integradas a seus sistemas operacionais – ex.: Windows<sup>10</sup>, OS X<sup>11</sup> e Ubuntu<sup>12</sup> –, as últimas gerações de dispositivos móveis – ex.: *smartphones* e *tablets* – também têm oferecido soluções de acessibilidade em seus sistemas operacionais – Android<sup>13</sup>, iOS<sup>14</sup> e Windows. Para desenvolver soluções acessíveis a diferentes plataformas, é indispensável que desenvolvedores conheçam as especificidades das plataformas alvo para a promoção da acessibilidade.

### ***Cenário 2 – recomendações de acessibilidade web***

Há alguns dias com o *mouse* danificado, um usuário tenta se adaptar melhor à operação do computador com o teclado. Entretanto, logo percebe a dificuldade que é navegar na Internet sem auxílio do *mouse*, pois ainda é comum a adoção de menus que exigem apontadores para sua manipulação. Além disso, várias páginas não oferecem a opção pular para o conteúdo.

A publicação do primeiro conjunto de recomendações de acessibilidade do conteúdo da *web* do W3C data de 1999 [W3C 1999]. Elas foram amplamente difundidas, servindo de base a países no mundo todo para organização de suas próprias recomendações. As recomendações de acessibilidade do conteúdo da *web* do W3C já estão em sua segunda versão [W3C 2008] e o Brasil possui um conjunto de recomendações próprio, organizado no Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico [Brasil 2014]. Quando observadas, essas recomendações ampliam as possibilidades de acesso e de uso do conteúdo da *web*, considerando a multiplicidade das diferenças entre as pessoas em termos de capacidades, habilidades e situações de uso.

### ***Cenário 3 – desafios à inclusão***

Pela primeira vez, em seu *netbook* pessoal, na sala de estudos da Universidade, uma estudante surda navega no ambiente virtual de aprendizagem para acessar materiais de uma das disciplinas em que está matriculada. Embora tenha boa compreensão da Língua Portuguesa escrita, fica pouco à vontade com a quantidade de informações textuais, pois sua primeira língua é a Libras.

---

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://www.microsoft.com/enable/>>. Acesso em 06 out. 2014.

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://www.apple.com/pt/accessibility/osx/>>. Acesso em 06 out. 2014.

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://help.ubuntu.com/community/Accessibility>>. Acesso em 06 out. 2014.

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility>>. Acesso em 06 out. 2014.

<sup>14</sup> Disponível em: <<http://www.apple.com/accessibility/ios/>>. Acesso em 06 out. 2014.



Embora a Língua Portuguesa seja a língua majoritária no Brasil, outras línguas se fazem presentes, por exemplo, em comunidades indígenas no interior do país<sup>15</sup> e por pessoas surdas que, recentemente, tiveram a Libras reconhecida como língua oficial. Embora há anos se fale em mecanismos de localização [Rocha e Baranauskas 2003], ainda é um desafio implementá-los na prática. Além do desafio inerente ao problema da tradução entre línguas, faz-se necessário aprofundar a investigação sobre aspectos sociais e culturais que interferem na convivência de diferentes línguas em um mesmo país.

#### 2.4.2. Design inclusivo: acessibilidade no produto e no processo

Realizar o design inclusivo não significa tão somente aplicar normas técnicas de acessibilidade, mas contemplar efetivamente a participação de usuários finais na definição de soluções para seu uso. Nem sempre é tarefa fácil recrutar usuários representativos em termos de papéis desempenhados, capacidades e habilidades [Melo 2007][Melo e Silva 2013][Silva e Melo 2014]. Entretanto, autores brasileiros têm reiterado a contribuição proveniente da participação de usuários finais no desenvolvimento de tecnologia para seu uso [Baranauskas 2014][Borges *et al.* 2012][Melo 2007].

Baranauskas (2014) apresenta a abordagem semioparticipativa, que tem sido desenvolvida no Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (IC/UNICAMP). Essa abordagem apresenta contribuições da Semiótica Organizacional (SO) [Liu 2000] e do Design Participativo (DP) [Muller *et al.* 1997]. A SO contribui com uma visão sistêmica da relação tecnologia-sociedade, na qual a realidade é abordada como construção social baseada no comportamento de agentes que dela participam. Já o DP subsidia a organização de práticas participativas no contexto em que são valorizadas as diferenças entre os participantes, originando as práticas participativas inclusivas (IPPs, do inglês *inclusive participatory practices*). Entre os estudos de caso que deram origem à abordagem está o design da rede social “Vila na Rede”<sup>16</sup>.

Borges *et al.* (2012) apresentam resultados de uma pesquisa-ação conduzida para o desenvolvimento de um dispositivo de comunicação para auxiliar uma criança sem fala a desenvolver habilidades de linguagem. Adotam um método de design participativo para tecnologia assistiva customizada (PD4CAT, do inglês *a participatory design method for customized assistive technology*), constituído de cinco estágios: (1) formação da equipe; (2) descoberta da solução; (3) especificação detalhada da solução; (4) projeto da solução; (5) avaliação. Os autores argumentam que uma abordagem de design participativo real demanda a participação ativa do usuário, que deve expressar suas necessidades e perspectivas, preferencialmente desde os primeiros estágios do design, uma vez que este assume o papel de *codesigner* da solução.

Melo (2007), baseada na SO e no DP para a condução de diferentes estudos de caso, propõe um conjunto de “Princípios para o Design Inclusivo de Sistemas de Informação na Web” e de “Técnicas de Design Participativo para Ambientes Inclusivos

---

<sup>15</sup> Disponível: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnguas\\_ind%C3%ADgenas\\_do\\_Brasil](http://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnguas_ind%C3%ADgenas_do_Brasil)>. Acesso em: 06 out. 2014.

<sup>16</sup> Disponível em: <[www.vilanarede.org.br](http://www.vilanarede.org.br)>. Acesso em 06 out. 2014.

de Design”. O trabalho apresenta uma visão sistêmica para o design inclusivo de sistemas de informação na web, chama atenção à importância de valorizar as diferenças entre os usuários e aborda explicitamente a participação de usuários com base em igualdade de direitos e respeito mútuo. A Tabela 2.18 sumariza algumas ideias apresentadas nesse trabalho a respeito do papel do Design Participativo no design para inclusão.

**Tabela 2.18. A participação do usuário no design para inclusão, adaptado de Melo (2007, p. 57-58).**

A adoção do Design Participativo (DP) está bastante alinhada ao que se preconiza atualmente para o desenvolvimento de sociedades de informação e de comunicação para todos, centradas nas pessoas, inclusivas e que promovam a igualdade de direitos.

O aprendizado mútuo, em particular, é um grande motivador para a realização de atividades de DP com o envolvimento de pessoas com deficiência. A pouca convivência (ou sua ausência) nos espaços sociais, entre eles a escola, com pessoas que tenham alguma deficiência, pode estar entre os fatores que tornam difícil a muitos *designers* de sistemas de informação na *web* pensar em soluções que contemplem as necessidades de pessoas que não vêem, não escutam ou que tenham dificuldades de usar os dispositivos de entrada e saída convencionais. Somam-se ainda questões mais complexas relacionadas a aspectos cognitivos e emocionais.

O contato entre equipes de desenvolvimento de sistemas de informação na *web* e usuários com deficiência pode contribuir para que *designers* e usuários aprendam sobre as características dos usuários que exercem influência sobre sua interação com artefatos tecnológicos e sobre o que as tecnologias têm a oferecer (ou podem oferecer) para facilitar essa interação. Apesar de serem vastos os materiais a respeito das características de usuários com deficiência e sobre situações de interação com artefatos, o contato real entre *designer* e usuários pode tornar mais concreto e mais significativo o entendimento para as necessidades dos usuários e sobre como romper as barreiras existentes ou mesmo desenvolver soluções mais flexíveis.

Os responsáveis pelo desenvolvimento e pela manutenção de sistemas *web*, em atenção às diferenças humanas, ao conduzirem atividades participativas devem promovê-las de forma que todos os envolvidos possam colaborar, sem que para isso sintam-se discriminados ou estigmatizados. Uma pessoa com deficiência, em particular, não necessita de “cuidados especiais”, mas sim ser respeitada como qualquer outro membro de um grupo de pessoas, devendo ser colocados a sua disposição os recursos necessários para sua interação no ambiente físico e com as outras pessoas. Entre esses recursos podem estar o código braille, a Língua Brasileira de Sinais (Libras), os recursos de Tecnologia Assistiva (TA), e até mesmo a assistência de outra pessoa. A observação dos princípios do Desenho Universal é fundamental nesse contexto para promover a participação direta, na maior extensão possível.

Em síntese, a participação de qualquer que seja a pessoa deve ser promovida de maneira que ela possa perceber, compreender, se expressar, ser compreendida e interagir de maneira geral. Por mais simples e óbvias que essas considerações possam parecer àqueles que acreditam na convivência entre as pessoas em condições de igualdade de direitos, o contato com usuários e *designers* evidencia que ainda é necessário realizar esse tipo de reafirmação.

No transcorrer do desenvolvimento desta pesquisa, o valor do Design Participativo, apoiado por princípios do Desenho Universal, ficou cada vez mais claro. Esse entendimento está refletido no método de trabalho adotado e também na proposta de princípios e técnicas participativas para promover a atuação de pessoas com deficiência em ambientes inclusivos de design.

### 2.4.3. Avaliação no design para acessibilidade: transversalidade e iteratividade

A avaliação desempenha importante papel no desenvolvimento de sistemas de *software*. Há diferentes métodos, destacando-se a inspeção por especialistas – a partir de um conjunto de princípios, de recomendações ou de pontos de verificação – e a observação do uso de uma tecnologia por usuários finais [Barbosa e da Silva 2010][Rocha e Baranauskas 2003][Rogers *et al.* 2011].

Em particular, ao promover a acessibilidade em um sistema *web*, uma série de técnicas pode ser adotada [Freire *et al.* 2013][Melo e Baranauskas 2005][Melo e

Baranauskas 2006] [Melo 2007]: verificação da codificação usada em páginas *web* com auxílio de ferramentas automáticas; uso de navegadores e recursos de Tecnologia Assistiva em diferentes configurações de acesso; uso de ferramentas semiautomáticas de avaliação de acessibilidade; verificação por pessoas experientes na avaliação de acessibilidade apoiadas por pontos de verificação; avaliação com auxílio de diferentes usuários em diferentes situações de acesso (tradicionalmente via testes de usabilidade); e revisão da linguagem utilizada nas páginas.

A avaliação da acessibilidade deve acontecer de forma transversal e iterativa. A transversalidade diz respeito a sua realização desde os primeiros estágios de um processo de *software* até sua evolução. A iteratividade diz respeito ao caráter cíclico que a avaliação assume especialmente no desenvolvimento iterativo, no qual a mesma técnica pode ser aplicada em diferentes partes do *software* em desenvolvimento. Em sistemas que envolvem a atualização de conteúdos, a avaliação da acessibilidade deve sempre ser realizada sobre essas atualizações e a equipe deve estar continuamente atenta ao retorno de seus usuários.

## 2.5. Considerações Finais

Acessibilidade em sistemas computacionais interativos para uso humano tem impacto direto na usabilidade e na experiência de seus usuários. Promovê-la é estratégico ao exercício da cidadania, que tem sido amplamente mediado por sistemas computacionais interativos.

Compreender a legislação, as normas técnicas vigentes e os recursos de acessibilidade existentes é indispensável à busca por soluções de interface e de interação flexíveis, ou seja, generalizáveis a múltiplos dispositivos e que considerem as especificidades de seus diferentes usuários. Entretanto, é preciso ir além: sempre que possível, deve-se envolver usuários finais representativos, com base em igualdade de direitos e respeito mútuo, no design e na avaliação de tecnologias para seu uso.

Com este texto, buscou-se oferecer subsídios à promoção da acessibilidade, que pode ser realizada desde os estágios iniciais da produção de *software* para uso humano. Finalmente, os leitores são convidados a incorporarem os conhecimentos construídos em suas práticas acadêmicas e profissionais. Afinal, promover acessibilidade também é uma questão de atitude.

## Agradecimentos

Agradeço às professoras Maria Cecília Calani Baranauskas e Maria Teresa Eglér Mantoan por me apresentarem o Desenho Universal e a Educação Inclusiva. Investigá-los e difundi-los tornou-se um caminho sem volta. As minhas professoras de Libras, que me auxiliaram a compreender sua relevância às pessoas que a têm como primeira língua. Aos parceiros de projetos, pelas colaborações e trocas de ideias. Aos estudantes de graduação que, sensibilizados pelo tema da “Acessibilidade e Inclusão Digital”, colaboraram direta ou indiretamente com ideias para este texto. Finalmente, aos integrantes e colaboradores do Grupo de Estudos em Informática na Educação (GEInfoEdu) do Campus Alegrete da Unipampa, do Grupo de Pesquisa Tecnologia Social e Assistiva (TESA) e do Núcleo de Inclusão e Acessibilidade (NInA) da Unipampa pelos ricos espaços de reflexões e de práticas.

## Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004) “NBR 9050 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, 2. ed., ABNT.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) “NBR 15250 Acessibilidade em caixa de auto-atendimento bancário”, ABNT.
- Baranauskas, M. C. C., Souza, C. S. (2006) “Desafio 4: acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento”, In: *Computação Brasil*.
- Baranauskas, M. C. C. (2014) “Social Awareness in HCI”, In: *Interactions*.
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. S., *Interação Humano-Computador*, Elsevier, 2010.
- Bevan, N. (1997) “Quality in use: incorporating human factors into the software engineering lifecycle”, In: *IEEE ISESS 97*, p. 169-179.
- Bevan, N. (2001) “Quality in use for all”, In: *User Interfaces for all: concepts, methods, and tools*, Lawrence Erlbaum, p. 353-370.
- Borges, L. C. L. F., Filgueiras, L. V. L., Maciel, C., Pereira, V. C. (2012) “Customizing a Communication Device for a Child with Cerebral Palsy using Participatory Design Practices: contributions towards the PD4CAT Method”, In: *IHC 2012, Cuiabá*.
- Brasil. *Grafia Braille para a Língua Portuguesa*, SEESP, 2006.
- Brasil. *Tecnologia Assistiva*, CORDE, 2009.
- Brasil. *eMAG Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico*, MP, 2014.
- Capiotti, Thomás J. (2012) *Acessibilidade em Laboratórios de Informática da Unipampa: Desenho Universal em Perspectiva*. 2012. 74p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Campus Alegrete, Universidade Federal do Pampa, Alegrete.
- Fialho, G. L. (2014) *Acessibilidade Web em Ambiente Virtual de Aprendizagem: um estudo de caso na Unipampa*. 2014. 128 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Campus Alegrete, Universidade Federal do Pampa, Alegrete.
- Freire, A. P., Lara, S. M. A., Fortes, R. P. M. (2013) “Avaliação da Acessibilidade de Websites por Usuários com Deficiência”, In: *IHC 2013, Manaus*.
- Furtado, E. S.; Chagas, D.; Bittencourt, I. I. Façanha, A. (2014) “Acessibilidade e Inclusão Digital”, In: *I GranDIHC-BR – Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil, CEIHC/SBC*, p. 19-22.
- Gesser, A., *LIBRAS?: Que língua é essa?: crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda*, Parábola Editorial, 2009.
- Honora, M., Frizanco, M. L. E., *Livro ilustrado de Língua Brasileira de Sinais: desvendando a comunicação usada pelas pessoas com surdez*, Ciranda Cultural., 2009.
- Iwarsson, S., Ståhl, A. (2003) “Accessibility, usability and universal design – positioning and definition of concepts describing person-environment relationships”, In: *Disability and rehabilitations*.

- Liu, K., *Semiotics in Information System Engineering*, Cambridge University, 2000.
- Freire, A. P., Lara, S. M. A., Fortes, R. P. M. (2013) “Avaliação da Acessibilidade de Websites por Usuários com Deficiência”, In: IHC 2013, Manaus.
- Melo, A. M., Baranauskas, M. C. C. (2005) “Design e Avaliação de Tecnologia Web-acessível”, In: CSBC 2005/JAI, São Leopoldo.
- Melo, A. M., Baranauskas, M. C. C. (2006) “Introdução à Acessibilidade na Web”, In: IHC 2006, Natal.
- Melo, A. M. (2007) *Design Inclusivo de sistemas de informação na web*. 2007. 339 p. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Melo, A. M. (2010) “Acessibilidade e Inclusão Digital: disciplina de contexto social para estudantes de Ciência da Computação”, In: IHC 2010/WEIHC, Belo Horizonte.
- Melo, A. M., Pupo, D. T. (2010) *A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: livro acessível e informática acessível*, MEC/SEESP.
- Melo, A. M., Silva, J. G. (2013) “Online Digital Libraries at Universities: an inclusive proposal”. In: UAHCI2013/HCI2013, Las Vegas.
- Mídia e Deficiência, Andi, 2003.
- Moura, E. J. R., Melo, A. M., Cheiran, J. F. (2014) “Proposta de *Checklist* para Inspeção da Acessibilidade de Páginas Web”, In: IHC 2014, Foz do Iguaçu.
- Muller, M. J., Haslwanter, J. H., Dayton, T. (1997) “Participatory Practices in the Software Lifecycle”, *Handbook of Human-Computer Interaction*, Elsevier.
- NCSU – North Carolina State University. (1997) “The Principles of Universal Design. Versão 2.0”, [http://www.ncsu.edu/www/ncsu/design/sod5/cud/pubs\\_p/docs/poster.pdf](http://www.ncsu.edu/www/ncsu/design/sod5/cud/pubs_p/docs/poster.pdf)
- NCSU – North Carolina State University. (2008) “Universal Design Principles”, [http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about\\_ud/about\\_ud.htm](http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/about_ud.htm)
- Nielsen, J. (1992) “The usability engineering life cycle”, In: *Computer*.
- Nielsen, J., *Usability Engineering*, Morgan Kaufmann, 1993.
- Pelosi, M. B. (2013) “Dispositivos Móveis para Comunicação Alternativa: primeiros passos”, In: *Comunicar para Incluir*, CRBF, p. 371-380.
- Rocha, H. V., Baranauskas, M. C., *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*, NIED/UNICAMP, 2003.
- Rogers, Y., Sharp, H., Preece, J., *Interaction Design: beyond human-computer interaction*, John Wiley & Sons, 2011.
- Sartoretto, M. L., Bersch, R. C. R., *A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: recursos pedagógicos acessíveis e comunicação aumentativa e alternativa*, MEC/SEESP, 2010.
- Silva, J. G., Melo, A. M. (2014) “Biblioteca Digital Online Acessível: uma proposta para o ensino superior inclusivo”. In: *Gestão & Conexões*.

W3C – World Wide Web Consortium. (1999) “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0”, <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>

W3C – World Wide Web Consortium. (2008) “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0”, <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

## Capítulo

# 3

## Aplicando Análise Estatística de Dados de Interação de Larga Escala no Design Centrado no Usuário.

Paulo Urbano<sup>1</sup>, Rodrigo Cruz<sup>1</sup> e Tâmara Dallegrave<sup>1</sup>.

### Abstract

*The challenge of identifying usability problems in interactive applications has been dealt with by companies for decades, but the amount of issues found in production systems illustrate how far we are from a widely usable solution. Economic constraints limit the number of interaction designers involved with an application, as well as the lifecycle phases in which they involved. Additionally, the number of users that take part in usability studies is also severely constrained by budget. In this work, we propose the integration of statistical analysis of user interaction data into a user centered design process. It represents an economically viable approach to allow an extended engagement of interaction designers in the application development and maintenance, **simultaneously** allowing larger samples of users to be included in usability studies. With that, we argue, key obstacles to identify usability issues are addressed, enabling a continuous improvement cycle of the application.*

<sup>1</sup>**Keywords:** User research; user experience; measurement user experience; user research methodology.

### Resumo

*O desafio de identificar problemas de usabilidade em aplicações interativas foi tratado pelas empresas ao longo de décadas, mas a quantidade de problemas encontrados em sistemas de produção ilustrar como estamos longe de uma solução amplamente utilizável. Restrições econômicas limitam o número de designers de interação envolvidos com uma aplicação, bem como as fases do ciclo de vida em que estes são envolvidos. Além disso, o número de usuários que participam de estudos de usabilidade também é severamente limitado por orçamento. Neste trabalho, propomos a integração da análise estatística dos dados de interação do usuário em um processo de design centrado no usuário. Representa uma abordagem economicamente viável para permitir um compromisso alargado de designers de interação no desenvolvimento e manutenção de aplicações, permitindo simultaneamente amostras maiores de usuários a serem incluídos em estudos de usabilidade. Com isso, argumentamos, os principais obstáculos*

---

<sup>1</sup> CESAR- Recife Center for Advanced Studies and Systems

*para identificar problemas de usabilidade são abordados, permitindo um ciclo de melhoria contínua da aplicação.*

**Palavras-chave:** Pesquisa com usuários; experiência do usuário; mensuração da experiência do usuário; metodologia de pesquisa com usuários.

### 3.1. Introdução

A preocupação com aspectos de usabilidade (ISO, 1998) na construção de sistemas interativos não é um fenômeno recente. Grandes corporações internacionais, como Microsoft, IBM, Hewlett-Packard e Apple estabeleceram a avaliação de usabilidade como parte de seus processos centrados no usuário para desenvolvimento de software desde os anos 80 (Diel, 1989). Mesmo com esse histórico, a probabilidade de encontrar problemas de usabilidade em sistemas interativos é bastante alta, segundo estimativas apresentadas por Jeff Sauro, em (Sauro, 2010). A participação de profissionais engajados em design de interação e avaliação de aspectos de usabilidade se concentra, normalmente, nas fases de ideação e arquitetura da informação (Preece et al., 2012), onde conceitos de interação são representados por protótipos e validados em testes de usabilidade com usuários em pequenos grupos (5 a 8 pessoas) para que, presumivelmente, um percentual significativo (>80%) dos problemas de usabilidade seja encontrado (Nielsen et al., 1990).

É possível argumentar que a discrepância entre o percentual de problemas que se pretende encontrar com os testes de usabilidade e os que são realmente encontrados e corrigidos está relacionada aos seguintes problemas:

1. Participação limitada de designers de interação, apenas em fases iniciais do desenvolvimento;
2. Possíveis vícios de interpretação nos testes com usuários, tais como no “efeito avaliador” (Hertzum et al., 2001);
3. Tamanho reduzido da amostra da população de usuários durante os testes de usabilidade (Borsci et al., 2013), diminuindo a probabilidade de identificação de problemas.

Em um cenário ideal, seria possível a participação de múltiplos designers de interação durante todo o desenvolvimento de um sistema interativo, sendo responsáveis pela avaliação de vários testes de usabilidade, cada um dos quais com grande número de participantes. Vícios de interpretação seriam balanceados e haveria uma alta probabilidade de identificação da maioria dos problemas de usabilidade, devido à participação contínua de profissionais de interação. Em situações frequentes do mercado, no entanto, o tempo e tamanho de equipe necessários para se aproximar de um cenário ideal na condução dos testes, coleta de observações e compilação de resultados implicaria em custo não justificável. A coleta automatizada de dados de interação com sistemas digitais tem se popularizado largamente nos últimos anos (Forum, 2011). A possibilidade de coletar ações do usuário no contexto do sistema, tais como compra e avaliação de produtos, permite a criação perfis de comportamento (Chen et al., 2009), usados para criar indicadores de performance (e.g. acessos por dia, conversão) e fazer ofertas personalizadas de outros produtos e serviços.



A aplicação de coleta e processamento de dados em larga escala com o objetivo de avaliar a usabilidade de sistemas interativos tem o potencial de contribuir para a resolução dos problemas listados acima:

1. Criar alternativas para a participação contínua do designer de interação no ciclo de vida do aplicativo;
2. Permitir que comportamentos de usuários sejam examinados múltiplas vezes, por diferentes avaliadores;
3. Tornar o tamanho da amostra de pesquisa próximo ao tamanho da população total de usuários.

Este trabalho explora este potencial apresentando uma proposta de coleta e geração automatizadas de estatísticas sobre dados de interação em larga escala, gerando indicadores quantitativos de eficiência na execução de tarefas (ISO, 1998) e identificando padrões de comportamento de uso divergentes daqueles imaginados na concepção do sistema. Com isso, criam-se novos insumos para a atividade de avaliação de usabilidade, contribuindo para a identificação de um maior percentual de problemas.

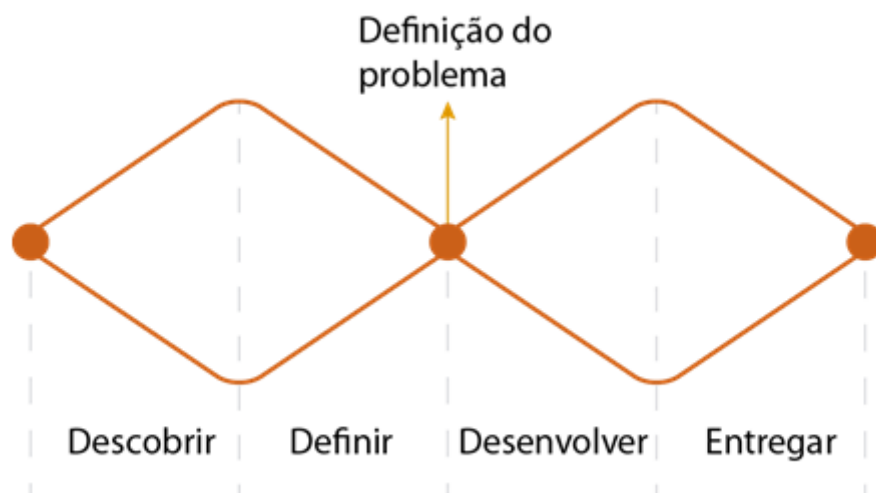
### **3.2. Usando design de interação no desenvolvimento de um produto**

A utilização do design na criação de produtos e serviços é a ligação entre criatividade e inovação. É o processo de transformar ideias em realidade, transformando produtos que utilizamos fáceis, usáveis e desejáveis. A utilização de métodos e ferramentas de design produzem um entendimento de comportamentos, necessidades, expectativas proporcionando a implementação de novas soluções. Estas soluções podem ser a criação de novos produtos ou a melhoria de um produto já existente para garantir o melhor uso para os usuários<sup>2</sup>.

O design de interação é uma metodologia de projeto de software que busca o desenvolvimento de produtos interativos que atendam às necessidades de seus usuários. Isto significa que da perspectiva do usuário o produto deve ser fácil, eficiente e agradável de usar (Chapman, 2013). Deste modo, a utilização do design de interação no desenvolvimento de um produto assegura que os desejos e necessidades dos usuários serão levados em consideração no produto. A equipe de design de interação trabalha iterativamente para validar e aprimorar suas ideias durante todo o ciclo de desenvolvimento.

---

<sup>2</sup> <http://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/introducing-design-methods>



**Figura 3.1 - Double diamond design process.**

O processo de design de interação envolve quatro atividades básicas (Figura 3.1) (Preece et al., 2012):

- **Descoberta:** identificar necessidades e estabelecer requisitos. O período inicial do projeto é marcado por inspirações, descobertas e ideias, identificando as necessidades do usuário e desenvolvendo ideias iniciais. Nesta fase, a equipe de design começa a identificar o problema, oportunidade ou necessidade a ser incluída para delimitar o escopo da solução. São utilizados métodos de pesquisas qualitativas e quantitativas para construir um banco de conhecimento que será utilizado em todo o processo e será utilizado como guia e inspiração para o time de design.
- **Definir:** desenvolver designs alternativos que preencham esses requisitos. As ideias levantadas na fase anterior são analisadas e alinhadas com necessidades organizacionais e objetivos de negócio para identificar quais são as ações que serão tomadas. O resultado dessa fase é uma definição clara do desafio ou problema que vai gerar o desenvolvimento do produto ou serviço.
- **Desenvolver:** construir versões interativas dos designs, de maneira que possam ser comunicados e analisados. Nesta fase, soluções são criadas, prototipadas, testadas e melhoradas continuamente. Este processo de tentativas e erros ajudam a equipe de design a melhorar e refinar os conceitos do projeto até que estejam prontos para serem implementados. A validação com usuários finais ajuda bastante neste processo de melhoria.
- **Entregar:** avaliar o que está sendo construído durante o processo. A última atividade é a entrega do resultado de todas as fases anteriores, quando o produto é finalmente lançado. Neste momento são avaliados todos os processos, lições aprendidas, ideias, novos conhecimentos, melhorias e formas de trabalhar.

### 3.2.1 Processo de Inovação C.E.S.A.R. (PIC)

Inovação envolve as tecnologias de informação e comunicação (TICs) e sua transformação em artefatos ou experiências que respondam as demandas do mercado ou que criam demandas no público. Deste modo, o sucesso da experiência de uso é absolutamente fundamental para os processos suportados por TICs. Baseado nisso, o C.E.S.A.R. criou seu próprio processo de inovação baseado no conceito de usabilidade a partir da ISO 9241, que a define como “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ISO, 1998).

O PIC enfatiza o entendimento das pessoas que poderão vir a ser, ou são, a audiência para os produtos e serviços desenvolvidos no C.E.S.A.R., o que eles valorizam e como vivem, para que seja possível desenvolver experiências de uso que melhorem sua qualidade de vida. Este processo inclui fundamentalmente estudos e pesquisas sobre ambientes físicos, sociais e culturais da ação dos usuários e atividades de ideação, prototipação e avaliação com o usuário. A preocupação com a usabilidade do produto torna-se o foco do design de interação, portanto, os usuários são envolvidos em todo processo de design, que pode ser visualizado na Figura 3.2.



Figura 3.2 - PIC.

Este ciclo básico, conforme ilustrado na Figura 3.2, é implementado em espiral continuamente. O Processo, como um todo, pode ser customizado de acordo com a natureza das demandas do cliente e seu planejamento estratégico e operacional.

#### 3.2.1.1 Estudos e pesquisas

Inicialmente, a equipe constrói com o cliente um entendimento de suas demandas, suas estratégias de atuação no mercado e dos processos de inovação já instalados em sua

base. Em paralelo, são realizadas avaliações de soluções já existentes no mercado ou similares através de estudos de viabilidade. Ainda nesta fase, são avaliadas estratégias de concorrentes no mercado. Essas atividades são executadas continuamente e serão detalhadas abaixo:

- **Diagnóstico de contexto**  
Estudos e avaliações bem documentadas de âmbito interno (na empresa) e externo (relação com concorrentes, parceiros e demais facetas da indústria e do mercado).
- **Acompanhamento de tendências**  
Observação de padrões de mudanças em áreas como tecnologia, comportamento, design, cultura e política, com o objetivo de visualizar oportunidades de inovação.
- **Definição de estratégia inicial**  
Tomando como referência as oportunidades surgidas do cruzamento dos diagnósticos e das tendências observados, deve ser definida uma estratégia alinhada a estratégia da empresa.

Essa fase está bastante relacionada com pesquisas com usuários e tem como objetivo a coleta de dados sobre como as pessoas executam tarefas atualmente, além de definir os objetivos associados, o contexto em que as tarefas são realizadas e o motivo pelo qual são executadas de determinada forma.

Essas pesquisas podem ocorrer com dados quantitativos e/ou qualitativos dependendo das técnicas de coleta de dados utilizadas. Questionários são úteis para conseguir respostas para questões específicas com um grande número de pessoas. Entrevistas possibilitam uma exploração maior de questões, guiando a entrevista e encorajando o contato entre os *stakeholders*. Os grupos focais e workshops possibilitam a coleta de vários pontos de vista ressaltando áreas de conflito e consenso. A observação natural oferece percepções do contexto da atividade do usuário propiciando *insights* de questões que vão além do script da pesquisa.

Para escolha das técnicas a serem utilizadas devem ser considerados os recursos disponíveis, localização, disponibilidade dos usuários e tipo de dados que se deseja obter (Preece et al., 2012).

Na conclusão desta fase inicial, uma proposta de trabalho é apresentada para o cliente, na qual é detalhado o cronograma de realização das fases de pesquisa, ideação e prototipação.

### 3.2.1.2 Ideação

Uma vez aprovada a proposta, a equipe inicia o processo de ideação, tendo como fontes pesquisas qualitativas e quantitativas acerca do tema, conhecimento e necessidades do próprio cliente, a experiência do time de consultores que fazem parte da equipe e o conhecimento acadêmico disponível acerca do estado da arte e visão do futuro na área.

Inovação consiste na solução de problemas de mercado, e mesmo que os problemas sejam intrinsecamente da área de tecnologia, eles são multifacetados e, por isto, as equipes de inovação do C.E.S.A.R. são multidisciplinares.

Para o entendimento de comportamentos emergentes do consumidor/usuário demanda esforços de pesquisas (qualitativas e quantitativas) com o foco nos contextos de suas práticas diárias. A equipe de interação utiliza técnicas que tem como objetivo agregar informações relevantes acerca dos usuários finais de um produto ou audiência de um processo.

- **Etnografia**  
Estudo aprofundado das práticas cotidianas dos indivíduos e grupos através da observação in situ, videografia, entrevistas e análise de artefatos.
- **Grupos focais em laboratório**  
Voltados ao entendimento dos hábitos e propósitos de usuários, a fim de se levantar requisitos funcionais e de usabilidade para produtos e serviços.
- **Entrevistas**  
Técnica de interação direta especialmente interessante para o levantamento de aspectos subjetivos que cercam o uso de produtos e serviços.
- **Métodos estatísticos diversos**  
Aplicados sobre pesquisas quantitativas baseados em grandes amostragens de usuários.

Com os resultados das pesquisas, a equipe trabalha com técnicas como mapas mentais (Roam, 2009) e *brainstorms* para criar requisitos e conseqüentemente os protótipos. Nesta fase, o designer de interação atua diretamente com a equipe de desenvolvimento para prever limitações técnicas, compartilhar o andamento da ideação e iniciar os fluxogramas que comuniquem o conceito de interação.

As reuniões de ideação são diretamente informadas pelas pesquisas realizadas e em andamento, tanto pelo grupo diretamente associado ao projeto quanto pelos grupos de especialistas e consultores do C.E.S.A.R., e tem por objetivo central definir os conceitos, ambientes tecnológicos e cenários de uso relevantes às atividades de prototipação que se segue, através de técnicas tais como *brainstorms* e *placestorm*.

Ao final desta fase, a equipe apresenta ao cliente um documento de ideação, que deve conter os tópicos a seguir:

- Contexto no qual a ideia faz sentido;
- Sumário da ideia e cenários de uso do artefato ou aplicação do serviço;
- Características técnicas básicas e análises de competidores que oferecem artefatos ou serviços similares;
- Premissas e restrições para desenvolvimento da ideia;
- Modelo de negócio para colocação da ideia no mercado e perspectivas de evolução do produto ou serviço a médio e longo prazo.

### 3.2.1.3 Prototipação

Uma vez aprovadas, as ideias são aprofundadas em estudos de viabilidade tecnológica, funcional e econômica, inclusive com a formulação de modelos de negócios para o produto. Estes estudos, que podem envolver a ampliação do conjunto de consultores e especialistas agregados ao projeto, têm por objetivo agregar valor às ideias já concebidas através da produção de um design aberto, no qual todos podem colaborar com sugestões, críticas e indicações de direções de pesquisa, evitando-se o foco em uma única linha de raciocínio.

Nesta fase também são consideradas as dificuldades técnicas de desenvolvimento do produto e/ou serviço, e sua eventual implantação, assim como questões relativas à propriedade intelectual.

E, por fim, são criados os protótipos que podem ser entendidos como a materialização dos resultados das pesquisas levando em conta os requisitos. Os protótipos servem para vários fins, dentre eles, avaliar a viabilidade técnica de uma ideia, validar os requisitos e o mais importante, testar com usuários (Preece et al., 2012).

Esta fase inclui o planejamento, com a definição de *roadmaps* a partir de business cases e o desenvolvimento de protótipos em vários níveis de fidelidade, de acordo com especificidades do artefato, serviço ou experiência em questão.

### 3.2.1.4 Avaliação

Após a fase de prototipação, o produto é submetido a testes de usabilidade, que definem-se como o processo pelo qual as características de interação homem-computador de um sistema são medidas, e as fraquezas são identificadas para correção (Buxton et al., 2011). Os usuários são envolvidos e realizam tarefas dirigidas pelos designers de interação nos protótipos em avaliação (Figura 3.3). A avaliação é composta pela execução dos testes de usabilidade, pela análise dos resultados e pela implementação das melhorias apresentadas a partir dos testes.

A avaliação envolve, entre muitas outras atividades, criação de perfis de usuários, levantamento de riscos associados aos testes e planejamento de ações mitigatórias, determinar um cronograma de atividades, levantamento de recursos de hardware, software ou de qualquer outra natureza que viabilizem a execução dos testes, recrutamento de usuários, planejamento de tarefas a serem realizadas pelos usuários participantes do processo, definir os procedimentos de teste em laboratório e analisar os resultados.

Encerrado os testes e análises, a equipe responsável pelo PIC apresenta os resultados para o cliente em formato de workshops que podem incluir práticas de teste e uso de protótipos disponíveis. Esses workshops representam a aprovação das entregas até este ponto.

Negociadas as condições de aceitação dos produtos elaborados, um relatório final incluindo a documentação de todas as fases do processo, desde a tematização até os

resultados dos testes e avaliações, é apresentado ao cliente para aprovação. Este documento (documento de requisitos do produto) também apresenta a descrição de cenários uso para os produtos criados. O documento de requisitos do produto informará a fase final do PIC, a de execução, embora não se trate de um documento de construção, desenvolvimento ou implantação.

Neste momento, o cliente tem a opção de contratar o C.E.S.A.R. para execução das ideias elaboradas e validadas no processo de inovação, aumentando muito as chances de sintonia entre a ideia, o desenvolvimento e sua vida no mercado. A possibilidade de execução pelo próprio C.E.S.A.R. faz do time responsável capaz de conceber processos, produtos e serviços inovadores em estreita parceria com seus clientes.

A estrutura do PIC sugere que o processo seja contínuo, para garantir que as definições da ISO 9241 sejam atendidas. Para implementar essa visão, esta proposta permite que a etapa de avaliação aumente sua relevância, mantendo baixo custo e aumentando sua escala.



**Figura 3.3 - Pesquisas com usuários.**

### 3.3. Fluxograma

Uma das ferramentas usadas para o desenvolvimento de telas é o fluxograma que serve para auxiliar na concepção e criação das telas. O fluxograma auxilia tanto aos designers, durante a prototipação das telas, quanto aos desenvolvedores na estimativa de esforço. Para o designer de interação é primordial entender e criar este artefato para servir de guia para toda a equipe de desenvolvimento.

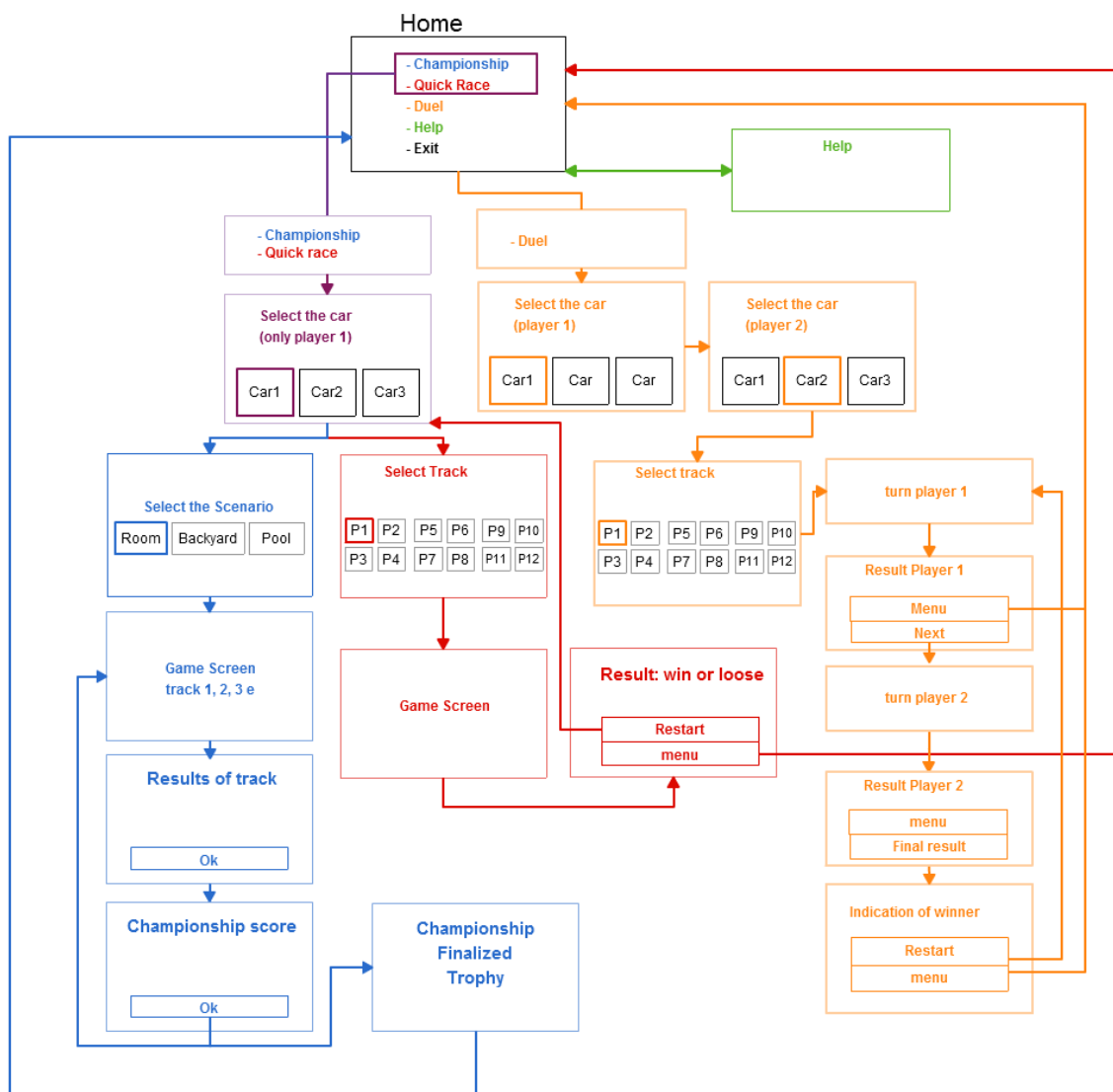


Figura 3.4 - Fluxograma detalhado de um jogo.

O Fluxograma descreve os possíveis caminhos para se executar tarefas dentro do sistema. Na Figura 3.4 é possível observar um fluxograma de um jogo de carros. As funcionalidades estão divididas por cores: Azul (*championship*), Vermelho (*quick Race*), Laranja (*duel*), Verde (*Help*) e Preto (*exit*). Dentro de cada tela são exibidas as opções com as possíveis interações com outras funcionalidades / telas. Por exemplo, é possível observar que a opção “duel” é a única com a possibilidade de se escolher 2 jogadores, enquanto a opção “championship” possui uma tela com resultados da pista



que foi jogada e pontuação do campeonato. O detalhamento das funcionalidades e da ligação entre componentes é de extrema importância para a prototipação e instrumentação de uma aplicação.

Ao criar um fluxograma é necessário estar atento a algumas regras dentre elas:

- **Definir o formato do fluxograma:** O Fluxograma pode ser simples ou detalhado. Na Figura 3.5 é possível observar um fluxograma Simples, apenas as interações entre as telas são definidas e o formato usado na representação das telas é o mais simples possível, muitas vezes exibindo apenas “caixas”. Já no modelo detalhado, são exibidos elementos internos das telas, botões, campos de texto, etc. Semelhante ao modelo Simples, são exibidas todas as ligações entre todos os elementos exibidos dentro do fluxograma.

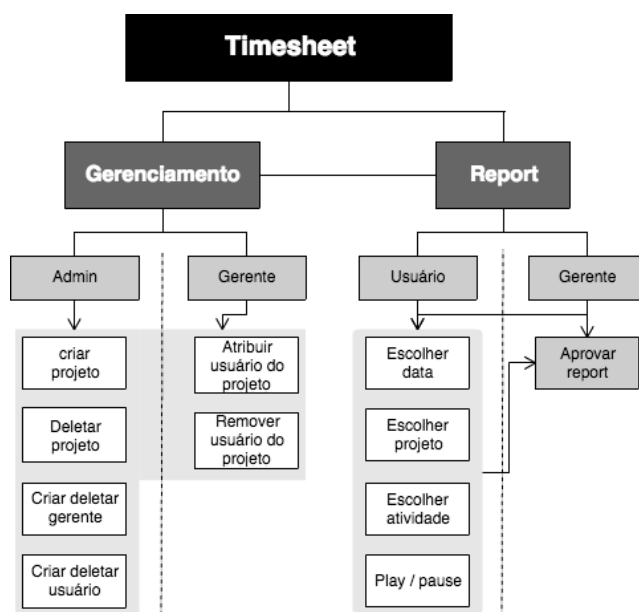


Figura 3.5 - Fluxograma simples.

- **Definir as tarefas:** As tarefas são reflexos dos requisitos do sistema. Ao desenhar um fluxo é preciso definir quais os caminhos necessários para se atingir uma determinada funcionalidade.

### 3.3.1 Escolhendo o tipo de fluxograma e definindo as tarefas.

Após o fluxo desenhado, é necessária a criação de tarefas para um teste de usabilidade. Essa etapa é de grande importância para a instrumentação da coleta massiva de dados. Essas tarefas deverão ser executadas em um protótipo em papel com todos os detalhes dos elementos existentes nas telas.

Protótipo em papel é um método amplamente utilizado para desenhar, testar e refinar interfaces. No início de 1990, foi uma técnica de ponta, usada por alguns pioneiros da usabilidade, mas desconhecido para a grande maioria das equipes de desenvolvimento de produto e, muitas vezes, considerado muito estranho pelo resto da comunidade. Mas em meados da década de 1990, o protótipo de papel começou a se tornar uma realidade. Pessoas em empresas bem conhecidas (IBM, Digital, Honeywell, e Microsoft, só para citar alguns) experimentaram a técnica, achando que seria útil, e começaram a usá-lo como parte integrante de seu processo de desenvolvimento de produtos. A partir de 2002 o protótipo em papel não era considerado tão estranho e a técnica era praticada em muitas empresas, grandes e pequenas. A prototipação em papel é uma variação do teste de usabilidade onde usuários representativos executam tarefas, interagindo com uma versão em papel da interface que é manipulada por uma pessoa que faz o “papel do computador”, a qual conduz o teste sem explicar como a interface funciona (Snyder, 2003).

Os protótipos em baixa fidelidade podem ser feitos de papel e lápis ou pode-se usar algum software de prototipação para desenhar as telas. A Figura representa protótipos de telas em baixa fidelidade desenhadas no software *balsamiq*, que tem por característica simula um efeito de "Feito a mão".

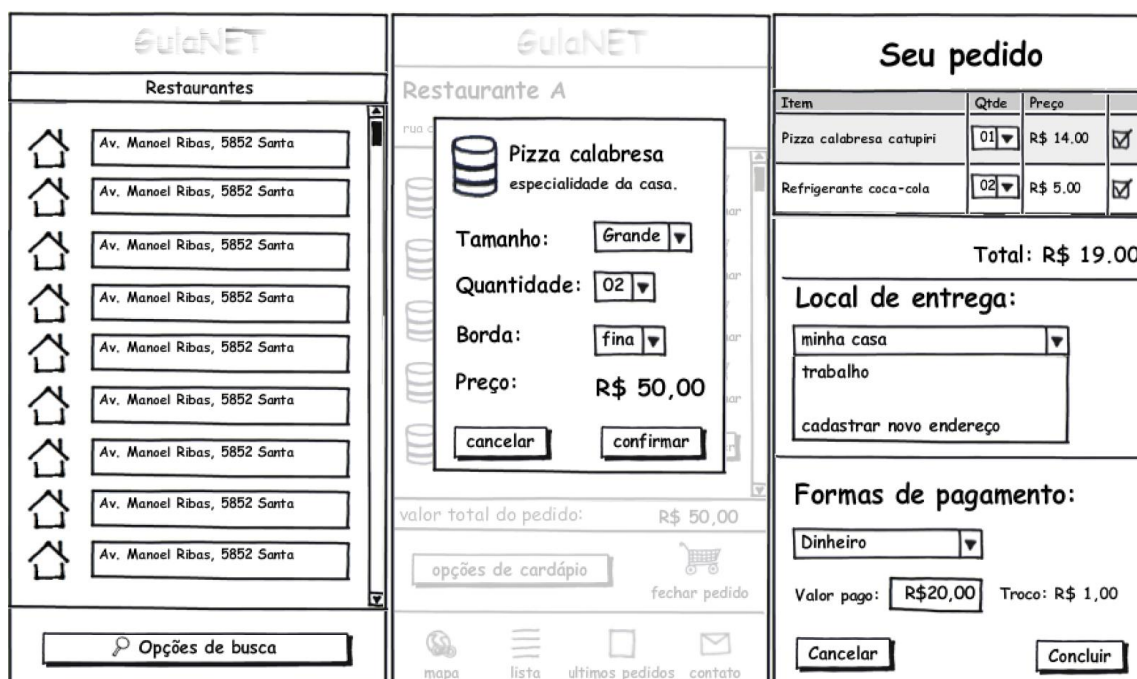


Figura 3.6 - Protótipos em baixa fidelidade.

Após a criação das telas em papel, é necessário criar um roteiro de testes através do fluxograma. Os testes são conduzidos por uma equipe de designers de interação com o mínimo de dois participantes. Segundo Dumas et al.(2008), é preciso entender qual o objetivo do teste que será executado. O objetivo determina quanto e quando interagir com os participantes.

- Como testes de usabilidade diferem de outros métodos de avaliação. A ênfase aqui é sobre a obtenção de dados válidos a partir de uma pequena amostra de usuários comuns, e deixar que os usuários falem.
- Como os testes são projetados. Por exemplo, o design pode ser importante na apresentação das tarefas e dos produtos relacionados, no contexto da sua utilização pretendida.
- Como os testes estão sendo planejados. Cada tarefa tem um propósito e a ordem das tarefas pode ser importante para a validade do teste. Às vezes, é importante explorar a compreensão do conceito da interface. Parar uma tarefa antes do participante finalizar o que foi solicitado, pode ser necessário em alguns testes, mas não em outros.
- Como e por que os dados estão sendo coletados. A ênfase pode estar nas medidas quantitativas ou as medidas qualitativas, dependendo os objetivos do teste.

### 3.4. Escolha de eventos

Após a etapa inicial que envolve a preparação e testes com usuários, a equipe de usabilidade coleta as *issues* encontradas nos testes e faz uma análise para tomar decisões. Segundo Barnum et al. (2010), o processo de análise pode ser dividido em três passos distintos, com base nestas perguntas:

1. **O que vemos?**
2. **O que significa?**
3. **O que deve ser feito?**

**Passo 1 - O que vemos?** - é necessário:

- Recolher feedback de todos, incluindo seus principais pontos positivos, negativos, e surpresas
- Coletar dados de forma mais sistemática, utilizando-se:
  - De cima para baixo, que é um método para organizar os seus resultados com base em seus marcadores ou heurísticas pré-determinadas.
  - De baixo para cima, chamada afinidade de correspondência, que é um método para organizar os achados em grupos, em seguida, deixando os rótulos de categorias emergentes dos agrupamentos.
  - A combinação dos dois métodos organizacionais.

**Passo 2 - O que significa?** - Algumas perguntas precisam ser respondidas tais como:

- Quem será responsável pela análise? - todos, a equipe principal, ou um designado subgrupo
- Como a análise será feita? - a metodologia a utilizar para achar insights e problemas com base em:
  - Medição quantitativa dos dados;
  - Análise das respostas do questionário;
  - Interpretação de dados qualitativos;

### **Passo 3 - O que deve ser feito?**

- Estabelecer o escopo e a gravidade classificações para as descobertas.
- Recomendar correções para os problemas encontrados.

Com os requisitos definidos, a próxima etapa é o desenvolvimento das telas com base no relatório de usabilidade. Essas telas deverão seguir as recomendações e premissas levantadas durante os testes. É importante ressaltar que alterações no fluxograma podem ser necessárias com base nos testes realizados com os usuários.

### **3.5. Monitoramento**

A aplicação de análise estatística no design centrado no usuário proposta pelos autores parte do pressuposto de que subconjuntos significativos do universo de usuários do aplicativo serão monitoradas de forma automatizada, coletando dados de interação para posterior análise. Ao ser feito sem a intervenção de um entrevistador e sem a determinação prévia da tarefa a ser executada, a coleta automatizada torna-se menos invasiva e não perceptível no contexto direto de uso da aplicação. Com isso, é possível reduzir possíveis influências externas ao comportamento do usuário que estariam presentes em um ambiente controlado e na presença de uma equipe de avaliação de experiência de uso.

A escolha de quais eventos de interação do usuário serão monitorados é uma tarefa intrinsecamente desafiadora. Partindo da definição feita com o fluxograma e as tarefas imaginadas para o aplicativo, é preciso identificar quais ações do usuário são relevantes para quantificar o sucesso e a eficiência da interação com determinados elementos do sistema, além de qualificar os diferentes perfis de interação de grupos de usuários.

Eventos de acesso à telas, menus e funcionalidades do aplicativo indicam as escolhas do usuário para a navegação, dentro das possibilidades existentes no fluxograma disponível. A análise de dados dessa natureza é adequada para uma avaliação da arquitetura de informação do aplicativo, validando se a indicação de onde encontrar cada funcionalidade está clara para o usuário. Uma navegação com rápida sucessão de diversos ciclos – como, por exemplo, sair da tela inicial, ir para a tela A, voltar para a inicial, ir para tela B, voltar para a tela inicial, etc. – pode indicar que o usuário está em busca de uma funcionalidade, sem encontrá-la.

Eventos de interação direta com uma tela ou funcionalidade do aplicativo – como cliques de mouse em computadores e toque e gestos em dispositivos móveis – indicam que pontos da interface gráfica chamaram mais a atenção do usuário e foram interpretados como pontos pré-determinados para interação. A análise de dados dessa natureza é interessante para avaliar a composição da interface gráfica e sua ergonomia. Um conjunto de cliques/toques próximos de um elemento de interação, como um botão, pode indicar que o tamanho do elemento gráfico está inadequado (e.g. muito pequeno) ou que seu posicionamento na tela dificulta a interação (e.g. muito próximo da borda da tela).

Dados de tempo de permanência em cada tela do aplicativo e de intervalo entre ações (e.g. ativação de botões) indicam a forma pela qual o usuário interage com o aplicativo e como as informações ou serviços oferecidos são consumidos. A análise destes dados é

valiosa para identificar perfis de engajamento e consumo e quantificar sua distribuição dentro da população de usuários. No exemplo de um jogo, mencionado na seção 3, o acionamento de botões de controle em rápida sucessão quando não há influência sobre a performance do jogo pode ser associado a um alto engajamento, quando o jogador está imerso na experiência e deixa de estar atento qualquer evento externo ao contexto do jogo.

O processo propriamente dito para a coleta dos dados de interação envolve a modificação do código-fonte do aplicativo com a inclusão de pontos de instrumentação, que seriam nada mais que chamadas para o armazenamento dos tipos de eventos descritos acima, assim que acontecessem. Com a vasta disponibilidade atual de serviços de armazenamento de dados na nuvem, é natural que essa opção de infraestrutura seja usada com frequência para o armazenamento de dados de monitoramento automatizado de aplicativos. Exemplos de serviços que oferecem interfaces apropriadas para o uso em monitoramento automatizado incluem Google Analytics<sup>3</sup>, Amazon Simple Storage Service<sup>4</sup> e Flurry Analytics<sup>5</sup>.

### 3.6. Analisando os Dados Coletados

Uma vez coletados os dados de interação do usuário com o aplicativo, abordagem de análise estatística é empregada para criar resultados que embasem uma interpretação da experiência do usuário. Resultados agregados de todos os usuários indicam tendências gerais de comportamento, tanto para a navegação entre funcionalidades do aplicativo quanto para a interação direta com elementos gráficos de uma tela. A análise de perfis de comportamento individuais indicam grupos de usuários similares, dado que pode ser usado para o melhor entendimento do contexto geral de utilização do aplicativo.

Em um primeiro exemplo, os dados de navegação entre as diferentes telas e menus do aplicativo são agregados, calculando percentuais de acesso a cada tela em relação aos totais gerais. Os dados agregados são sobrepostos ao fluxograma geral, identificando que funcionalidades são as mais utilizadas. Com base nos mesmos dados, diferentes caminhos de navegação são calculados e os dados calculados de frequência de cada caminho podem ser comparados aos caminhos padrão, definidos no fluxograma e no mapeamento de tarefas. Com base nestes cálculos, é possível quantificar quais tarefas foram realizadas (i.e. que funcionalidade foi usada), com que eficiência (i.e. quantas interações até a funcionalidade) e o quão divergente da interação padrão foi a média das interações reais dos usuários. Esses resultados são também sobrepostos ao fluxograma, criando uma visualização imediata dos dados alcançados.

A seguir, dados de interação direta com telas do aplicativo são agregados em *heatmaps* (mapas de calor). *Heatmaps* são representações gráficas de dados onde os valores contidos em uma matriz são visualizados como cores. No caso específico de interações com telas, criam-se intervalos de cores para identificar áreas na tela onde interações

---

<sup>3</sup> <http://www.google.com/analytics>

<sup>4</sup> <http://aws.amazon.com/s3>

<sup>5</sup> <http://www.flurry.com/solutions/analytics>

ocorram com maior ou menor frequência. Cada pixel de uma tela tem uma quantidade associada de eventos de interação e a combinação Para cada tela do aplicativo é gerado um *heatmap* permitindo, por exemplo, a identificação de área de interação frequente que não correspondam a elementos gráficos imaginados para tal ou o uso de gestos em cenários onde não estão implementados.

Por fim, intervalos de tempo entre eventos de interação podem ser usados para a identificação de perfis de consumo e engajamento. Padrões de similaridade entre interações de usuários com ao aplicativo podem ser identificadas, criando agrupamentos de usuários com comportamentos similares. A identificação destes grupos é benéfica ao quantificar a frequência dos tipos de interação, indicando variações na tendência de comportamento de parcelas significativas dos usuários que possam suscitar modificações funcionais e de conceitos de interação para o aplicativo. A apresentação dos índices de similaridade entre diferentes perfis de interação é feita usando *boxplots* (gráficos de caixa) como base de visualização.

### 3.7. Interpretando os dados coletados

A possibilidade de fazer uma pesquisa com grande quantidade de usuários, observando suas ações em tempo real era um sonho distante para os designers de interação. Com a coleta automática de dados é possível observar e ter dados concretos do uso de aplicativos por usuários reais. A partir do primeiro protótipo funcional é esperado que o mesmo já possua:

- Fluxograma e tarefas atualizados de acordo com os testes realizados
- Interface modificada com os feedbacks dos usuários.

Com os dados coletados através da instrumentação de eventos, é possível identificar *issues* de usabilidade dentro do aplicativo analisando:

- **Heatmap** (Figura 3.7) - Os mapas de calor são muito usados para demonstrar a área percorrida pelos jogadores de futebol durante uma partida. Nos sistemas web têm a função de registrar as interações dos usuários enquanto navegam. Esse tipo de ferramenta será usada para observar os elementos do sistema categorizando quais os mais acessados pelos usuários.

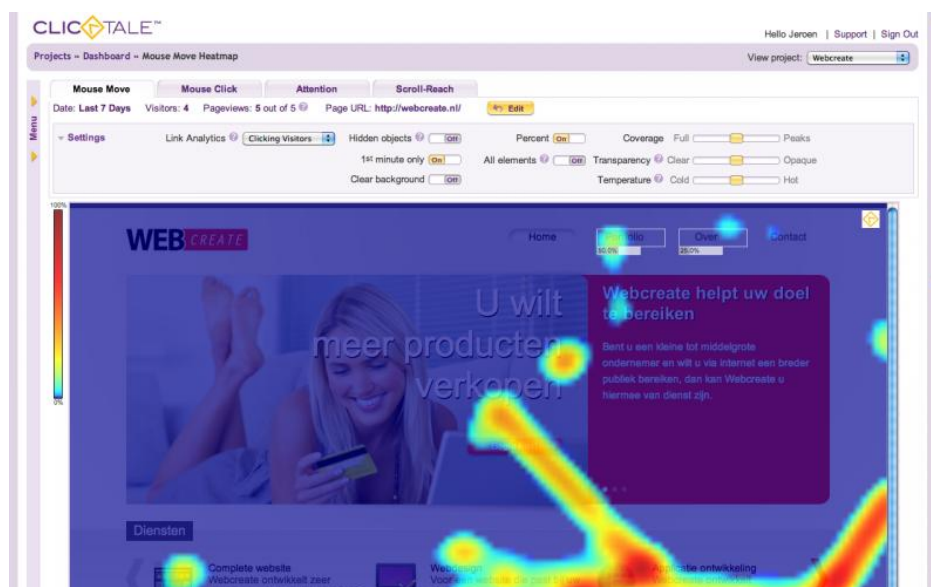


Figura 3.7 - Exemplo de um heatmap<sup>6</sup>.

- Boxplot** (Figura 3.8) – O boxplot (gráfico de caixa) é um gráfico utilizado para representar a distribuição de dados de monitoramento, em especial se distribuídos em diferentes categorias. O corpo do boxplot é limitado pelos valores do primeiro (25%) e terceiro (75%) quartis e contém um segmento de reta no valor da mediana. Os prolongamentos inferiores se estendem até o menor valor não inferior ao primeiro quartil subtraído de 1,5 vezes a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil. Similarmente, o prolongamento superior se estende até o maior valor não superior ao terceiro quartil somado a 1,5 vezes a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil.

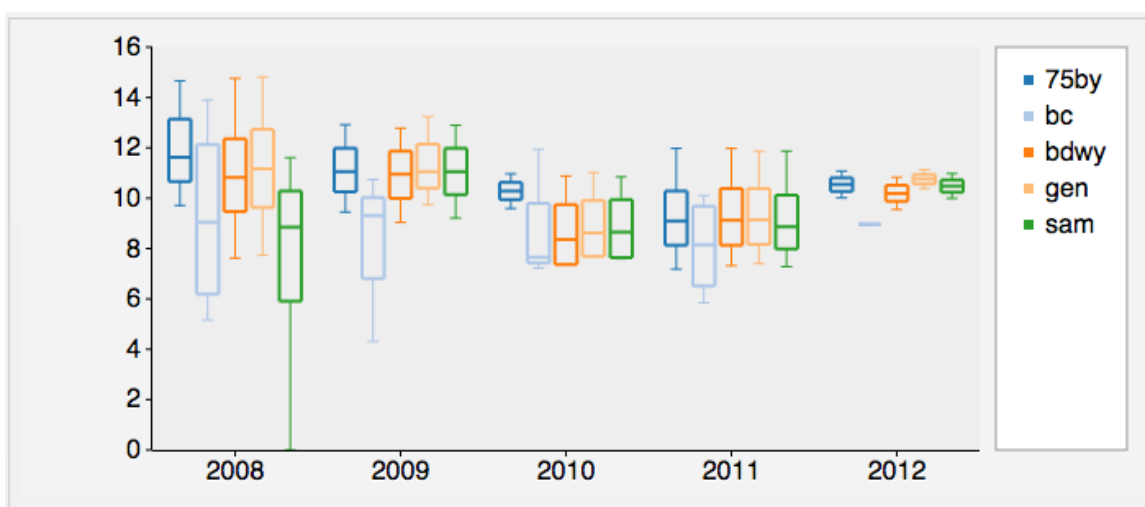


Figura 3.8 - Exemplo de um boxplot.

<sup>6</sup> <http://bit.ly/1yMbKKt>

- Path** (Figura 3.9)- Com a instrumentação do fluxograma, é possível obter dados precisos sobre as telas do sistema. No exemplo abaixo é exibido um fluxograma de telas de um jogo. Neste jogo existem algumas funcionalidades como um tutorial sobre o game, um “reset” e jogar. Neste exemplo, foi observado a quantidade de usuários que executou a funcionalidade de jogar, selecionando a primeira fase e concluiu o desafio. Outros aspectos podem ser observados de acordo com as necessidades da equipe de usabilidade, tendo em vista as funcionalidades primárias e secundárias do sistema.

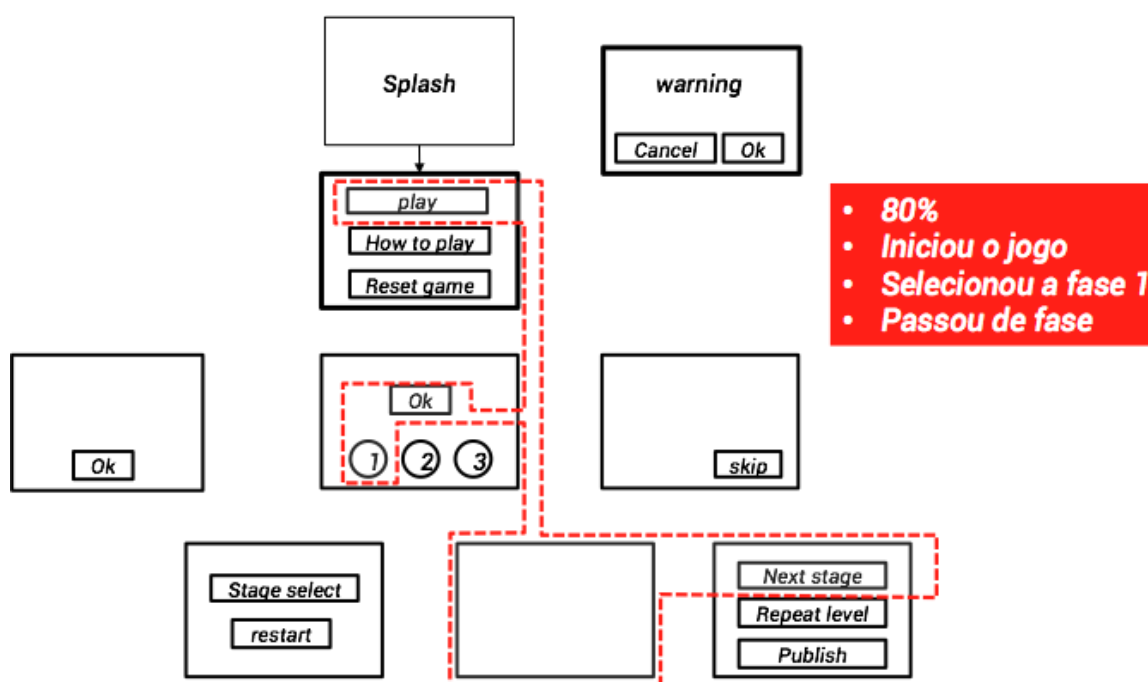


Figura 3.9 - Fluxograma com tarefas.

### 3.7.1 Visualização de dados

A possibilidade de acesso a dados de pesquisa em grande volume, cria um desafio para interpretação e tomada de decisões, quais tipos de resultados, filtros e o que precisa ser destacado para possibilitar uma correta interpretação por parte da equipe de usabilidade. Para isso, é necessário se preocupar com a visualização dos dados coletados. Essa é uma área bastante comum hoje e vários autores se preocupam com o tratamento dos dados coletados, porque a correta implementação e interpretação faz toda diferença para a tomada de decisão da equipe de usabilidade.

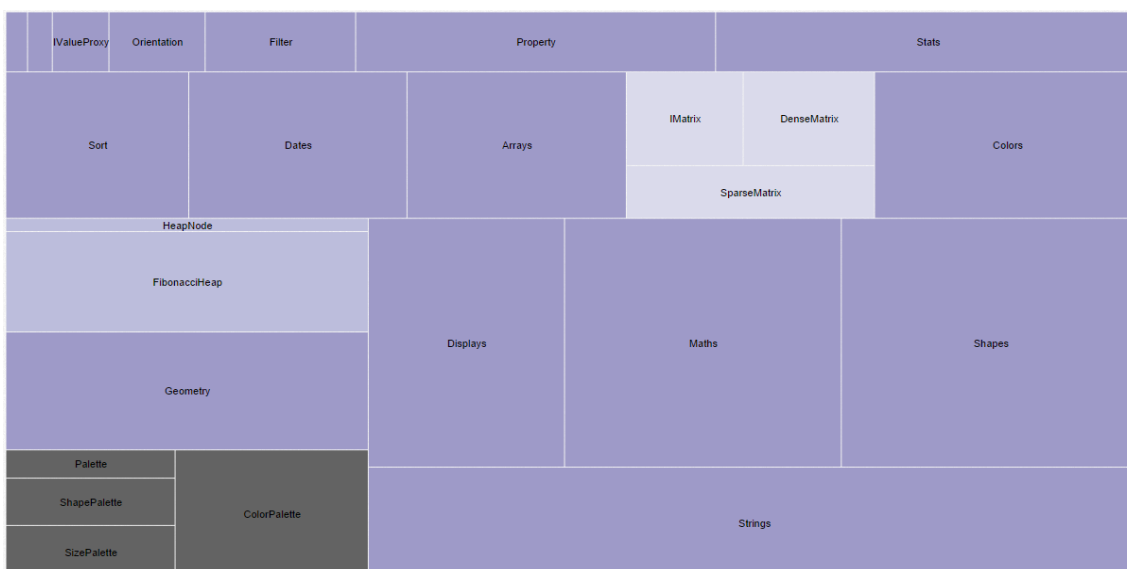
Existem algumas ferramentas que auxiliam na visualização dos dados, como o D3.js<sup>7</sup> que é uma biblioteca *JavaScript* para manipulação de documentos com base em dados. Dentro do repositório do D3.js, existem vários exemplos de visualização de dados de

<sup>7</sup> <http://d3js.org/>



formas diferentes. Dentre esses exemplos é possível escolher alguns que se adequem a situação desejada para exibir dados de forma correta. Um dos exemplos interessantes é o da Figura 3.10, que mostra um gráfico que exibe dados ordenados por relevância. Este gráfico pode ser customizado e o usuário pode dar “zoom” para ter acesso a mais informações. Segundo Iliinsky et al. (2011), é importante identificar quais as metas e quais os dados suportados na hora de se pensar qual tipo de visualização atende às necessidades da equipe de usabilidade. Para isso, algumas questões devem ser respondidas:

- Quais são os valores ou dimensões de dados são relevantes neste contexto?
- Quais dessas dimensões da matéria importa mais e importa menos?
- Quais são as relações fundamentais que precisam ser comunicadas?
- Que propriedades ou valores faria alguns pontos de dados individuais mais interessante do que o resto?
- Que ações podem ser tomadas uma vez que esta informação precisa é satisfeito, e que valores vão justificar essa ação?



**Figura 3.10 - Exemplo de visualização de dados.**

Com o tipo de gráfico escolhido, é necessário observar que a equipe de interação possuirá em mãos 3 artefatos:

- **O fluxograma**, que compõe as telas e a visualização das tarefas feitas nas pesquisas. Essas tarefas possuem dois níveis, primárias e secundárias. As tarefas primárias são definidas como as tarefas essenciais para o sistema, por exemplo, em um aplicativo de mensagens instantâneas, uma das funcionalidades primárias é a troca de mensagens, já a exportação do chat por e-mail seria definida como uma tarefa secundária.
- **As telas “finalizadas”** que possuem a interface refinada pós-testes com usuários.
- **Os dados** levantados na pesquisa instrumentada com usuários.

### 3.7.2 Encontrando melhorias

Os dados coletados durante a pesquisa instrumentada são confrontados com os fluxogramas e as telas desenvolvidas em uma fase anterior. Ao se identificar algo “fora da curva” nos resultados da pesquisa instrumentada, é necessário observar para os artefatos com calma para identificar quais os pontos que precisam ser analisados e quais as medidas necessárias para sanar os possíveis problemas de usabilidade. Na figura 3.11 é possível observar o cruzamento desses artefatos onde é chamado de ponto de observação. Este ponto caracteriza o possível ponto de melhoria dentro de uma interface, o lugar onde o designer de interação deveria observar com calma. É importante ressaltar que similar à fase tradicional de pesquisa com usuários, é necessário que um profissional de usabilidade participe dessas análises para identificar e propor soluções de acordo com os problemas encontrados.

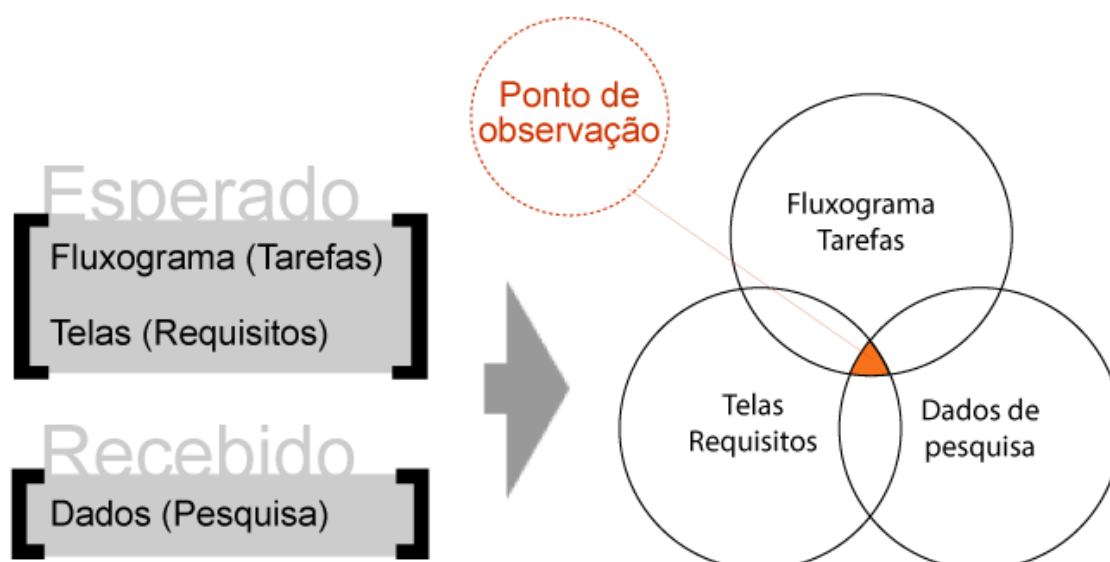


Figura 3.11 - Fluxo de dados.

### 3.7.3 Análise de especialista

Com a pesquisa disponível, é necessário observar os dados coletados para se definir quais os próximos passos necessários para analisar e refinar o aplicativo. O especialista em usabilidade realiza a análise de tudo que foi recebido e observa alguns aspectos tentando identificar se existe a necessidade de mudança e quais as mudanças que serão feitas. Dentro deste cenário, a análise pode ser dividida entre:

#### Heurística:

Método de inspeção para identificação de soluções através de experimentos de forma rápida e barata. Uma das heurísticas mais famosas é a de Nielsen que foi usada durante muito tempo para avaliação de sistemas web. Em 2005, Preece identificou algumas mudanças nestas heurísticas para atender uma gama maior de interfaces:

1. Visibilidade do status do sistema;
2. Compatibilidade do sistema com o mundo real;
3. Controle do usuário e liberdade;
4. Consistência e padrões;
5. Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros;
6. Prevenção de erros;
7. Reconhecimento em vez de memorização;
8. Flexibilidade e eficiência de uso;
9. Estética e design minimalista;
10. Ajuda e documentação.

O uso das heurísticas vai de acordo com a necessidade do projeto e a aplicação prática do produto, ficando a cargo do especialista em usabilidade a identificação e uso dessas regras.

### **Benchmark**

Ao identificar alguns pontos de melhoria, o designer de interação pode fazer uma pesquisa de aplicativos dentro do mercado com funcionalidades similares para identificar possíveis soluções para as *issues* encontradas.

### **Experiência**

Semelhante ao processo tradicional de pesquisa, a experiência do designer de interação é de extrema importância na interpretação de dados coletados em uma pesquisa com instrumentação de dados. Um profissional com mais experiência consegue enxergar o projeto de uma forma diferente, fazendo uma análise detalhada, pensando por exemplo, se um aplicativo não tem uma funcionalidade projetada de forma correta, talvez o problema seja a conceituação do produto, talvez essa ideia faça mais sentido se for tratada como um serviço e não apenas como uma simples funcionalidade. Com esse tipo de visão, é possível levantar oportunidades de melhoria e até de outras funcionalidades / aplicativos.

### **3.8. Conclusão**

Acredita-se que integrando coleta e geração automáticas estatísticas de dados ao PIC, será possível atacar dificuldades encontradas nos processos de desenvolvimento centrados no usuário para a identificação de problemas de usabilidade, como a participação limitada de designers de interação no desenvolvimento de sistemas interativos; possíveis desvios de interpretação de testes de usabilidade, tais como no “efeito avaliador”; e o tamanho reduzido da amostra da população de usuários observada durante testes de usabilidade. Pesquisas práticas que validem a utilização do PIC com coleta automática de dados nos processos de IHC estão planejadas como trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

- Barnum, C. Usability testing essentials: ready, set... test!. Elsevier, 2010.
- Borsci, S., Macredie, R., Barnett, J., Martin, J., Kuljis J. e Young, T., “Reviewing and extending the five-user assumption : A grounded procedure for interaction evaluation.,” ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), vol. 20, no 05, 2013.
- Buxton, B., Marquardt, N., Greenberg, S. e Caependale, S. Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design: Getting the Design Right and the Right Design., Morgan Kaufmann, 2011.
- Chapman, S. Design de Interação. Bookman Editora, 2013.
- Chen, Y., Pavlov, D., e Canny, J. “Large-scale behavioral targeting.,” em 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining ACM, 2009.
- Dieli, M. "The usability process: working with iterative design principles," IEEE TRANSACTIONS ON PROFESSIONAL COMMUNICATION, vol. 32, no. 04, p. 272, 1989.
- Dumas, J., and Loring, B. Moderating usability tests: Principles and practices for interacting. Morgan Kaufmann, 2008.
- Forum, W. E. Personal Data: The Emergence of a New Asset Class, World Economic Forum Report, 2011.
- Hertzum, M e Jacobsen, N. “The Evaluator Effect: A Chilling Fact about Usability Evaluation Methods,” International Journal of Human-Computer Interaction, vol. 13, no 04, pp. 421-443, 2001.
- Iliinsky, N. and Steele, J. Designing Data Visualizations: Representing Informational Relationships. " O'Reilly Media, Inc.", 2011.
- ISO, SFSEN., “Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)–Part II Guidance on Usability.,” ISO 9241-11, 1998.
- Nielsen, J. e Molich, R. “Heuristic evaluation of userinterfaces,” em Proceedings on Human Factors in Computing Systems - CHI90, New York, 1990.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H. Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador, Porto Alegre: Bookman, 2012.
- Roam, D. Unfolding the Napkin: The hands-on method for solving complex problems with simple pictures., Penguin, 2009.

Sauro, J. "How common are usability problems.", 29 Setembro 2010. [Online]. Available: <http://www.measuringusability.com/problem-frequency.php>. [Acesso em 30 Junho 2014].

Snyder, C. Paper prototyping: The fast and easy way to design and refine user interfaces. Newnes, 2003.



## Capítulo

# 4

## Visualização de Informação: introdução e influências de IHC

Celmar Guimarães da Silva

### *Abstract*

*Information Visualization (InfoVis) aims to ease the process of obtaining and understanding information through visual analysis of data sets by users, helped by computational resources. Based on user interaction with visual data representations, Human-Computer Interaction (HCI) area directly influences this area. At the same time, InfoVis has been developing its own theories and concepts related to understanding data represented by interactive visual structures. This chapter aims to present InfoVis area, its main techniques and its intersections with HCI.*

### *Resumo*

*Visualização de Informação (InfoVis) visa facilitar o processo de obtenção e entendimento de informação a partir da análise visual de conjuntos de dados, feita por usuários, auxiliada pelo uso de recursos computacionais. Baseada na interação dos usuários com representações visuais dos dados, essa área recebe diversas influências de Interfaces Humano-Computador (IHC). Ao mesmo tempo, InfoVis vem desenvolvendo teorias e conceitos próprios, relacionados a como expressar dados por meio de representações gráficas e interativas. Este capítulo tem por objetivo apresentar a área de InfoVis, suas principais técnicas e suas interseções com IHC.*

### **4.1. Introdução**

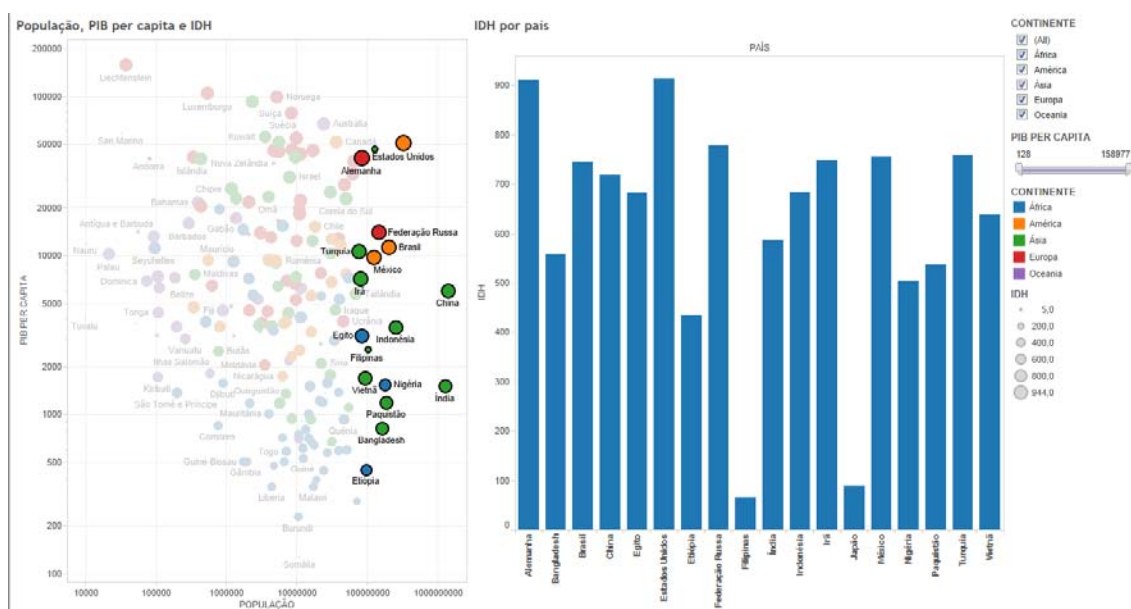
O atual estágio da evolução tecnológica humana nos possibilita viver cercados de dados de toda a natureza, fornecidos por diversas fontes. Contraditoriamente, o que deveria ser uma excelente oportunidade de aquisição de conhecimento torna-se uma incômoda sensação de ausência de informação, quando não se consegue interpretar os dados disponíveis e, por consequência, não se consegue tomar decisões a eles relacionadas. Em parte isso ocorre porque, apesar de cada dado poder ser analisado individualmente, a quantidade de dados e as nossas limitações cognitivas não nos permitem armazenar esses dados mentalmente como um todo, a ponto de que possamos inferir padrões, tendências,

valores discrepantes, e qualquer outra característica que se nos revele como sendo informação.

Contudo, nossos sistemas visual e cognitivo podem se complementar a fim de superar parte dessas limitações, com apoio do uso de gráficos. Diferentes tipos de gráficos focam nossa atenção em características relevantes de conjuntos de dados e nos permitem obter informação em conjuntos potencialmente maiores do que conseguiríamos se fossem representados apenas em tabelas com nomes e valores. Adicionadas a recursos interativos proporcionados por computadores, as chamadas *visualizações* potencializaram ainda mais a capacidade de obter informações, possibilitando que as pessoas não somente vejam gráficos, mas definam que dados exibir e como, segundo suas necessidades de obtenção de informação.

É neste espírito que a área de Visualização de Informação (*Information Visualization*, ou *InfoVis*) vem sendo desenvolvida, com o intuito de representar gráfica e interativamente conjuntos de dados de forma a apoiar o uso e aquisição de conhecimento [Card et al., 1999]. Esta área, que tem interseções com IHC, Computação Gráfica e Otimização, utiliza recursos que possibilitem a exploração de dados, a confirmação de hipóteses sobre eles, bem como sua apresentação [Ward et al., 2010], procurando representar os dados corretos usando a melhor representação visual com as melhores técnicas de interação com respeito aos usuários [Kulyk et al., 2007].

Como exemplo de visualização, a Figura 4.1 apresenta uma tela de uma ferramenta de visualização contendo dados sobre população, PIB per capita e IDH de países. A mesma tela permite verificar várias informações, como por exemplo a existência de países com mais de 100 milhões de habitantes em todos os continentes, porém com IDH e PIB que variam praticamente em extremos (por comparação, veja Estados Unidos, Etiópia e Filipinas, tanto no gráfico de dispersão quanto no de barras).



**Figura 4.1. Seleção de países com maior população per capita do mundo, feita em gráfico de dispersão, serve de filtro para gráfico de barras ao lado.**

Por se tratar de área com forte aspecto de interação com o usuário, InfoVis traz várias influências de IHC. Nesse sentido, este capítulo tem por objetivo não somente



introduzir a área de InfoVis, mas de ressaltar essas influências. O texto está organizado como segue. A Seção 4.2 comenta sobre aspectos fisiológicos e de processamento perceptivo. A Seção 4.3 é dedicada à caracterização de usuários, e indica que tipo de informações sobre eles e sobre suas tarefas são importantes para o desenvolvimento de soluções de visualização. Na Seção 4.4 é abordada a necessidade de caracterizar os dados a serem representados, visando guiar o processo de escolha de técnicas de visualização adequadas. Esse processo (chamado mapeamento visual) é abordado na Seção 4.5, com base em recomendações da literatura. A Seção 4.6 apresenta um conjunto de técnicas de mapeamento visual que geram diferentes tipos de gráficos, úteis para diferentes situações, de acordo com a dimensionalidade e estrutura dos dados. A Seção 4.7 aborda mais especificamente técnicas de interação com essas várias visualizações. A Seção 4.8 apresenta ferramentas e bibliotecas que implementam técnicas da área. Na Seção 4.9, comenta-se brevemente sobre como são aplicados procedimentos de avaliação sobre software de visualização. Por fim, a Seção 4.10 conclui o capítulo, apresentando os principais desafios da área.

## 4.2. Percepção e processamento de informação

Compreender como o ser humano percebe seu ambiente e como os processa pode revelar aspectos fundamentais para a elaboração de uma boa solução de visualização. Pode-se definir percepção como o processo pelo qual interpretamos o mundo ao nosso redor, formando uma representação mental do ambiente [Ward et al., 2010]. Essa representação não é um retrato fiel do ambiente, mas conta com variações de interpretação do cérebro, que procura resolver ambiguidades sensoriais, ou ainda ver mais do que se está efetivamente mostrando, como nos exemplos das Figuras 4.1(a) e (b). Esta seção apresenta alguns aspectos fisiológicos da percepção e das formas como processamos informação visual do ambiente.

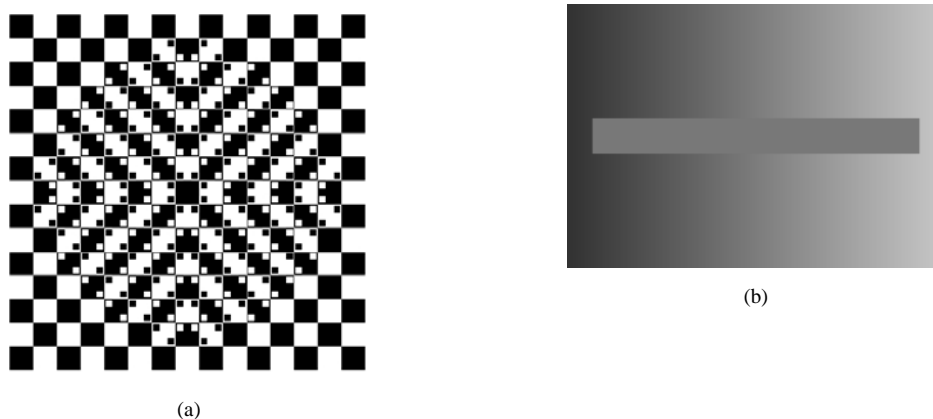


Figura 4.2. Ilusões óticas. (a) A imagem possui apenas quadrados [Kitaoka, 1998]. (b) Todos os pixels do retângulo central têm exatamente a mesma cor [Dodek, 2007].

### 4.2.1. Aspectos fisiológicos

A seguir são apresentados alguns aspectos fisiológicos relevantes para a percepção, baseados em especial no trabalho de Ward et al. (2010), referentes a percepção de cores, anatomia do sistema visual e suas características relevantes no contexto de visualização.

As cores percebidas por um ser humano estão compreendidas em um espectro eletromagnético de aproximadamente 380 a 700 nanômetros, variando por indivíduo. A percepção deste espectro pode ser influenciada por alguns fatores, como a iluminação do ambiente, a percepção de cores próximas (como ilustrado na Figura 4.2(b)) e, em última instância, cegueira parcial e total.

Sobre a anatomia do sistema visual, é importante ressaltar o papel de músculos, pupila, lente e retina. Os músculos dos olhos permitem o movimento contínuo e incessante do sistema ótico, e dessa forma possibilitam compreender uma cena completa pela captura de várias partes da mesma cena. A abertura e fechamento da pupila (orifício da íris) regulam a quantidade de luz a atingir a retina. Os diferentes formatos que a lente (cristalino) pode assumir possibilitam diferentes níveis de foco da imagem capturada – uma capacidade que tende a ser diminuída com a idade.

A retina, por sua vez, recebe a luz que passa por pupila e lente, usando para isso cerca de 6 milhões de cones e 120 milhões de bastonetes, captando respectivamente cores (matizes) e intensidade. Curiosamente, o nervo ótico tem cerca de apenas 1 milhão de fibras, o que indica que algum processo de compressão de imagens ocorre para transmitir ao cérebro o que cones e bastonetes captam.

Adicionalmente, a retina possui uma região central (fóvea) com 1 a 2 graus do ângulo visual. Essa região possui alta densidade de cones, que se reduz na periferia. No centro da fóvea (fovéola) observa-se uma relação de 1 cone por neurônio, enquanto na periferia da retina esta relação é de 8 cones por neurônio. Por conta disso, pode-se dizer que a fóvea é uma área de captação de imagem em “alta resolução”. Por outro lado, a região não foveal é boa na detecção de movimentos ou outras mudanças no ambiente sendo observado [Card et al., 1999].

#### 4.2.2 Processamento perceptivo

A percepção possui processamentos intrínsecos e não controlados (chamados pré-atentivos) e processamentos controlados (ou atentos) [Card et al. 1999; Ward et al. 2010], que utilizam diferentes recursos de memória.

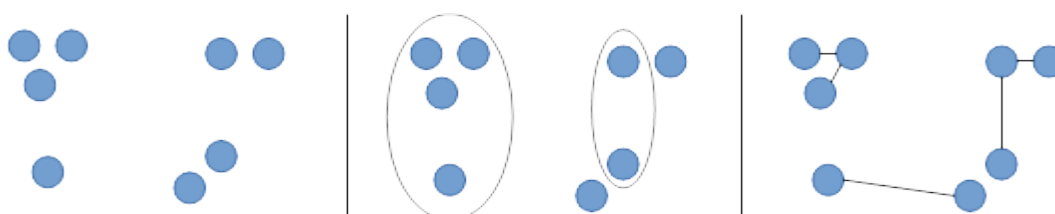
O **processamento pré-atentivo** é superficial, paralelo (no sentido de que obtém várias informações simultaneamente), tem capacidade elevada, é rápido (ocorre em aproximadamente 250 ms), não pode ser inibido, é inconsciente e é caracterizado por alvos que “saltam” durante uma busca visual. Está diretamente relacionado à memória sensorial. São tidas como **propriedades visuais pré-atentivas** [Mazza, 2009]:

- **Cor:** matiz e intensidade;
- **Forma:** orientação, tamanho, colinearidade, curvatura, agrupamento espacial, marcação adicionada a um subconjunto de um conjunto de objetos, formato, cardinalidade em grupos de objetos;
- **Posição espacial:** posição em espaço 2D, profundidade estereoscópica, concavidade e convexidade;
- **Movimento:** movimentação e vibração (*flicker*).

Sobre agrupamentos, é relevante destacar a importância dos **princípios de Gestalt** [Mazza, 2009]. Esses princípios indicam que a percepção humana tende a

organizar elementos visuais como um todo, e que um conjunto de objetos pode representar mais do que cada objeto separadamente, ou seja, esse “todo” contém mais do que a soma das suas partes. Dentre esses princípios, pode-se destacar no contexto de Visualização os seguintes (ilustrados na Figura 4.3):

- **Proximidade:** objetos próximos tendem a ser vistos como um grupo. Grafos orientados a força e projeções multidimensionais (Seção 4.6) procuram fazer agrupamentos de dados, utilizando este princípio para facilitar a identificação visual de grupos de dados relacionados ou similares.
- **Região comum:** objetos dentro de uma borda são percebidos como um grupo. Treemaps (Seção 4.6) utilizam este princípio na representação de hierarquias.
- **Conexão:** objetos conectados são percebidos como um grupo. Diagramas vértice-aresta (Seção 4.6) usam este princípio na representação de grafos e árvores.



**Figura 4.3. Princípios de Gestalt relacionando marcas: proximidade (esquerda), região comum (meio) e conexão (direita).**

O **processamento controlado**, por sua vez, é detalhado, serial, de baixa capacidade, lento, consciente e pode ser inibido. Está diretamente relacionado à memória de curta duração. É o processamento utilizado, por exemplo, na leitura de textos.

Com base nesta divisão, ao se projetar visualizações que pretendam auxiliar buscas e detecção de padrões, pode-se utilizar propriedades pré-atentivas, como cores e tamanhos; por outro lado, detalhes podem ser apresentados com propriedades relativas a processamentos controlados, como descrições textuais [Card et al., 1999]. Na Seção 4.4 as propriedades pré-atentivas e os modos de processamento serão considerados na etapa de definir visualizações adequadas para determinadas situações.

### 4.3. Caracterização de usuários

Dadas as características perceptivas gerais apresentadas na seção anterior, é importante estender o conhecimento sobre os usuários, considerando-os não como “seres humanos genéricos”, com características comuns, mas sim como pessoas com características, necessidades, capacidades e preferências próprias. Esse foco no usuário é condizente com o chamado “design centrado no usuário”, defendido pela área de IHC, e bem apresentado na obra organizada por Kerren et al. (2007), especialmente no capítulo de Kulyk et al. (2007) em que esta seção se baseia.

Como outros sistemas de software interativos, soluções baseadas em visualização precisam apresentar **usabilidade**. Kulyk et al. (2007) listam diferentes aspectos referentes a este conceito (não especificamente para visualização): efetividade, eficiência, satisfação de usuário, facilidade de aprendizagem, flexibilidade, facilidade de lembrar,

facilidade de uso, e tolerância a erros. Esses autores ressaltam que a facilidade de aprendizagem e de uso dependem tanto de aprender como os dados estão representados quanto de aprender a como interagir com eles; ambos os aspectos são essenciais para a construção de soluções de sucesso. Kulyk et al. também indicam que cenários com sobrecarga de dados afetam diretamente a efetividade, a eficiência e a satisfação dos usuários. Embora não diretamente ligado a usabilidade, Kulyk et al. indicam que facilidade de exploração é outro aspecto que favorece o sucesso de visualizações, permitindo a navegação nos dados e o controle do nível de abstração ou detalhamento desejado.

Como parte da estratégia de design de uma visualização que seja centrado no usuário, Kulyk et al. (2007) propõem que se deva responder às seguintes perguntas, com o intuito de construir um modelo sobre os usuários-alvo da aplicação:

- **Quem serão os usuários da visualização?** Aqui devem ser levantados os perfis dos usuários (*user profiling*), com suas habilidades e/ou deficiências físicas e cognitivas, bem como aspectos culturais. É parte desta etapa conhecer o domínio dos dados, o ambiente (trabalho individual ou em grupo, com que equipamentos, em que condições de trabalho) e o vocabulário dos usuários.
- **Que dados serão vistos? E com que técnicas de visualização os usuários atualmente veem esses dados?** Conhecer isto auxilia a compreender melhor o modelo mental do usuário. Na Seção 4.4 serão tratadas as formas de classificar os dados informados pelo usuário, visando prover uma representação adequada. Por sua vez, a Seção 4.6 abordará várias técnicas de visualização. Vale notar que não é incomum que usuários reportem utilizar apenas técnicas disponíveis em gerenciadores de planilhas como Microsoft Excel e LibreOffice Calc.
- **Que tarefas podem ser feitas com os dados?** Entrevistas, questionários, observação etnográfica, *workshops* participativos e demonstração de tarefas pelo usuário são técnicas úteis para auxiliar a responder a esta pergunta. Levantamentos de casos de uso podem ser feitos, mas são mais indicados para estágios finais de desenvolvimento, pois detalham muito a descrição da tarefa, o que pode limitar a usabilidade do sistema, segundo Kulyk et al. (2007).
- **Quais são alguns dos *insights* que a visualização oferecerá?** Entende-se por *insight* a capacidade de discernir a verdadeira natureza de uma situação; ou, ainda, o ato ou resultado de compreender a natureza inerente ou oculta das coisas ou de perceber de uma forma intuitiva. North (2006) apresenta essa definição do dicionário Merriam-Webster, e indica que o verdadeiro propósito de uma visualização é prover *insights* aos usuários. Segundo ele, um *insight* possui as seguintes características: é complexo, envolvendo vários dados e não apenas valores individuais; é profundo, no sentido de que *insights* geram mais questões, que geram mais *insights*, crescendo com o tempo; é qualitativo, pois pode não ser exato e pode ter vários níveis de resolução; frequentemente é inesperado e criativo; e é relevante, pois está enraizado no domínio de dados, conectando os dados ao conhecimento do domínio.

Deve-se ainda considerar que diferentes usuários podem ter preferência por (ou necessidade de) diferentes visualizações. Adicionalmente, diferentes usuários podem ter

níveis de experiência distintos (experiente, intermediário ou novato). Portanto, caracterizar que grupo de usuários com que nível de experiência utiliza qual parte do sistema é um aspecto relevante ao projetar visualizações [Kulyk et al., 2007]. Um conceito diretamente relacionado é o de **usabilidade universal**, o que implica desenvolver soluções de visualização que sejam usáveis por públicos com diferentes características (em termos de idade, idioma, habilidades), com variados níveis de conhecimento (geral, do domínio da aplicação, da sintaxe e semântica da interface) e usando diferentes tecnologias (plataformas, velocidades de rede, tamanhos de tela) [Plaisant, 2005]. Quanto a isto, a Seção 4.5.2 tece algumas considerações sobre aspectos de acessibilidade aplicados a visualizações.

Adicionalmente, o entendimento dos usuários e de suas necessidades pode ser feito com maior participação do usuário, como defendido em IHC, com o auxílio de técnicas como prototipação, design participativo e personas [Kulyk et al., 2007].

#### 4.4. Caracterização de dados

Entender as características do conjunto de dados a ser representado e manipulado é relevante, pois essas características podem servir de guia para a escolha ou rejeição de técnicas de visualização a ser utilizadas em uma determinada situação.

Um conjunto de dados pode ser obtido do ambiente de forma manual (coleta de dados) ou automatizada (p.ex., sensores, *logs* de servidores de rede, bancos de dados), com origem em uma ou mais fontes. Essa massa de dados, a que Card et al. (1999) chamam de “dados brutos”, normalmente precisa ser convertida em uma estrutura de dados organizada, que evidencie quais os registros (tuplas) a serem representados, quais suas variáveis (ou dimensões) e quais as relações entre registros, quando existentes. Normalmente essa estrutura é uma tabela de registros por variáveis, chamada de **tabela de dados** [Card et al., 1999], como exemplificado na Figura 4.4. Quando os registros possuem relações entre si (no caso de grafos, por exemplo), uma tabela auxiliar pode ser utilizada para registrar essas relações.

CONTINENTE	LOCALIZACAO	PAIS	POPULACAO	PIB PER CAPITA	IDH
Asia	Sul da Asia	Afeganistão	31280518	683	0,468
Africa	Africa Meridional	Africa do Sul	53139528	7336	0,658
Europa	Sul da Europa	Albânia	3185413	3809	0,716
Europa	Oeste da Europa	Alemanha	82652256	41376	0,911
Europa	Sul da Europa	Andorra	80153	41122	0,83
...	...	...	...	...	...
Africa	Africa Oriental	Zâmbia	15021002	1527	0,561
Africa	Africa Oriental	Zimbábue	14599325	714	0,492

Figura 4.4. Tabela de dados sobre países<sup>1</sup>.

Ao definir e preencher uma tabela de dados, pode-se perceber a ausência de dados relevantes ou incorretos, que podem ser completados ou substituídos com auxílio de algum procedimento automático (por exemplo, usar um valor médio da variável) [Ward et al. 2010], ou ainda pelo próprio usuário. Outro procedimento necessário é definir uma série de metadados referentes a classificações de variáveis e da própria

<sup>1</sup> Dados obtidos e adaptados a partir de: <http://www.ibge.gov.br/paisesat/> (24/09/2014).

estrutura da tabela. Com relação a domínio, as variáveis podem ser classificadas em [Card et al., 1999; Spence, 2007; Mazza, 2009]:

- **Nominais** (ou **categóricas**): variáveis cujo domínio é um conjunto de elementos sem ordem implícita. Exemplo: nomes de países;
- **Ordinais**: variáveis cujo domínio é um conjunto de elementos com ordem implícita. Exemplos: tamanhos de camisetas (PP, P, M, G, GG); datas de nascimento (ordinal temporal); dias da semana (ordinal temporal cíclico).
- **Quantitativas** (ou **numéricas**): variáveis cujo domínio são elementos numéricos, passíveis de sofrerem operações aritméticas. Exemplo: quantidade de acessos a um site, tamanhos de pessoas, ou população de um país.

Uma classificação ortogonal a esta diz respeito à **dependência funcional** entre as variáveis representadas, e classifica as variáveis em **dependentes** (ou **de entrada**) ou **independentes** (ou **de saída**) [Card et al., 1999; Mazza, 2009]. Nessa classificação, uma variável dependente tem o valor determinado pelo conjunto de variáveis independentes da tabela. Esse conceito tem relação direta com o conceito de chave primária, pertencente à teoria de bancos de dados. No exemplo da Figura 4.4, “país” é a variável independente, e as demais são dependentes dela.

Um terceiro tipo de metadado relevante é a **estrutura** dos dados da tabela de dados. Essa estrutura pode ser linear, temporal, espacial, hierárquica ou em rede. Dados com **estruturas hierárquicas ou em rede** são tuplas relacionadas entre si na tabela de dados, com relações de árvore (por exemplo, pastas de um sistema de arquivos ou organogramas de empresas) ou grafo (por exemplo, relacionamentos entre pessoas em redes sociais), respectivamente. Dados com **estrutura temporal**, como o nome sugere, variam ao longo do tempo. Dados com **estrutura linear** não apresentam nenhuma relação explícita entre os elementos das tuplas da tabela de dados. **Estruturas espaciais** estão fora do escopo de Visualização de Informação (e deste capítulo), pertencendo à área de Visualização Científica.

Embora não haja classificação específica para a **cardinalidade** (em quantidade de tuplas) da tabela de dados, é importante levar essa característica em consideração, posto que a representação de “muitos” registros da tabela de dados pode impactar a compreensão do usuário sobre o conjunto de dados representado, ocasionando, por exemplo, superposição de rótulos e marcas, ou falta de espaço para representação de marcas.

#### 4.5. Mapeamento visual e estruturas visuais

Tendo sido escolhido e devidamente classificado o conjunto de dados de interesse e analisado em termos de seus metadados, é necessário escolher a forma como esses dados serão apresentados. Uma **estrutura visual** [Card et al., 1999] (ou representação visual) é um conjunto de elementos visuais que representam um conjunto de dados. Esses elementos visuais, chamados de **marcas**, são objetos presentes no *espaço* (**substrato espacial**) do gráfico, como pontos, linhas, áreas, superfícies, volumes [Card et al., 1999; Mazza, 2009], dígitos [Tufté, 1990] e ícones multidimensionais [Spence, 2007]. Cada marca apresenta **propriedades gráficas**, como cores, tamanhos, formas, texturas, orientação, entre outros; e **propriedades espaciais**, como sua disposição de acordo com

eixos de um gráfico, ou mesmo sua proximidade com relação a outras marcas. Em suma, estruturas visuais são os gráficos interativos nos quais os dados selecionados pelo usuário são apresentados e com os quais ele pode interagir. Como exemplo, o gráfico de dispersão à esquerda da Figura 4.1 usa eixos (X e Y) e marcas (círculos) com cores específicas para cada continente.

Para que uma estrutura visual represente os dados de uma tabela de dados, cada variável dessa tabela pode ser associada a uma propriedade gráfica ou espacial, processo este chamado de **mapeamento visual**. Como exemplo, o gráfico de dispersão da Figura 4.1 apresenta o seguinte mapeamento visual:

- Eixo X: População;
- Eixo Y: PIB per capita;
- Marca: país;
- Matiz (cor) da marca: continente;
- Luminosidade: marca está (ou não) selecionada.

Vale destacar que nem todas as variáveis do conjunto de dados precisam ser mapeadas de forma gráfica ou espacial; de fato, algumas variáveis podem estar associadas a controles interativos, como será apresentado na Seção 4.7.

Marcas podem ainda estar explicitamente relacionadas entre si, em especial por duas técnicas [Card et al., 1999]. Uma delas é chamada **conexão**, na qual linhas unem marcas relacionadas (como os tradicionais diagramas vértice-aresta (*node-link diagrams*) para representação de grafos ou árvores), o que é relacionado ao princípio Gestalt de mesmo nome. A outra técnica é chamada **encapsulamento**; nela uma marca contém outras, o que é muito útil na apresentação de hierarquias ou relacionamentos entre conjuntos. Encapsulamento relaciona-se ao princípio de região comum (Seção 4.2.2), e são associadas à técnica Treemap, a ser mostrada na Seção 4.6.3.

Gráficos comumente apresentam **eixos** que definem uma métrica segundo a qual o espaço será utilizado. Eixos podem ser classificados como **nominais**, **ordinais** ou **quantitativos**, dependendo das variáveis às quais estão associados e do tipo de gráfico que os usa. Por exemplo, gráficos de barras possuem um eixo Y necessariamente quantitativo, e um eixo X que normalmente é nominal. Gráficos de dispersão, por outro lado, admitem eixos X e Y quantitativos, ordinais ou nominais. É válido ressaltar que a inexistência de ordem entre elementos de uma variável nominal permite a alteração de ordem de valores de um eixo nominal sem alteração no conjunto de dados subjacente, e com possível ganho de interpretação por parte do usuário [Spence, 2007; Silva et al. 2014]. Também é importante ressaltar que há técnicas que utilizam um **espaço não estruturado em eixos**, como é o caso de projeções multidimensionais (vide Seção 4.6.2), nas quais a distância entre marcas é que apresenta significado, e não a posição individual dessas marcas.

Quanto à sua disposição espacial, eixos podem usar técnicas como composição (eixos ortogonais), alinhamento (eixos compartilhados por estruturas visuais), *folding* (um eixo apresenta continuidade em um eixo vizinho paralelo, como os dias de um calendário), recursão (subdivisão do espaço em novos eixos) e sobrecarga (*overloading*)

(reúso do mesmo espaço para a mesma tabela de dados) [Card et al., 1999]. *Small multiples* [Tufte, 1990] e empilhamento dimensional (*dimensional stacking*) [Ward et al., 2010] podem ser vistos como variações da técnica de recursão.

#### 4.5.1 Em busca de um mapeamento adequado

A escolha de um mapeamento visual adequado é um dos pontos centrais na elaboração de uma boa solução de visualização de dados. Não há uma regra para elaboração de um bom mapeamento; contudo, há recomendações baseadas em como um ser humano é capaz de interpretar certas propriedades das marcas, e como essas interpretações se relacionam a como se deseja que um gráfico seja interpretado.

Bertin [apud Spence, 2007] identifica 4 tarefas comuns relativas ao entendimento de marcas, e que deveriam ser consideradas ao se fazer um mapeamento visual: associar marcas, diferenciar marcas, perceber ordem entre elas, e perceber proporcionalidade. Para isto, considerou as seguintes propriedades, chamadas de **propriedades (ou variáveis) retiniais**: tamanho, luminosidade, textura, cor (matiz), orientação e forma [Spence, 2007]. Recebem este nome porque a retina humana é muito sensível a elas [Mazza, 2009]. A Figura 4.5 indica, segundo Spence (2007), quais tarefas seriam suportadas por essas propriedades. Por exemplo, tamanho, luminosidade e textura são indicados para mostrar ordem entre elementos; porém, cor não é indicada para isto, porque não há uma relação de ordem entre cores que seja de senso comum. Por outro lado, cores são indicadas para permitir associar grupos de marcas e para separar grupos entre si.

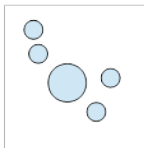
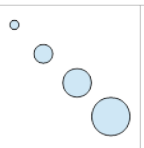
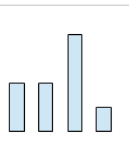
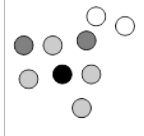

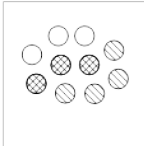
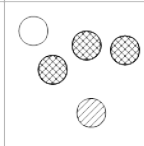
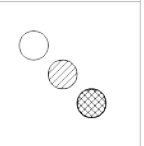
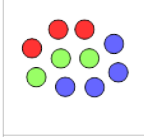


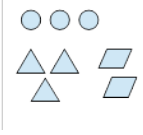
Card et al. (1999) fazem considerações adicionais nesse sentido, levando em conta a classificação da variável a ser exibida e o conceito de efetividade. Entende-se por **efetividade** a capacidade de permitir rápida interpretação dos dados e fácil distinção entre eles, levando à menor quantidade possível de erros de interpretação [Mackinlay, 1986]. Assim, Card et al. apresentam para cada tipo de variável quais seriam as propriedades retiniais mais indicadas para sua representação, em uma tabela chamada de “tabela de efetividade de propriedades retiniais”. Em resumo, essa tabela apresenta as seguintes recomendações:

- Posição e tamanho são propriedades efetivas para representar dados de variáveis cujo domínio tem um zero natural, independentemente da classificação da variável;
- Luminosidade é efetivo para representar dados de variáveis ordinais;
- Cor, textura, forma e orientação são efetivos para permitir a diferenciação de marcas de dados nominais.

Outra propriedade menos ressaltada é o uso de animação (*motion*) [Ward et al., 2010] para representar outra variável. A princípio o conceito de animação refere-se a deslocar uma marca em alguma direção ao longo do tempo. No entanto, esse conceito é estendido a alterações em qualquer propriedade gráfica ou espacial, como aumentar ou diminuir marca, torná-la mais brilhante ou mais opaca, entre outros. É importante destacar que não é necessário mapear no tempo uma variável temporal, embora esta escolha possa ser a mais apropriada em várias situações.



Vale notar essas recomendações de mapeamento devem ser consideradas com cautela. Por exemplo, um sistema que use diferentes tonalidades de cor para representar uma legenda de 20 valores possíveis de uma variável pode não permitir efetividade na interpretação de qual cor representa qual valor. Nesse sentido, Ware (2004) sugere limitar às seguintes 12 cores uma codificação por cores (ou seja, um mapeamento visual de uma variável nominal): vermelho, verde, amarelo, azul, preto, branco, rosa, ciano, cinza, laranja, marrom e roxo. Trata-se de um aspecto relevante pois, apesar de monitores de computadores atuais suportarem mais de 16 milhões de cores diferentes, a diferenciação entre elas pode ser dificultada por aspectos culturais (nomeação de cores), fisiológicos e mentais (captação e identificação de cor), incluindo até mesmo a interferência na percepção de cores espacialmente próximas (como exemplificado na ilusão ótica da Figura 4.2(b)).

	Associação (perceber similaridade)	Seleção (diferenciar marcas)	Ordenação (perceber ordem)	Quantificação (perceber proporção)
Tamanho				
Luminosidade				
Textura				
Cor (matiz)				
Orientação				
Forma				

**Figura 4.5. Recomendações de Bertin sobre a adequação de propriedades retiniais para apoio a tarefas comuns (adaptada de Spence (2007)).**

Outro aspecto relevante é a quantidade de propriedades gráficas e espaciais utilizadas. É preciso utilizar bom senso na escolha de quantas variáveis do conjunto de dados devem efetivamente ser mostradas ao mesmo tempo, posto que cada conversão mental entre cada propriedade pré-atentiva e seu respectivo valor deve ser feita com base em alguma legenda (exigindo processamento cognitivo). Deve-se considerar que o processo de interpretação de uma estrutura visual ocorre na memória de curta duração, que tem capacidade limitada de armazenamento. Dessa forma, não é aconselhável reter

nessa memória uma grande quantidade de unidades de informação (*chunks*) [Mazza, 2009], o que pode levar a uma sobrecarga cognitiva por parte do usuário que interpreta o conjunto de dados, ocasionando perda de usabilidade da solução proposta. Além disso, a ocorrência de vários tipos distintos de propriedades pré-atentivas no mesmo gráfico pode reduzir o efeito dessas propriedades de focar a atenção do usuário [Ware, 2004], ou seja, essas propriedades podem competir entre si.

#### 4.5.2. Aspectos de acessibilidade

Com relação a acessibilidade, dois aspectos relevantes podem ser mencionados. Um deles diz respeito a deficiências visuais de percepção de cor. Pessoas podem ter dificuldades quanto a percepção de tons vermelhos, verdes ou azuis, ou mesmo não enxergar nenhum deles (percebendo apenas a luminosidade). As recomendações de acessibilidade da W3C para web, conhecidas como WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) 2.0, indicam em seu Princípio 1 que qualquer informação deve ser apresentada aos usuários de forma que eles possam percebê-la; mais especificamente, um critério de sucesso desse princípio é verificar se “cor não é usada como a única forma visual de transmitir informação, indicar uma ação, solicitar uma resposta ou distinguir um elemento visual” [W3C, 2014]. Deste modo, permitir mudanças de mapeamento visual [Mazza, 2009] ou ainda utilizar mapeamento redundante (mais de um tipo de propriedade mapeado por variável) são estratégias possíveis para tornar mais acessível uma estrutura visual para diversos públicos. Por exemplo, um gráfico de linhas pode usar ao mesmo tempo cores e tipos de traço distintos para identificar as diferentes séries de dados usadas, como ilustrado na Figura 4.6.

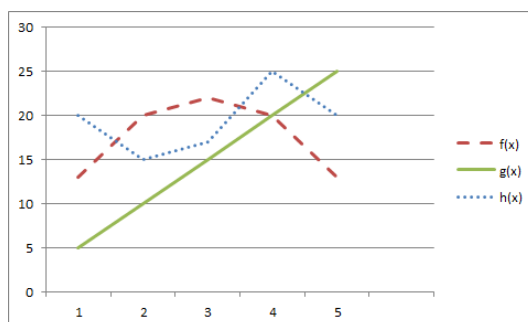


Figura 4.6. Gráfico de linhas com mapeamento redundante de séries (cores e tipos de traço distintos por variável).

Ainda no tocante a acessibilidade, vale destacar que portadores de cegueira parcial ou total podem fazer uso de mapeamentos de variáveis em aspectos sonoros (como volume, tonalidade e timbre), de forma complementar ou substituta aos mapeamentos em propriedades visuais. Este é o foco de uma área de estudos chamada Sonificação (*Sonification*); uma boa introdução a este tema é o trabalho de Hermann et al. (2011), sugerido aos leitores interessados no tema.

#### 4.6. Classificações e exemplos de estruturas visuais

Diferentes classificações de estruturas visuais levam em conta a dimensionalidade dos dados e sua estruturação [Mazza, 2009; Ward et al., 2010; Spence, 2007; Görg et al., 2007]. Nesta seção, estruturas visuais são classificadas em 5 tipos, de acordo com essas

características: dados de baixa dimensionalidade, dados multidimensionais, dados em rede (grafos) ou hierárquicos (árvores), textos e dados temporais.

#### 4.6.1. Dados de baixa dimensionalidade

Pode-se considerar dados de baixa dimensionalidade aqueles com 1, 2 ou 3 variáveis. Dependendo da quantidade das variáveis e de seus tipos, há diferentes possibilidades de escolha de estruturas visuais.

Para representar valores de apenas **1 variável** pode-se utilizar *dot plots* (ou “gráficos de dispersão de um único eixo” [Mazza, 2009]), que representam todos os valores da variável, por meio de pontos em um eixo; ou *box plots*, que representam percentis do conjunto de dados (mediana inclusive) e valores discrepantes. Os percentis são valores derivados do conjunto de dados original. As Figuras 4.7(a) e (b) ilustram esses tipos de gráficos.

Caso se tenha **2 variáveis**, pode-se usar gráficos de barras, de linha, de dispersão (Figura 4.7(c)), de pizza, ou ainda sequências de *box plots* (Figura 4.7(d)), dependendo de características do conjunto de dados. Gráficos de barras, de linha e de sequência de *box plots* representam como uma variável quantitativa varia de acordo com uma outra variável independente (normalmente nominal). Um histograma é um caso específico de gráfico de barras, em que duas variáveis – intervalos (ordinal) e frequência (quantitativa) – são derivadas de uma única variável, e posteriormente exibidas como um gráfico de barras. Gráficos de pizza são usados se os valores da variável quantitativa podem ser somados formando um todo. Gráficos de dispersão, por sua vez, podem representar quaisquer 2 variáveis em seus eixos X e Y.

Para **3 variáveis**, pode-se utilizar gráficos de barras empilhados ou agrupados, desde que apenas 1 variável seja dependente e quantitativa. Na versão agrupada, a base comum a todas as barras permite comparar seus valores absolutos com maior efetividade. Por sua vez, na versão empilhada, cada pilha de barras representa um valor não indicado no conjunto original de dados: a soma dos valores das variáveis dependentes para cada valor da variável independente. Outra opção a ser usada são gráficos de dispersão em 3D – neste caso, com a necessidade de introduzir mecanismos interativos (como rotação dos eixos) visando evitar a oclusão de pontos. Há ainda a possibilidade de se utilizar um *heatmap* (mapa de calor); trata-se de uma matriz cujos eixos X e Y mapeiam duas variáveis independentes, e as cores das células mapeiam uma variável dependente. Nesta matriz, a ordem das linhas e das colunas da matriz pode ser alterada caso representem variáveis nominais (o que ficou conhecido como o conceito de matrizes reordenáveis de Bertin), visando apresentar padrões subjacentes no conjunto de dados [Silva et al., 2014]. Como exemplo, a Figura 4.8 ilustra gráficos de barras empilhados e *heatmaps* com um conjunto de dados de projeção populacional para 2050. No *heatmap* os dados estão organizados por ano e faixa etária, colorindo as células de acordo com a estimativa de excedente de mulheres. SPLOMs, a serem apresentados na Seção 4.6.2, também podem ser usados com cenários de 3 variáveis.

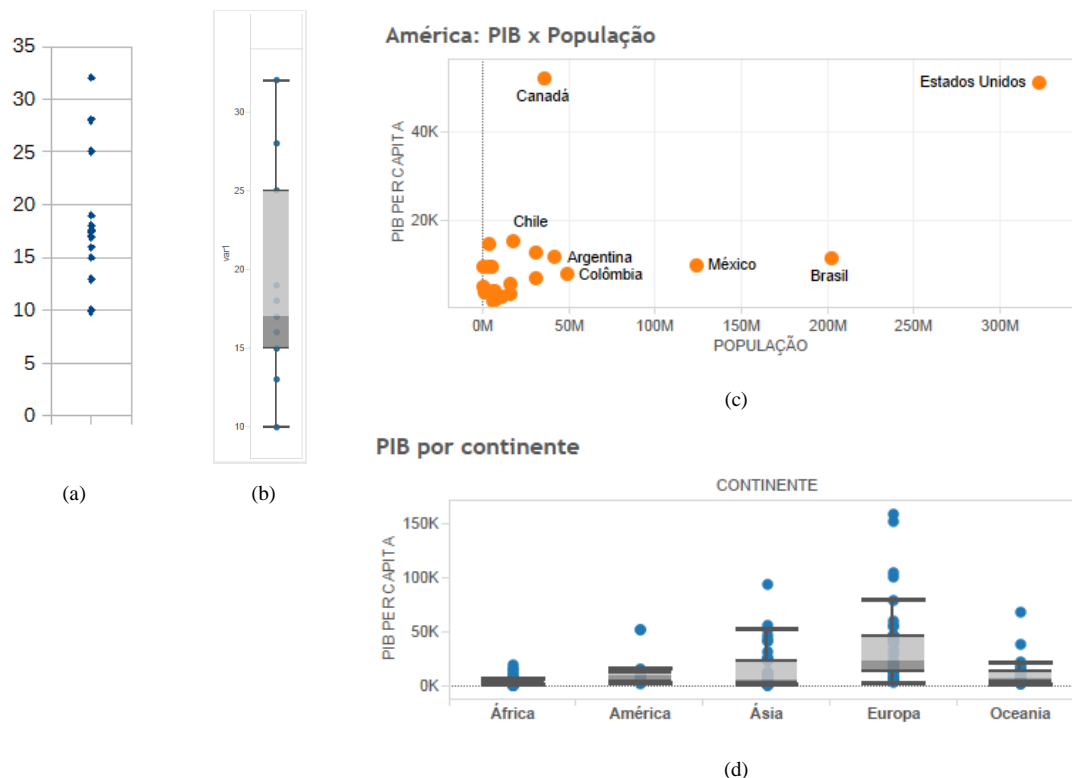


Figura 4.7. (a) *Dot plot*; (b) *box plot*; (c) gráfico de dispersão; (d) sequência de *box plots*.

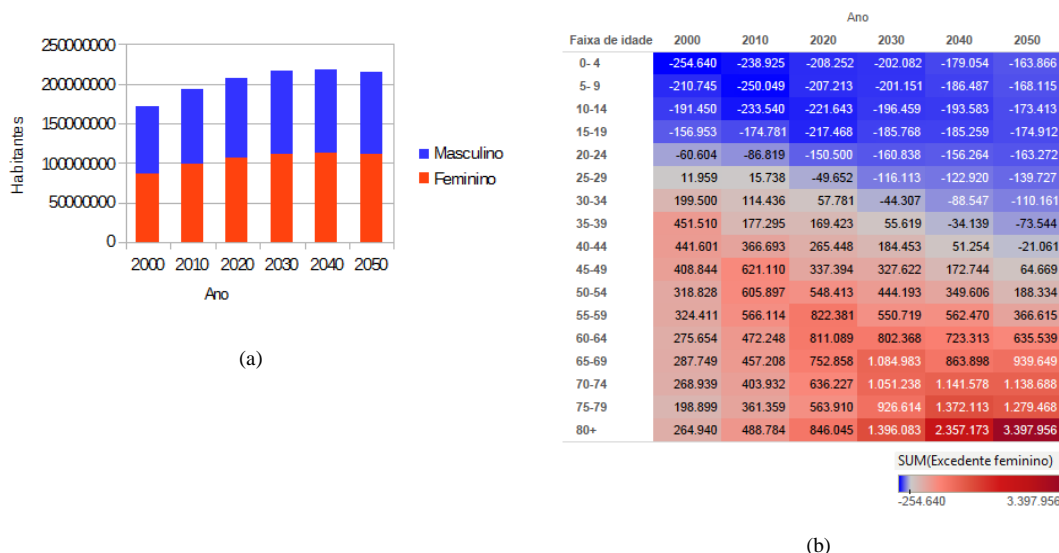


Figura 4.8. Estimativas populacionais do IBGE<sup>2</sup> até 2050, de 10 em 10 anos. (a) Gráfico de barras empilhado. (b) *Heatmap*.

2 Fonte: IBGE (2008). Projeções 1980-2050 (Revisão 2008). Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao\\_da\\_Populacao/Revisao\\_2008\\_Projecoes\\_1980\\_2050/Revisao\\_2008\\_Projecoes\\_1980\\_2050/Projecoes\\_1980\\_2050\\_revisao\\_2008.zip](ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao_da_Populacao/Revisao_2008_Projecoes_1980_2050/Revisao_2008_Projecoes_1980_2050/Projecoes_1980_2050_revisao_2008.zip) (30/09/2014)

### 4.6.2. Dados multidimensionais

Para representar conjuntos com mais de 3 variáveis, não é possível criar eixos ortogonais adicionais em um espaço tridimensional. Desta forma, técnicas para representação de dados multidimensionais procuram utilizar um espaço bidimensional para representar esses dados. Essas técnicas podem ser organizadas em 4 subclasses [Ward et al., 2010], de acordo com o elemento gráfico em que se baseiam: pontos, linhas, regiões ou combinações dessas técnicas.

**Técnicas baseadas em pontos** consideram como um ponto pode representar um valor n-dimensional. Gráficos de dispersão, como visto, representam por um ponto (marca) os valores de dois de seus atributos nos eixos X e Y. Os demais atributos podem ser representados por outras propriedades gráficas, como cores e tamanhos da marca (Figura 4.9). Outra possibilidade é utilizar matrizes de gráficos de dispersão (*scatterplot matrices*, ou *SPLOMs*), em que cada uma das possíveis combinações de variáveis duas a duas geram um gráfico de dispersão. Nessas matrizes, interatividade permite verificar simultaneamente em todos os gráficos os valores de uma mesma tupla ou conjunto de tuplas. A Figura 4.10 exemplifica essa técnica na ferramenta D3 [Bostock, 2013], apresentando um conjunto de dados de 4 dimensões relativo a largura e comprimento de pétalas e sépalas de flores (conhecido como *Iris dataset*).

Vale ressaltar que em ambos os casos há um limite prático de número de dimensões, devido a restrições na capacidade de observação e interpretação de dados. Em gráficos de dispersão, representar muitas variáveis por meio de propriedades gráficas pode dificultar a capacidade de discernimento e agrupamento entre as marcas desenhadas, afetando o funcionamento dos princípios de Gestalt e, assim, atrapalhando o entendimento dos dados pelo usuário. Já em matrizes de gráficos de dispersão, um grande número de dimensões implica grande número de células de tamanho reduzido, dificultando a análise de correlações e pontos discrepantes por parte do usuário.

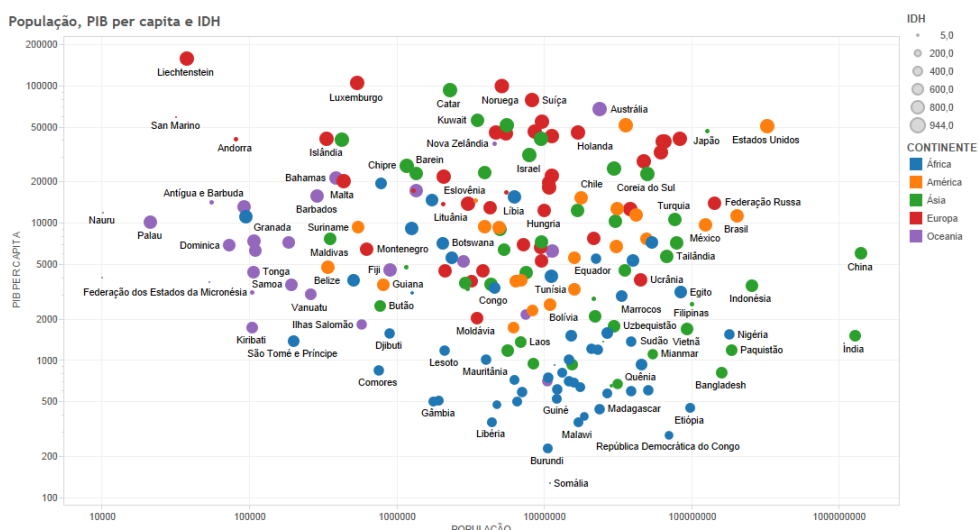


Figura 4.9. Gráfico de dispersão com 4 variáveis.

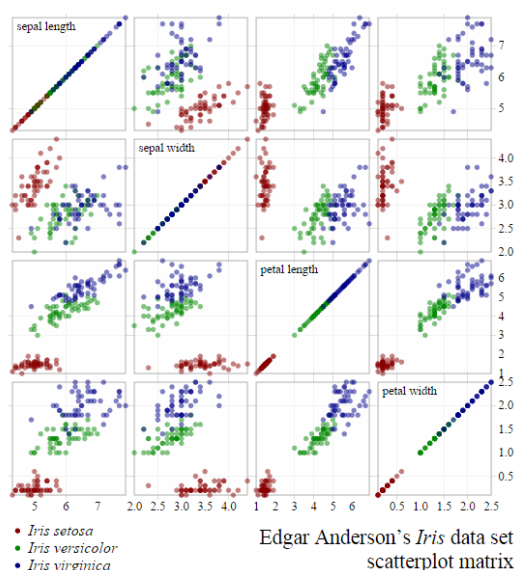


Figura 4.10. Matriz de gráficos de dispersão com 4 variáveis<sup>3</sup>.

Outra estratégia para determinar a posição de pontos no espaço de desenho é a chamada projeção multidimensional, ou ainda redução de dimensionalidade [Ward et al., 2010]. Trata-se de um conjunto de técnicas que visa reduzir um espaço  $n$ -dimensional para um espaço  $p$ -dimensional, onde  $p \ll n$  e  $p$  normalmente é igual a 2. Ou seja, dado um conjunto de dados de  $n$  variáveis, atribui-se à marca de cada tupla desse conjunto uma coordenada  $(x,y)$  no espaço de desenho, tentando manter próximas as marcas de tuplas que sejam parecidas entre si, e afastadas as que não apresentam semelhança. Uma das classes de técnicas mais conhecidas para isto é a de escalonamento multidimensional (*multidimensional scaling*, ou MDS).

Como exemplo, a Figura 4.11 apresenta um conjunto de dados sobre características de automóveis, desenhado com técnica MDS via software Orange<sup>4</sup>. Cada marca representa um automóvel, cujas características (tom de cinza (luminosidade), tamanho e forma) representam, respectivamente, rendimento (em milhas por galão, ou “mpg”), peso e origem. Com relação ao rendimento, valores baixos são mapeados para tons mais escuros, e valores altos para tons mais claros. É possível observar, por exemplo, um conjunto de círculos semelhantes e próximos no topo da figura, indicando veículos pesados com baixo rendimento, todos de mesma origem e, pela proximidade entre eles, provavelmente com mais características semelhantes não mapeadas em propriedades gráficas, mas consideradas na projeção. Também é relevante destacar que nesta técnica os eixos X e Y não representam efetivamente nenhuma variável, sendo necessário usar técnicas auxiliares (seleção de elementos e solicitação de detalhes, por exemplo) para identificar os valores das marcas de determinada região.

3 Disponível em: <http://mbostock.github.io/d3/talk/20111116/iris-splom.html> (27/09/2014).

4 Disponível em: <http://orange.biolab.si/> (30/09/2014).

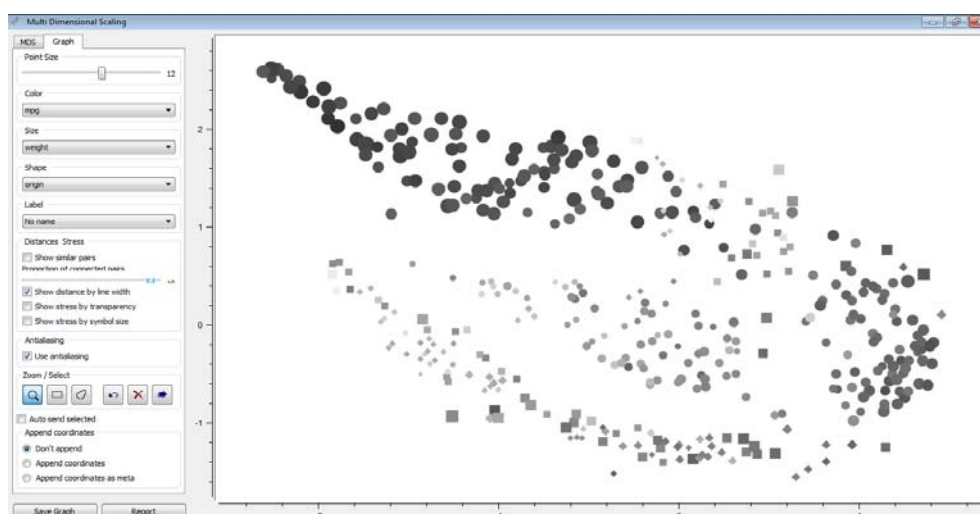


Figura 4.11. MDS representado semelhanças entre automóveis.

**Técnicas baseadas em linhas** utilizam linhas como marca, tendo dois principais exemplos: gráficos de linhas e gráficos de coordenadas paralelas. Gráficos de linhas podem representar como  $n$  variáveis quantitativas dependentes variam de acordo com uma variável independente. A variável independente é mapeada no eixo X e as demais compartilham um eixo Y. As linhas referentes a cada variável são representadas normalmente por cores diferentes, ou ainda por formatos diferentes dos pontos que marcam os valores exatos das variáveis quantitativas. Na prática, o que ocorre é uma superposição de vários gráficos de linhas de 2 variáveis, embora haja outras variações possíveis, como gráficos de linhas empilhados (ou justapostos) [Ward et al., 2010]. A Figura 4.12 apresenta um gráfico de linhas sobrepostas com dados de PIB per capita, população e IDH de cada país. Observe que ordenar o eixo X com base nos valores de uma das variáveis dependentes pode permitir analisar correlações entre ela e as demais variáveis dependentes. Adicionalmente, gráficos de linhas podem ainda ter aspecto radial, transformando-se em gráficos de radar (ou *star plots*) e tornando-se interessantes para a representação de valores de natureza cíclica (como dados sazonais); ou ainda terem pintadas as regiões inferiores a cada linha, transformando-se em gráficos de áreas.

Destaca-se como limites desses gráficos (e de suas variações) a possível dificuldade de entendimento do gráfico na ocorrência de elevadas quantidades de cruzamentos entre linhas, ou no uso de muitas variáveis independentes.

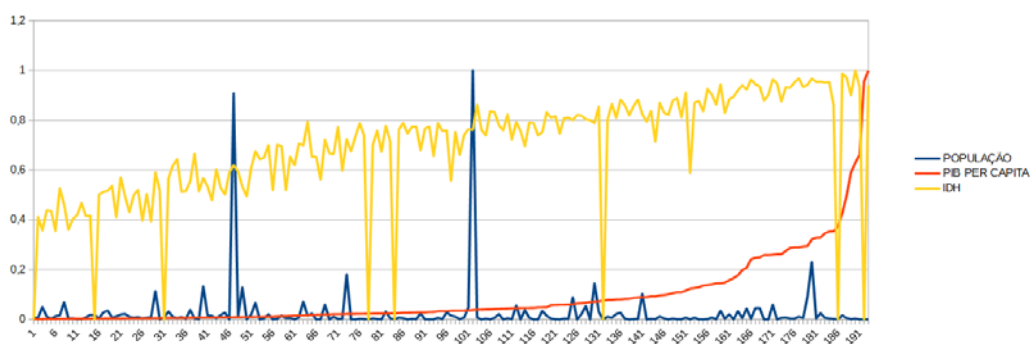
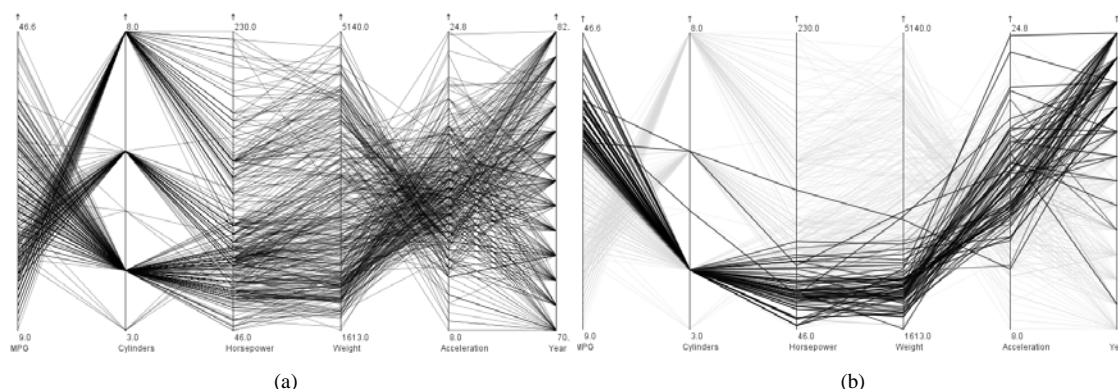


Figura 4.12. Gráfico de linhas com 3 variáveis quantitativas (normalizadas), ordenadas por PIB per capita.

Gráficos de coordenadas paralelas [Inselberg, 2009], por sua vez, são especialmente projetados para cenários multidimensionais. Ao invés da tradicional organização ortogonal de eixos, esse tipo de gráfico apresenta um conjunto de eixos paralelos, sendo que cada variável é mapeada em um eixo. Uma tupla, neste sistema, é representada como uma linha poligonal (*polyline*) que intersecta cada eixo no ponto correspondente ao valor da tupla para a variável por ele representada. A Figura 4.13(a) usa essa técnica para apresentar um conjunto de dados similar ao da Figura 4.11, utilizando o software Parvis<sup>5</sup>. Recursos interativos para filtrar dados em cada variável e para reordenar eixos são extremamente importantes e necessários para destacar correlações e permitir a análise dos dados. Como exemplo, na Figura 4.13(b), cujas tuplas foram filtradas pelos maiores valores de rendimento (“MPG”), é possível verificar que carros com rendimento alto tendem a ter 4 cilindros, baixo peso, baixa potência (*horsepower*) e são mais comuns nos anos mais próximos a 1982. Vale observar que há um limite para o número de eixos usado nesta técnica, que depende essencialmente do tamanho da tela utilizada. É possível ainda ao usuário reordenar eixos para aproximar variáveis que julgue mais relacionadas entre si, ou calcular uma ordem otimizada.



**Figura 4.13. Gráfico de coordenadas paralelas com 6 variáveis. (a) Todas as tuplas em exibição; (b) filtrado pelos valores mais altos da variável MPG.**

**Técnicas baseadas em regiões** podem ser exemplificadas por gráficos de barras e *heatmaps*, ambos já ilustrados na Figura 4.8. Em especial, *heatmaps* podem ser usados para representar dados multidimensionais, desde que com mapeamento diferente do apresentado na seção anterior. Neste caso, o eixo Y mapeia nomes de variáveis, o eixo X mapeia identificadores (ou chaves primárias) de tuplas; e as cores das células representam valores normalizados de cada variável em cada tupla. A definição de uma ordem apropriada de linhas e colunas continua sendo um aspecto relevante, revelando neste caso semelhanças entre tuplas e correlações entre variáveis do conjunto de dados.

**Técnicas híbridas**, como o nome sugere, são combinações das técnicas anteriores. Exemplos dessas técnicas são as técnicas orientadas a pixel [Keim, 2000], que misturam conceitos de técnicas baseadas em pontos e em regiões.

5 Ledermann, F. (2002) Parvis. Disponível em: <http://www.mediavirus.org/parvis> (30/09/2014).



### 4.6.3. Redes e hierarquias

Grafos (redes) e árvores (hierarquias) são conceitos baseados no relacionamento entre tuplas do conjunto de dados. Suas representações usam os conceitos de conexão e encapsulamento, apresentados na Seção 4.5. Embora árvores sejam grafos, ambos possuem possibilidades diferentes de representação, e por isso são tratados separadamente.

**Métodos de representações de árvores** são classificados em métodos preenchedores de espaço (*space-filling*) e métodos não preenchedores de espaço (*non-space-filling*) [Ward et al., 2010]. Na primeira categoria, destaca-se a técnica Treemap [Shneiderman, 1992]. Ela representa cada nó de uma árvore enraizada como sendo um retângulo; usando encapsulamento, os retângulos de nós filhos de um nó P são desenhados dentro do retângulo de P. Tamanho e cor dos retângulos podem ser mapeados para variáveis do conjunto de dados. A Figura 4.14 apresenta como essa técnica pode representar uma árvore de continentes (mapeados para cor), países (cada retângulo) e suas populações (tamanho do retângulo). Vale ressaltar que essa técnica procura tornar similar as proporções entre as populações e os tamanhos dos retângulos; por exemplo, a Ásia possui mais da metade da população mundial; e Brasil, Estados Unidos e México juntos possuem mais da metade da população da América.

O principal método não preenchedor de espaço é o tradicional diagrama vértice-aresta. Vértices (ou nós) representam tuplas e arestas representam ligações entre as tuplas. Marcas de vértices (quadrados, círculos etc.) e de arestas (linhas) podem ter propriedades gráficas mapeadas para variáveis a eles referentes. Como exemplo, a Figura 4.15 mostra uma árvore com um leiaute radial. Este e outros leiautes devem seguir recomendações como: aspectos estéticos (por exemplo, minimização de cruzamentos de arestas), restrições (como o posicionamento de nós vizinhos em uma mesma posição vertical ou raio) e convenções (como posicionar a raiz no topo da figura em um leiaute hierárquico, ou no centro em um leiaute radial) [Ward et al., 2010].

**Grafos** arbitrários, por sua vez, podem ser representados tipicamente de duas formas: por *heatmaps* (construídos a partir de matrizes de adjacência dos grafos), ou por diagramas vértice-aresta. A posição dos nós e das arestas em diagramas vértice-aresta dependem, novamente, de algoritmos de leiaute.

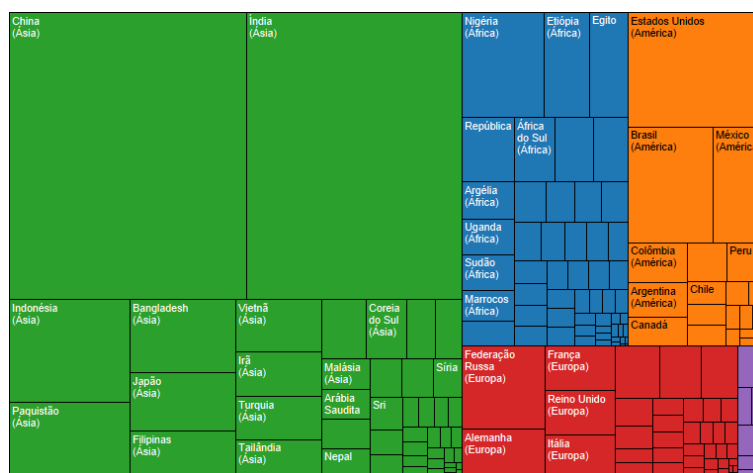
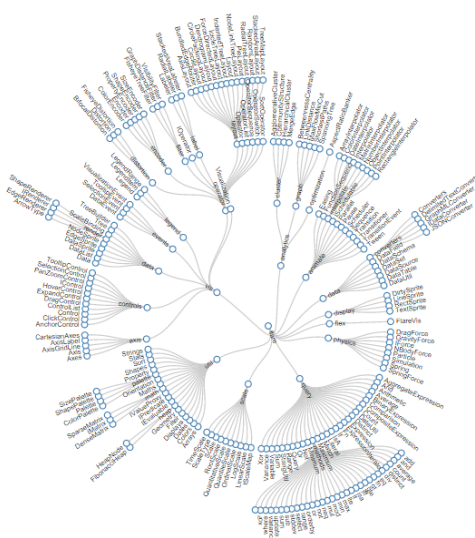


Figura 4.14. Treemap apresentando população mundial por país e continente.



**Figura 4.15. Grafo enraizado representado por diagrama vértice-aresta com leiaute radial<sup>6</sup>.**

Uma abordagem possível utiliza **métodos baseados em força**, baseados em analogias de forças de molas para definir o posicionamento de vértices [Di Battista et al., 1999]. Cada vértice é tido como um anel de metal, e cada aresta como uma mola interligando dois desses anéis. A força de uma mola é mais forte se o peso da respectiva aresta é maior, e vice-versa. Essa força diminui à medida que a mola retorna ao seu tamanho de descanso (correspondente ao tamanho desejado da aresta). Adicionalmente, há uma força de repulsão entre anéis (como uma repulsão elétrica) para evitar a sobreposição de vértices. Dado este sistema e uma posição inicial (normalmente aleatória) dos vértices, um algoritmo iterativamente simula cada momento desse sistema físico, calculando e aplicando as forças em cada vértice. O algoritmo se encerra quando as forças diminuem abaixo de um certo patamar. A Figura 4.16 é um exemplo desse tipo de método aplicado a um grafo de relacionamento entre pessoas. Note-se a semelhança entre esse tipo de método e os métodos de projeção multidimensional da Seção 4.6.2. Outros métodos de desenho de grafos são mais complexos e não serão apresentados neste capítulo; leitores interessados podem consultar os trabalhos de Ward et al. (2010) e Di Battista et al. (1999).

#### 4.6.4. Textos

A visualização de um ou mais textos demanda inicialmente a extração de dados que representem características desses textos, como frequências de palavras ou a importância das palavras na coleção de documentos. Com base nisto, gera-se tabelas de dados que podem dar origem a visualizações relevantes sobre esses documentos. São exemplos de técnicas de visualização: nuvens de palavras (*tag clouds*) e a metáfora de mapas de documentos.

6 Disponível em: <http://bl.ocks.org/mbostock/4063550> (27/09/2014).



documentos. Essa tabela pode ser usada para calcular semelhanças entre textos, e a partir delas calcular posições das marcas de cada documento no espaço. Para tanto, usa-se técnicas como MDS e leiautes de grafos baseados em forças de molas. Na Figura 4.18 usa-se MDS via software Orange para representar um conjunto de 15 arquivos cujas semelhanças foram analisadas com base em tf-idf. Cores representam o tema principal do arquivo, adicionado manualmente na tabela e não levado em conta para os cálculos. Recomenda-se a leitura do trabalho de Alencar et al. (2012) para aprofundamento em visualizações de textos.

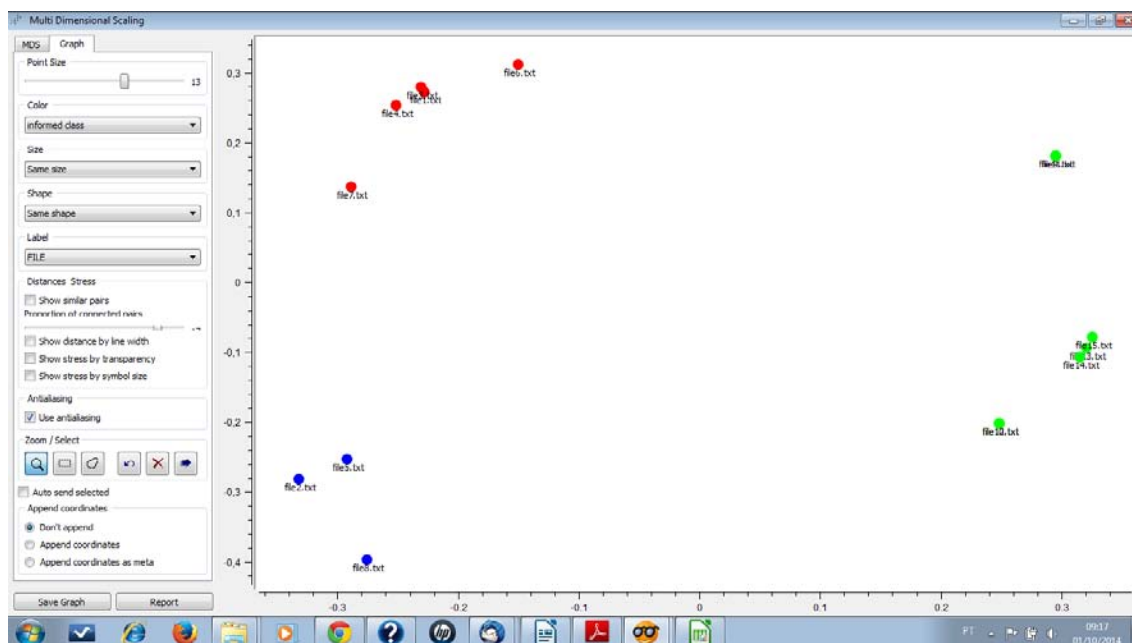


Figura 4.18. Projeção multidimensional de documentos por similaridade.

#### 4.6.5. Dados temporais

Dados com estrutura temporal impõem uma ordem em uma ou mais variáveis. Exemplos de técnicas que envolvem atributos temporais são *timelines* e séries temporais. *Timelines* representam o início e o fim de eventos ao longo do tempo. O tempo é mapeado no eixo X e os eventos são mapeados como retângulos cujas coordenadas horizontais mínima e máxima remetem ao início e fim do evento no eixo temporal [Aigner et al., 2011]. Como exemplo, na Figura 4.19 o software LifeLines [Plaisant et al. 1996] apresenta uma *timeline* interativa com registros médicos de uma paciente; neste exemplo, o eixo Y agrupa eventos de mesma classe. Gráficos de Gantt, típicos em software de gerenciamento de projetos, são outro exemplo dessa estrutura visual.

Séries temporais, de forma semelhante a *timelines*, possuem o tempo mapeado no eixo X. Contudo, apresentam no eixo Y uma variável dependente contínua, como uma linha [Wills, 2012], sendo representados como gráficos de linhas, já apresentados anteriormente.

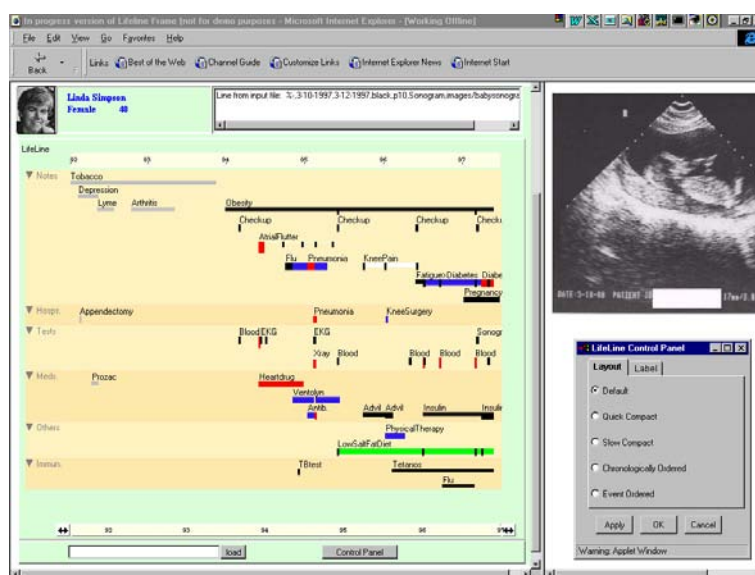


Figura 4.19. *Timeline* com histórico de paciente no software LifeLines<sup>9</sup>.

## 4.7. Interação

Como apresentado em alguns exemplos anteriores, interagir com um gráfico é um aspecto central no processo de exploração de dados, pois permite ao usuário observar esses dados de várias formas em busca de informações. Uma vez exposto a uma representação visual de um conjunto de dados, o usuário a interpreta, resume mentalmente esses dados, relaciona-os com conhecimentos anteriores e complementa seus modelos mentais prévios sobre a situação em análise. E potencialmente formula hipóteses sobre os dados, que para serem confirmadas podem demandar alterações em quais os dados apresentados ou qual a forma com que são apresentados. Assim, a interação pode ocorrer em vários momentos distintos nesse processo, seja na especificação de quais dados devem ser visualizados, na definição do mapeamento visual, ou na manipulação da representação visual gerada [Card et al., 1999]; inclusive, possibilita descobrir que os dados se relacionam de uma forma que poderia estar oculta em uma representação estática. Existem diferentes tipos e técnicas de interação com visualizações, expostos a seguir.

### 4.7.1. Tipos de interação

Pode-se considerar 4 modos de interação com visualizações [Spence, 2007]: contínua, passo a passo, passiva e composta. Em uma **interação passo a passo**, uma única ação do usuário causa um movimento de navegação em um espaço discreto de informação, tal como na navegação entre páginas Web. Em uma **interação contínua**, alterações rápidas e consecutivas de parâmetros de algum elemento da visualização (como mover um *slider* usado como filtro sobre uma variável) permitem a exploração do conjunto de dados e formulação de um modelo mental sobre as relações implícitas nesse conjunto. Segundo Spence, esse tipo de interação cria uma espécie de atalho no ciclo de sete estágios da Teoria da Ação [Norman, 2002] entre os estágios de avaliação e de

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.cs.umd.edu/hcil/lifelines/screenjan98.jpg> (23/09/2014).

execução, até o momento que no estágio de avaliação o usuário se satisfaça com a informação obtida com os resultados daquele tipo de ação contínua. Já em uma **interação passiva**, não há ação do usuário feita no sistema; o usuário, no entanto, move muitas vezes seus olhos (intencionalmente ou não) e faz um intenso processamento cognitivo no intuito de compreender uma dada representação visual (estática ou dinâmica). **Interações compostas**, como o nome sugere, são composições dos três tipos anteriores, o que de fato ocorre na maioria dos sistemas de visualização.

Em interações passo a passo e contínuas, é importante considerar a velocidade com que um sistema apresenta um *feedback* a uma ação do usuário. Nesse sentido, é relevante considerar alguns fatores apontados pela literatura [Card et al., 1999]. Primeiramente, um *feedback* retornado ao usuário em cerca de 0,1 s (“momento psicológico”) após uma ação tende a ser visto como efeito dessa ação; deste modo, controles interativos devem ser projetados para alcançar essa velocidade de processamento na atualização de dados na tela. Isso é especialmente relevante em interações contínuas, como as utilizadas em consultas dinâmicas, a serem vistas adiante (Seção 4.7.2).

Por outro lado, *feedbacks* que ocorrem em cerca de 1 s (“tempo de resposta não preparada”) são normalmente muito rápidos para que usuários respondam a eles quando não estão esperando que aconteçam. Em visualização, pode-se usar animações com essa duração para transmitir informação para o usuário sem que isso tenha impacto na velocidade da execução de suas tarefas; inclusive, animações podem auxiliar o usuário a não perder o contexto na transição entre estados diferentes da visualização. Outra questão refere-se ao *feedback* contínuo sobre carregamento de grande quantidade de dados a ser visualizada. Nesse cenário, deve haver uma barra de progresso atualizada a cada segundo indicando o estado do carregamento, para evitar que o usuário ache que o sistema “travou”.

#### 4.7.2. Técnicas de interação

Esta seção apresenta algumas técnicas interativas para manipulação da estrutura visual e da tabela de dados pelo usuário. Pode-se considerar essas técnicas como uma forma de atender ao clássico *Visual Information Seeking Mantra* de Shneiderman (1996): “*Overview first, zoom and filter, then details on demand*”, por meio do qual ele sugere uma metodologia para se explorar diferentes níveis de detalhamento de um conjunto de dados.

**Técnicas para manipular a estrutura visual** incluem rolagem, visão geral + detalhes e foco + contexto. Rolagem (*scrolling*) é um recurso amplamente disseminado em sistemas atuais, em que barras de rolagem (horizontais e verticais) permitem ao usuário visualizar uma parte de um dado documento ou de um conjunto de dados; contudo o usuário perde a noção de contexto, tendo apenas referências de onde essa parte se encontra com relação ao todo.

A técnica de **visão geral + detalhes** [Card et al., 1999] tenta contornar essa falta de contexto dividindo a tela em duas seções: uma “visão geral” do conjunto de dados, normalmente em tamanho menor, e uma “visão detalhada” de uma parte desse conjunto. A visão geral indica qual parte dos dados que a visão detalhada está exibindo, e permite que o usuário mova a visão detalhada para outra parte do conjunto de dados. A Figura

4.20 apresenta como a ferramenta Windows Explorer apresenta ambas as visões durante a exibição de um diretório e de um arquivo selecionado.

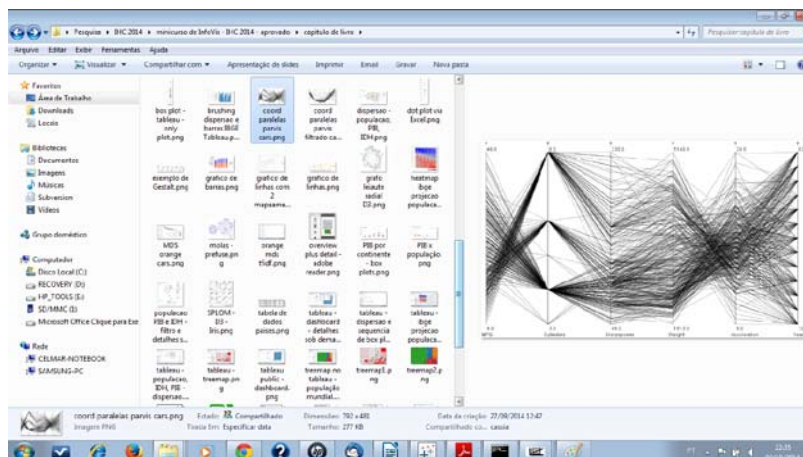


Figura 4.20. Visão geral (esquerda); visão detalhada de um arquivo selecionado (direita).

Alternativamente, a técnica de **foco + contexto** [Card et al. 1999] mantém em uma mesma janela tanto a visão detalhada (foco) quando a visão geral (contexto), fazendo uma transição entre elas. Um exemplo clássico desta técnica é a *Árvore Hiperbólica* [Lamping e Rao, 1996], em que uma árvore com muitos nós e níveis é apresentada com uma distorção estilo olho-de-peixe; o usuário pode arrastar para o centro da tela a região de interesse da árvore, enquanto os arredores daquela região continuam sendo vistos, mas com menos detalhes. Como exemplo da técnica, o site *The Green Tree of Life*<sup>10</sup> (Figura 4.21) utiliza foco + contexto para apresentar uma árvore de classificações biológicas de plantas.

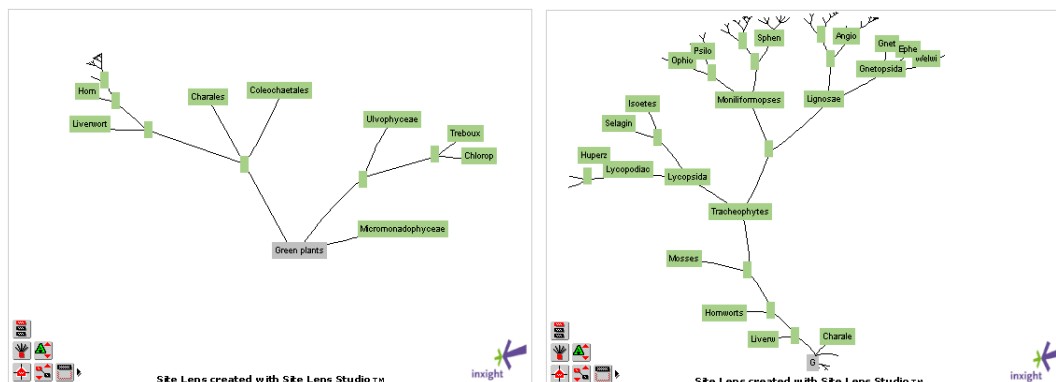


Figura 4.21. Árvore hiperbólica gerada com o software Inxight. À esquerda, raiz (nó cinza) centralizado; à direita, navegação pelo ramo esquerdo da raiz.

Técnicas de manipulação da tabela de dados podem ser exemplificadas por filtragem, *brushing* e solicitação de detalhes-sob-demanda. **Filtragem** consiste em associar um controle interativo (como um *slider*, *range-slider* ou caixa de seleção) a uma variável da tabela de dados, de forma a restringir o conjunto visível de tuplas

10 Disponível em: <http://ucjeps.berkeley.edu/TreeofLife/hyperbolic.php> (24/09/2014).

àquelas cujo valor nesta variável esteja no intervalo definido nesse controle. A Figura 4.22 exemplifica mecanismos de filtragem aplicados à visualização da Figura 4.9; os valores de PIB foram filtrados via *range-slider* (selecionador de intervalos) pelo usuário. Caixas de seleção (*checkboxes*) também estão disponíveis para uso para escolha de quais continentes mostrar (Obs.: África não é exibida na lista devido ao filtro do PIB ter excluído antecipadamente todos os países africanos).

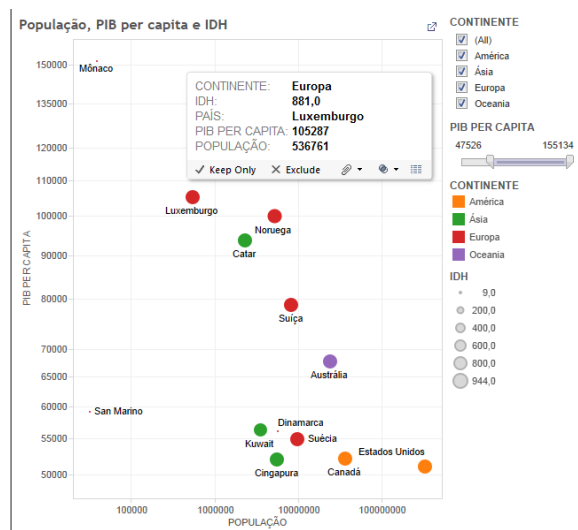


Figura 4.22. Países com maior PIB per capita do mundo, filtrados por consulta dinâmica executada via *range-slider*.

Filtragem remete ao conceito de consultas dinâmicas [Shneiderman, 1994], que por sua vez se refere ao uso de manipulação direta de Shneiderman [Dix et al., 2003] para a alteração de filtros, com retorno imediato ao usuário sobre resultados dessa ação no conjunto de dados. Por derivar de manipulação direta, herda como características: visibilidade do domínio de dados, facilidade de aprendizagem do usuário sobre como efetuar uma consulta sem sintaxes complexas de comandos, minimização das possibilidades de erro do usuário, e rapidez entre a formulação da consulta (por ações incrementais no filtro) e a exibição do seu resultado.

**Brushing** [Card et al., 1999] é uma variação do recurso de filtragem em que a seleção de elementos em (uma parte de) uma visualização não esconde os elementos não selecionados, mas seleciona elementos equivalentes em outra visualização. Como exemplo, a Figura 4.1 apresenta um gráfico de barras indicando o IDH de cada um dos países selecionados em um gráfico de dispersão similar ao das Figuras 4.9 e 4.22.

Por fim, **detalhes-sob-demanda** [Card et al., 1999] é uma técnica que permite ao usuário solicitar maiores detalhes sobre os dados referentes a uma ou mais marcas da estrutura visual, revelando mais sobre suas variáveis. A Figura 4.22 apresenta essa técnica em uso na ferramenta Tableau, indicando dados sobre o país Luxemburgo quando o apontador do mouse fica sobre a marca referente a esse país.

## 4.8. Ferramentas

Há diferentes implementações de técnicas de visualização atualmente disponíveis, gratuitas ou pagas. Esta seção apresentará brevemente algumas ferramentas que oferecem suporte ao desenvolvimento de software de InfoVis (Prefuse, D3 e Google



Charts), e ainda ferramentas de propósito geral para a exploração visual de dados (Tableau e Spotfire), algumas das quais usadas neste capítulo.

Duas bibliotecas em JavaScript para a implementação de gráficos interativos são a **Google Charts** [Google, 2014] e a **D3** [Bostock, 2013]. As visualizações providas são baseadas em HTML5 e SVG visando compatibilidade com diferentes navegadores. A biblioteca Google Charts possui objetos para representar tabelas de dados, que podem ser preenchidas por diferentes fontes de dados. Essas tabelas, por sua vez, fornecem dados para os vários tipos de gráficos disponíveis. Diferentes tipos de filtros podem ser aplicados às variáveis, como seletores de intervalos. Gráficos podem ser agrupados em *dashboards* (“painéis de instrumentos”), que efetivamente são combinações de gráficos e filtros que atuam em conjunto para a exibição de múltiplas faces do conjunto de dados (o que é definido por Few (2009) como *faceted analytical displays*). Por sua vez, D3 (*Data-Driven Documents*) é uma linguagem também baseada em padrões da Web, que procura prover manipulação eficiente de documentos baseados em dados. Não apresenta uma classe específica para manipulação de objetos, usando vetores como estrutura básica para isto. Apresenta mecanismos mais sucintos para manipulação de objetos do DOM do que os tradicionalmente apresentados por JavaScript. Como exemplo, a Figura 4.10 é uma representação feita em D3.

**Prefuse** [BID, 2012] é um conjunto de ferramentas em Java para criar visualizações. Possui suporte para diferentes estruturas de dados (tabelas, grafos e árvores). Dentre as visualizações disponíveis, destaca-se a de grafos, em especial a de grafos orientados a força. Recursos de aproximação (*zoom*) e deslocamento também são implementados por padrão nas visualizações. A Figura 4.16 é um exemplo feito com essa ferramenta.

**Tableau** [Tableau Software, 2014] e **Spotfire** [TIBCO, 2014] são dois softwares que disponibilizam ferramentas de visualização para os usuários finais. Permitem a entrada de dados oriundos de diferentes fontes, desde arquivos CSV até bancos de dados. Possuem um amplo conjunto de estruturas visuais à disposição do usuário. Destaca-se que o usuário da ferramenta Tableau precisa primeiramente escolher quais as variáveis que deseja visualizar, e então utilizar uma funcionalidade específica (“*Show me*”) para escolher quais gráficos são capazes de representar as variáveis escolhidas. Como exemplo, a Figura 4.1 e similares foram feitas utilizando o Tableau, em sua versão pública.

#### 4.9. Avaliação

Dado o aspecto interativo desejado para a maioria das soluções de visualização, é importante conhecer as formas de avaliar essas soluções. A maioria dos métodos de avaliação deriva diretamente de IHC, sendo abordados de forma ligeiramente diferente na literatura [Kulyk et al., 2007; Carpendale, 2008; Mazza, 2009; Ward et al., 2010]. Esses métodos podem ser classificados como:

- **Quantitativos** consistem em executar experimentos controlados, visando provar hipóteses feitas sobre a usabilidade da técnica ou da ferramenta de visualização;
- **Qualitativos analíticos**: incluem avaliação heurística (por diferentes heurísticas), percurso cognitivo e revisão por pessoas experientes;

- **Qualitativos empíricos:** incluem o teste de usabilidade propriamente dito, envolvendo observação, coleta de opiniões de participantes, grupo focal, estudo de campo, e exibição de estudos de caso e casos de uso.

Com relação a abordagens diferentes entre IHC e InfoVis, vale destacar alguns aspectos. Carpendale (2008) aponta a necessidade de fazer avaliação não apenas com heurísticas de usabilidade, mas também com **heurísticas de InfoVis e de colaboração** (quando aplicável). Nesse sentido, Forsell e Johansson (2010) definem 10 heurísticas relativas especificamente a visualização como, por exemplo, verificar se foram providas formas eficientes de redução do conjunto de dados, que sejam de fácil uso.

A **revisão por pessoas experientes** (Ward et al., 2010) pode ser feita por dois perfis de pessoas. As pessoas com experiência em visualização podem identificar problemas dessa área, como os levantados por avaliações heurísticas. Já as experientes no domínio dos dados podem identificar a utilidade das visualizações propostas para seu domínio de atuação.

Ward et al. (2010) indicam ainda a possibilidade (frequentemente utilizada) de avaliar o software pela **exibição de estudos de caso e casos de uso**. Para tanto, deve-se apresentar uma quantidade de cenários suficiente para abranger os mais diferentes interesses de usuários com as visualizações em questão.

#### 4.10. Conclusão

Este capítulo apresentou um panorama das principais técnicas de Visualização de Informação, levantando importantes interseções com a área de IHC. Como visto, a organização dos dados, a análise de seus metadados (classificações de variáveis e número de variáveis e de registros), das características do usuário, e dos recursos tecnológicos disponíveis (mecanismos de interação e recursos de programação) auxiliam em conjunto na determinação de quais visualizações interativas se utilizar.

Ressalta-se que a área de InfoVis apresenta uma série de desafios. Um dos principais é lidar com a escalabilidade, especialmente em relação ao grande volume de dados atualmente disponível. Outro importante desafio é tornar cada vez mais disponíveis a usuários finais as técnicas desenvolvidas na área. Por fim, a medida em que ferramentas de visualização são tornadas públicas, é importante que elas atendam (ou atendam melhor) a critérios de usabilidade universal, tornando-se apropriadas para diferentes públicos.

#### Referências

- Aigner, W., Miksch, S., Schumann, H., Tominski, C. (2011). “Visualization of Time-Oriented Data”. Springer.
- Alencar, A.B., Oliveira, M.C.F., Paulovich, F. V. (2012). “Seeing beyond reading: a survey on visual text analytics”. WIREs Data Mining and Knowledge Discovery 2012, 2, p. 476-492.
- BID (2012). Prefuse – Information Visualizaiton Toolkit. Disponível em: <http://prefuse.org> (30/09/2014).

- Bostock, M. (2013). D3.js – Data-Driven Documents. Disponível em: <http://d3js.org> (02/10/2014).
- Card, S. K.; Mackinlay, J. D.; Shneiderman, B. (1999). “Readings in Information Visualization: Using Vision to Think”. Morgan Kaufman Publishers.
- Carpendale, S., A. (2008). “Evaluating Information Visualizations”. In: Kerren, A., Stasko, J.T., Fekete, J.-D., North, C., “Information Visualization”, LNCS 4950, Springer, p. 19-45, 2008.
- Di Battista, G., Eades, P., Tamassia, R., Tollis, I.G. (1999). “Graph Drawing – Algorithms for the Visualization of Graphs”. Prentice Hall.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G.D., Beale, R. (2003). “Human Computer Interaction”, 3ª edição. Prentice Hall.
- Dodek (2007). “Gradient-optical-illusion.svg”. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gradient-optical-illusion.svg> (09/09/2014).
- Few, S. (2009). “Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis”. Analytics Press.
- Forsell, C., Johansson, J. (2010). “An heuristic set for evaluation in information visualization”. Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces, p. 199-206.
- Google (2014). “Google Charts”. Site. Disponível em: <https://developers.google.com/chart> (29/09/2014).
- Görg, C, Pohl, M., Qeli, E., Xu, K. (2007). “Visual Representations”. In: Kerren, A., Ebert, A., Meyer, J. (Eds.). “Human-Centered Visualization Environments”. LNCS 4417. Springer, p.163-230.
- Hermann, T., Hunt, A., Neuhoff, J.G. (2011). “The Sonification Handbook”. Logos.
- Inselberg, A. (2009). “Parallel Coordinates – Visual Multidimensional Geometry and Its Applications”. Springer.
- Keim, D.A. (2000). “Designing Pixel-Oriented Visualization Techniques: Theory and Applications”. IEEE Transactions of Visualization and Computer Graphics 6(1), p. 59-78.
- Kerren, A., Ebert, A., Meyer, J. (Eds.) (2007). “Human-Centered Visualization Environments”. LNCS 4417. Springer.
- Kitaoka, A. (1998). “A bulge”. 1998. Disponível em: <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/Bulge02c.jpg> (09/09/2014).
- Kulyk, O., Kosara, R., Urquiza, J., Wassink, I. (2007). “Human-Centered Aspects”. In: Kerren, A., Ebert, A., Meyer, J. (Eds.). “Human-Centered Visualization Environments”. LNCS 4417. Springer, p. 13-75.
- Lamping, J.; Rao, R. (1996). “The Hyperbolic Browser: A Focus + Context Technique for Visualizing Large Hierarchies”. Journal of Visual Languages and Computing 7(1), p. 33-55.

- Mackinlay, J. D. (1986). "Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information". *ACM Transactions on Graphics*, 5(2), p. 110-141.
- Mazza, R. (2009). "Introduction to Information Visualization". Springer.
- Norman, D.A.(2002). "The Design of Everyday Things". Basic Books, 2002.
- North, C., (2006). "Toward Measuring Visualization Insight". *IEEE Computer Graphics and Applications* 26(3), p.6-9, 2006.
- Plaisant, C. (2005). "Information Visualization and the Challenge of Universal Usability". In: Dykes, J., MacEachren, A.M., Kraak, M.-J. "Exploring Geovisualization", p. 53-82.
- Plaisant, C., Milash, B., Rose, A., Widoff, S., Shneiderman, B. (1996). "Life Lines: Visualizing Personal Histories". *Proceedings of ACM CHI*, p. 221-227.
- Shneiderman, B. (1992). "Tree Visualization With Treemaps: A 2-D Space-Filling Approach". *ACM Transactions on Graphics*, 11(1), p. 92-99.
- Shneiderman, B. (1994). "Dynamic Queries for Visual Information Seeking". *IEEE Software* 11(6), p. 70-77.
- Shneiderman, B. (1996). "The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualization". *Proceedings of IEEE Workshop on Visual Languages*, p. 336-343.
- Silva, C. G. ; Melo, M. F.; Silva, F. P.; Meidanis, J. (2014). "PQR Sort: using PQR trees for binary matrix reorganization". *Journal of the Brazilian Computer Society* 20:3.
- Spence, R. (2007). "Information Visualization – Design for Interaction", 2ª edição. Pearson.
- Tableau Software (2014). "Business Intelligence and Analytics - Tableau Software". Disponível em: <http://www.tableausoftware.com> (30/09/2014).
- TIBCO (2014). "TIBCO Spotfire – Business Intelligence Analytics Software & Data Visualization". Disponível em: <http://spotfire.tibco.com> (30/09/2014).
- Tufte, E. R. (1990). "Envisioning Information". Graphics Press.
- W3C (2014). "Use of Color: Understanding SC 1.4.1". Disponível em: <http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/visual-audio-contrast-without-color.html> (15/09/2014).
- Ward, M.O., Grinstein, G., Keim, D. (2010). "Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications". A K Peters/CRC Press.
- Ware, C. (2004). "Information Visualization: Perception for Design", 2ª edição. Morgan Kaufmann,
- Wills, G. (2012). "Visualizing Time – Designing Graphical Representations for Statistical Data". Springer.

## Capítulo

# 5

## Design da Interação Humano-Computador com MoLIC

Simone Diniz Junqueira Barbosa, Bruno Santana da Silva  
simone@inf.puc-rio.br, bruno@imd.ufrn.br

### *Abstract*

*This chapter presents a Modeling Language for Interaction as Conversation, named MoLIC, which is grounded in semiotic engineering. We will explore several alternative design solutions to illustrate the use of the language in diverse scenarios.*

### *Resumo*

Este capítulo apresenta a linguagem de modelagem da interação como conversa, MoLIC, fundamentada na engenharia semiótica. Ele demonstra como utilizar a linguagem para explorar soluções de design alternativas em diferentes cenários.

### **5.1 Introdução**

O design da interação [Rogers *et al.* 2011] é uma atividade complexa que pode se beneficiar de representações que auxiliam o designer a organizar e registrar seu aprendizado sobre o problema e suas ideias de solução. Algumas dessas representações são fundamentadas em teorias [Carroll 2003]. Dentre as mais utilizadas no design de interação figuram *cenários* [Rosson e Carroll 2001], frequentemente utilizados em conjunto com *personas* [Cooper *et al.* 2007] e, para concretizar o design, *wireframes*, *mock-ups* ou esboços de tela. Menos frequente é o uso de modelos, cujo tipo mais amplamente utilizado é o de tarefas [Diaper e Stanton 2003]. Este tipo de modelo, entretanto, tradicionalmente pressupõe o desempenho humano competente e livre de erros.

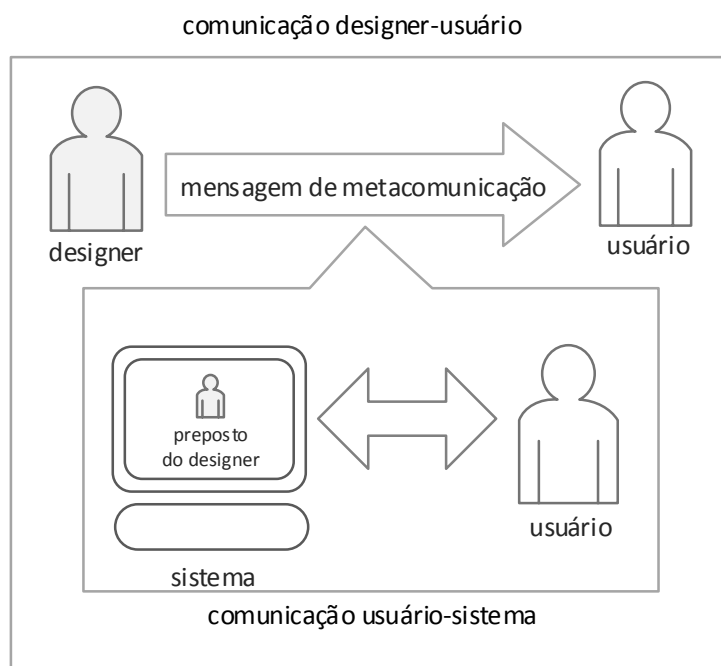
Ancorada na teoria da engenharia semiótica [de Souza 2005], a linguagem MoLIC (do inglês *Modeling Language for Interaction as Conversation*) vem sendo desenvolvida há mais de uma década como uma ferramenta epistêmica para apoiar o design da interação como uma conversa entre o usuário e o preposto do designer [Paula 2003, Silva 2005, Araujo 2008, Barbosa e Silva 2010]. Diferente de outras representações e modelos, a MoLIC enfatiza o papel do designer como interlocutor durante a interação, através de seu preposto (a interface de usuário). A consequência

desta perspectiva é um enfoque na comunicação, para o usuário, das situações de uso vislumbradas pelo designer, incluindo situações em que o designer antevê que possa haver problemas durante a interação. Através da MoLIC, o designer representa e reflete sobre as possibilidades de interação que estarão disponíveis para os usuários alcançarem seus diversos objetivos com apoio da solução computacional sendo projetada. Vale observar que a MoLIC não pretende substituir representações e modelos que já são utilizados no design da interação, mas sim complementá-los.

Este capítulo está organizado da seguinte maneira. A próxima seção faz uma breve introdução à engenharia semiótica, teoria de IHC na qual a MoLIC se baseia. As seções 5.3 e 5.4 apresentam um ciclo de design de IHC e algumas representações utilizadas durante o processo de design. A seção 5.5 apresenta a linguagem MoLIC e a seção 5.6 ilustra sua aplicação em um projeto de IHC. A seção 5.7 descreve possíveis mapeamentos entre a interação representada em diagramas MoLIC e a interface com usuário. A seção 5.8 discute um possível uso da MoLIC na avaliação de IHC. Finalmente, a seção 5.9 conclui este capítulo com alguns comentários e direções de pesquisa futura.

## 5.2 Introdução à Engenharia Semiótica

A interação entre pessoas geralmente ocorre através de processos de comunicação ou de modos que podem ser compreendidos como comunicação. A engenharia semiótica [de Souza 2005] é uma teoria que caracteriza a interação humano-computador como um caso particular de comunicação humana mediada por sistemas computacionais. Durante o uso do sistema, o designer faz da interface o seu representante (preposto do designer) para comunicar ao usuário sua lógica de design; ou seja, sua interpretação sobre as necessidades, objetivos, valores e preferências dos usuários e sobre como o sistema projetado pode apoiá-los a atingirem seus objetivos. Esta comunicação designer-usuário ocorre enquanto o usuário se comunica com o próprio sistema, também por meio da interface (Figura 5.1. ).



**Figura 5.1. Processo de metacomunicação.**

Como a comunicação designer-usuário busca explicar por que, onde, quando e como deveria ocorrer a comunicação usuário-sistema, dizemos que a comunicação designer-usuário é uma **metacomunicação** que transmite a **metamensagem** através da interface. O conteúdo da metamensagem pode ser parafraseado como:

*“Esta é a minha interpretação sobre quem você é, o que eu entendi que você quer ou precisa fazer, de que formas prefere fazê-lo e por quê. Este é portanto o sistema que eu projetei para você, e esta é a forma que você pode ou deve usá-lo para atingir objetivos alinhados com a minha visão.” (de Souza 2005:84)*

Para transmitir a metamensagem de forma efetiva e eficiente, o designer deve escolher bem os signos representados na interface. **Signos** são as palavras, imagens, símbolos, gestos ou qualquer outro recurso utilizado na comunicação. A cadeia de interpretações de um signo, denominada **semiose**, é um processo pelo qual alguém percebe sua representação e gera uma ideia ou pensamento. Esse processo é influenciado pela experiência e conhecimento prévio que as pessoas possuem, assim como pelo contexto e cultura nos quais estão inseridas no momento. Os signos escolhidos pelo designer devem motivar interpretações dos usuários compatíveis com as dele, para que os usuários compreendam a metamensagem e sejam capazes de fazer um uso efetivo e criativo do sistema.

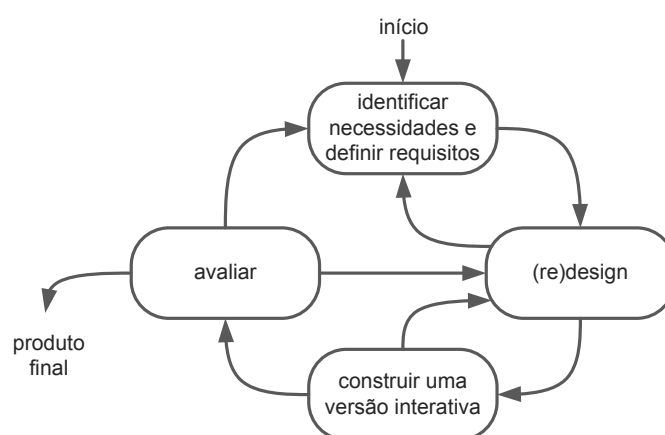
Quando os signos são utilizados de forma sistemática, eles formam um sistema de signos ou uma linguagem que facilita seu emprego em processos de comunicação. Desse modo, o designer deve definir uma linguagem de interface composta pelos signos que o usuário poderá utilizar para se comunicar com o sistema. Os signos na interface e os respectivos comportamentos do sistema devem ser consistentes e coerentes em todo o sistema para que o usuário perceba, interprete e aprenda a usar adequadamente a linguagem de interface. Se uma representação tiver dois significados (e.g. “fechar” em um lugar na interface termina a atividade sem salvar e em outro lugar salva e termina a atividade) ou se dois significados forem representados da mesma forma (e.g. remover um arquivo de áudio da biblioteca ou do computador pode ser acionado pelo mesmo comando “remover”), o usuário provavelmente terá dúvida sobre o comportamento do sistema.

Mesmo que o designer faça um bom projeto, não é possível prever ou determinar os significados que os usuários darão a cada signo na interface. Além disso, a semiose é ilimitada, ou seja, enquanto a pessoa desejar e tiver condições, ela pode reinterpretar um signo, evoluindo seu significado na sua mente. Enquanto isso, o sistema continua com seus signos congelados conforme foram codificados. O processo de comunicação designer-usuário pode falhar, ou seja, a interpretação do usuário pode se distanciar daquela pretendida pelo designer e codificada no sistema. Essas rupturas de comunicação ocorrem quando a interface do sistema (preposto do designer) não consegue responder adequadamente as requisições do usuário ou quando os usuários cometem erros ou equívocos. O designer deve tentar antecipar situações em que rupturas de comunicação podem ocorrer e oferecer ao usuário mecanismos para se recuperar dessas rupturas e continuar a interação para atingir seus objetivos. Por exemplo, deve informar ao usuário quando este fornecer um dado no formato errado, ou quando tentar acessar a internet e a conexão não estiver disponível.

A linguagem MoLIC motiva o designer a se manter num papel comunicativo ativo durante o projeto da interação através do seu preposto. Ela permite que o designer represente todas as possíveis conversas que o usuário terá com seu preposto, ou seja, ele poderá descrever todos os possíveis rumos da conversa (ou caminhos de interação), incluindo rumos alternativos para atingir o mesmo objetivo e rumos para a recuperação de rupturas de comunicação.

### 5.3 Ciclo de Design de IHC

Em termos gerais, um processo de design envolve atividades de análise, síntese e avaliação [Lawson 2006]. No caso específico de IHC, Rogers, Sharp e Preece (2011) segmentam a atividade de síntese em duas atividades: (re)design conceitual e construção de uma versão interativa.



**Figura 5.2. Modelo simples de processo de design de IHC (adaptado de Rogers et al., 2011).**

Como a maioria dos processos de design atuais, o modelo de processo proposto por Rogers *et al.* (2011) é altamente iterativo: ao realizar cada atividade, o designer pode identificar a necessidade de retornar a uma atividade anterior para ampliar, refinar ou retificar algum entendimento ou alguma parte do artefato produzido até então. Em geral, são utilizadas personas e cenários como produto da atividade de identificação de necessidades e definição de requisitos; cenários, modelos de tarefa e de interação e esboços de tela como produto da atividade de (re)design; e protótipos (em papel ou funcionais) como produto da atividade de construção de uma versão interativa. Essas representações são descritas na próxima seção.

### 5.4 Representações de design de interação e de interface

As subseções a seguir apresentam as seguintes representações utilizadas no design de interação: *cenários* [Rosson & Carroll 2001], *personas* [Cooper et al. 2007], modelos de tarefas [Diaper & Stanton 2003] e *mock-ups* ou esboços de tela.

#### 5.4.1 Cenários

Um cenário é uma narrativa sobre pessoas realizando uma atividade [Rosson & Carroll 2002]. Cenários são utilizados principalmente para descrever situações, problemáticas ou não, que contribuam para o entendimento das atividades dos usuários, visando a apoiar a definição dos requisitos de um sistema; e para descrever situações alternativas



que podem vir a ocorrer após a introdução da tecnologia, visando a apoiar a tomada de decisões de design e a avaliar se um produto satisfará as necessidades e desejos dos usuários. Segundo Rosson e Carroll (2002), os elementos característicos de um cenário são:

- *ambiente ou contexto*: detalhes da situação que motivam ou explicam os objetivos,
- ações e reações dos atores do cenário;
- *atores*: pessoas (incluindo suas características relevantes) interagindo com o computador ou com o ambiente;
- *objetivos*: o que motiva o planejamento e as ações realizadas pelos atores;
- *planejamento*: atividade mental visando a transformar um objetivo em um conjunto de ações;
- *ações*: comportamento observável, ou seja, o que os atores fazem;
- *eventos*: ações externas ou reações produzidas pelo computador que sejam importantes para o cenário (mesmo que estejam ocultas ao ator);
- *avaliação*: atividade mental visando a interpretar a situação.

Veja a seguir um exemplo de cenário que evidencia um problema em um sistema bancário:<sup>1</sup>

*Transferência bancária – Qual é mesmo o número daquela conta?*  
 Dia 10 chegou evento, e Marta ator se lembra evento que precisa transferir o dinheiro do aluguel objetivo para Ana ator. Como está longe de uma agência bancária e não sabe se daria tempo de pegar uma agência aberta, pois já eram 15h30 contexto, Marta decide efetuar a transferência pela Internet planejamento. Ela entra no site do seu banco ação, mas ao iniciar o processo de transferência ação, percebe que não está com sua agenda em mãos, e como não memorizou os dados da conta de Ana, não pode fazer a transferência naquele momento avaliação. Angustitada pelo risco de ter que pagar uma multa contexto, Marta tenta ligar para Ana ação, mas o telefone dela está fora da área de alcance. Marta então abandona todos os seus planos para aquela tarde e corre para casa, na tentativa de pegar sua agenda e efetuar a transferência a tempo planejamento.

Para solucionar o “problema” apontado pelo cenário anterior, pode-se projetar um mecanismo de cadastramento de contas favoritas, como ilustrado no seguinte cenário:

<sup>1</sup> Os elementos citados por Rosson & Carroll estão marcados nos cenários por questões ilustrativas, mas devem ser omitidos ao apresentar os cenários para discussão com clientes, usuários e demais partes interessadas no sistema.

### *Transferência bancária para conta pré-cadastrada*

*Dia 10 chegou <sup>evento</sup> e Marta <sup>ator</sup> se lembra <sup>evento</sup> que precisa transferir o dinheiro do aluguel <sup>objetivo</sup> para Ana <sup>ator</sup>. Como está longe de uma agência bancária e não sabe se daria tempo de pegar uma agência aberta <sup>contexto</sup>, Marta decide efetuar a transferência pela Internet <sup>planejamento</sup>. Ela entra no site do seu banco <sup>ação</sup>, inicia o processo de transferência <sup>ação</sup>, indica a conta de Ana de uma lista de contas pré-cadastradas <sup>ação</sup>, informa a quantia a ser transferida <sup>ação</sup> e confirma a operação com sua senha <sup>ação</sup>. Ao conferir que a transferência foi efetuada <sup>avaliação</sup>, ela envia uma confirmação da transferência por e-mail para Ana e para ela própria <sup>ação</sup>, verifica o seu saldo para confirmar o quanto ainda resta de dinheiro na conta <sup>avaliação</sup> e sai do sistema <sup>ação</sup>.*

## 5.4.2 Personas

Cooper trouxe o conceito de personas das artes cênicas para o desenvolvimento de software, visando a manter o foco nas características de cada grupo de usuários finais durante discussões de design [Cooper et al. 2007]. Cada grupo de usuário é representado por uma persona, um personagem fictício, arquétipo hipotético daquele grupo. Ao se utilizar personas durante o processo de design, evita-se considerar o usuário como um ser “elástico” e com características distintas a cada momento do design, o que pode causar inconsistências na interação e na interface sendo projetadas. Embora hipotética, uma persona é fruto de extensa e rigorosa análise dos usuários, seus objetivos e suas atividades.

Courage e Baxter (2005) argumentam que uma persona deve ser caracterizada pelos seguintes elementos:

- *identidade*: nome, sobrenome, idade, foto e outros dados demográficos que tornem a persona realista e memorável, incluindo, se possível, uma citação que a sumarie (por exemplo “Só aprendo fazendo”);
- *status*: indicação de usuário primário ou secundário do seu sistema, ou uma parte interessada (*stakeholder*), alguém que não vai utilizar o produto mas pode ser afetado por ele;
- *objetivos*: objetivos práticos, ou seja, aqueles que a persona deseja alcançar com o sistema; objetivos pessoais (por exemplo, não cometer erros, conseguir realizar uma quantidade de trabalho razoável); e objetivos corporativos, que são os do ambiente de trabalho da persona (para o caso de sistema corporativos);
- *habilidades*: especialidades da persona, incluindo educação, treinamento e competências específicas, fortemente relacionadas com o seu produto específico ou não;
- *tarefas*: desde as tarefas básicas até as tarefas críticas que a persona realiza, incluindo sua frequência, importância e duração;
- *relacionamentos*: com quem a persona precisa interagir, mediada ou não pelo sistema; quais as relações de poder, de dependência de informação, entre outras;
- *requisitos*: tudo de que a persona precisa, em termos de informações, atividades prévias, consultas a ou autorizações de outras personas, entre outros;
- *expectativas*: a forma como a persona acredita que o produto deveria funcionar e como as informações no seu domínio ou trabalho deveriam ser organizadas.

A seguir ilustramos duas personas que representam grupos de usuários distintos de um sistema de *e-banking*.



**Marta Oliveira, vendedora, “eficiência é fundamental”**

*Marta Oliveira, 37 anos, é vendedora experiente da loja Vista-se Bem especializada em roupas, calçados e acessórios. Ela está acostumada a usar Internet em diferentes dispositivos para interagir com as pessoas. Na vida pessoal, não deixa de se comunicar com amigos e familiares sempre que encontra alguns minutos livres. Costuma usar diferentes aplicativos de comunicação e rede social, seja em trânsito no smartphone, seja no seu PC em casa. No trabalho, as redes sociais e e-mail são um canal importante para manter contato com seus clientes e construir um bom relacionamento. Ela aprendeu a usar essas TICs para apresentar seus produtos, ouvir as necessidades dos clientes e manter o valor da marca de sua loja. Sempre atarefada, evita utilizar qualquer TIC pouco eficiente, pois não tem receio de experimentar alternativas interessantes e gosta de aprender fazendo.*

*Na correria do dia-a-dia, Marta prefere usar os serviços bancários pela Internet. Suas prioridades são pagar suas contas em dia e investir o pouco que sobra todo mês. Algumas dessas contas mensais são pagas via boleto bancário; outras, no entanto, ocorrem por transferência bancária, como o aluguel, por exemplo. Sempre que possível, ela procura formas de gastar menos tempo com os serviços bancários para poder cuidar de outras coisas. Ajudaria muito se os sistemas lembrassem de dados importantes para ela, como o número do cartão de crédito e os dados bancários do dono do seu apartamento.*



**Pedro Santos, padeiro, “segurança, base da prestação de serviços”**

*Pedro Santos é um jovem padeiro muito preocupado em oferecer um produto de qualidade, que não prejudique a saúde dos seus clientes. Acostumado a interagir com os clientes pessoalmente na loja, ele busca identificar a reação a novos produtos, perceber a satisfação com produtos antigos, ou simplesmente bater um papo para ser mais conhecido pela clientela. Ele usa computador somente para o necessário, como ler notícias, enviar e-mail e arrisca alguma participação nas mídias sociais para interagir mais com familiares distantes. Sempre que pode, prefere ser atendido por uma pessoa no caixa do seu banco, apesar de ter usado o caixa eletrônico em algumas situações.*

*Ultimamente, Pedro tem encontrado dificuldades para ir até sua agência bancária. Familiares têm indicado o uso do site do banco para realizar algumas operações simples. Meio desconfiado, Pedro resolveu cadastrar sua senha de Internet para uma emergência, mas ainda com receio da segurança das operações. Nos dias mais atarefados, ele pretende arriscar apenas pagamento de algumas contas e talvez alguma transferência bancária para começar.*

Personas e cenários podem ser utilizados no design segundo uma perspectiva da engenharia semiótica, pois ajudam a definir a primeira parte da metamensagem designer–usuário: “Este é o meu (designer) entendimento de quem você (usuário) é, do que aprendi que você quer ou precisa fazer, de que maneiras prefere fazer, e por quê.” [de Souza 2005:25]. Para alavancar ainda mais a natureza epistêmica de cenários, Paula (2003) propõe complementá-los com perguntas que revelem a intenção do designer ao elaborar os cenários, que pode envolver questões que o designer almeja descobrir, explorar ou ratificar junto aos usuários.

### 5.4.3 Modelos de Tarefa

A análise de tarefas investiga o trabalho dos usuários para compreender suas necessidades: O que eles precisam fazer? Como eles costumam fazer? Por quê? O escopo desta análise costuma se restringir às principais tarefas dos usuários, com foco nos fatores que influenciam seu desempenho. Em geral, a análise de tarefas inicia com a investigação dos objetivos dos usuários, e prossegue identificando como estes objetivos são atingidos através de decomposição de tarefas: uma tarefa maior pode ser realizada quando um conjunto de tarefas menores é concluído. Esse conhecimento sobre as tarefas permite projetar um sistema computacional que contribua para a satisfação das necessidades dos usuários. Existem vários métodos e modelos de análise de tarefas [Diaper & Stanton 2003], dos quais podemos destacar a Análise Hierárquica de Tarefas (AHT ou, em inglês, HTA – *Hierarchical Task Analysis* [Annett 2003; Annett & Duncan 1967]), o GOMS (*Goals, Operators, Methods, and Selection Rules* [Card, Moran & Newell 1983, Kieras 2003]) e o ConcurTaskTrees (CTT [Paternò, 1999]). Neste trabalho discutimos brevemente o primeiro. Boa parte dos métodos de análise de tarefas propõem modelos específicos para representar as tarefas sendo analisadas.

A Análise Hierárquica de Tarefas [Annett 2003; Annett & Duncan 1967] investiga a relação entre o que as pessoas fazem, por que e as consequências de não fazê-lo corretamente. Nesta proposta, uma **tarefa** começa sendo definida por um **objetivo** mais abstrato, que representa um objetivo do usuário. Este objetivo abstrato será decomposto em **subobjetivos** até chegar em **operações** que possam ser executadas diretamente no sistema. Um plano determina quais subobjetivos e a ordem em que eles devem ser alcançados para atender a um objetivo maior. Os subobjetivos podem ser sequenciais (o segundo só é atingido depois do primeiro), paralelos (mais de um subobjetivo pode ser atingido ao mesmo tempo) ou de seleção (o usuário pode atingir um dos subobjetivos dependendo das circunstâncias). A Figura 5.3 apresenta a representação gráfica os elementos da AHT.

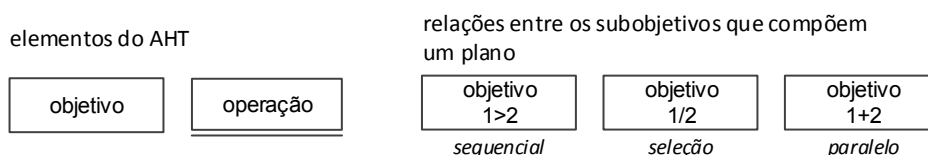
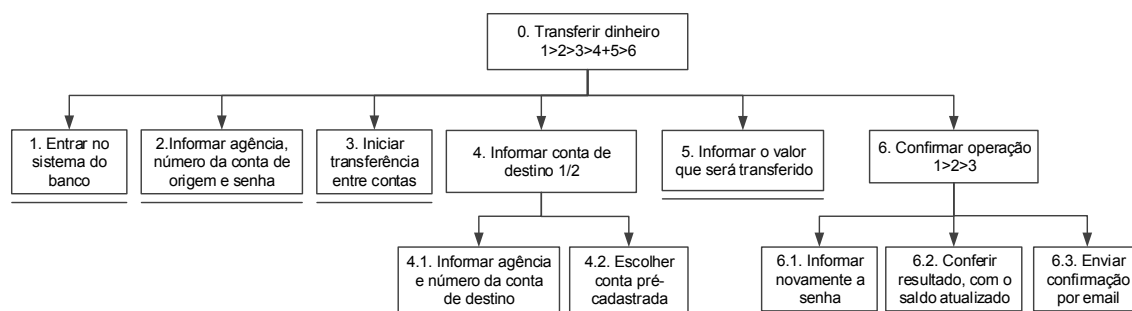


Figura 5.3. Elementos do modelo de Análise Hierárquica de Tarefas.

A tarefa de transferir dinheiro entre contas bancárias abordada anteriormente pode ser ilustrada pelo modelo de tarefas da Figura 5.4. Para transferir o dinheiro, o usuário precisa entrar no sistema do banco (se já não o tiver feito), informar os dados conta de origem, iniciar a transferência, depois informar a conta de destino e informar o valor a ser transferido (essas duas tarefas em qualquer ordem), para finalmente confirmar a

operação. Para informar a conta de destino, o usuário pode seguir uma de duas estratégias: informar o número da agência e da conta de destino, ou escolher uma conta pré-cadastrada. Para confirmar a operação, o usuário primeiro informa novamente a senha, depois confere o resultado da operação com saldo atualizado, e por fim ele envia a confirmação por e-mail para as pessoas envolvidas.



**Figura 5.4. Exemplo de modelo de tarefa para transferir dinheiro entre contas bancárias.**

Modelos de tarefas são muito úteis para analisar tarefas bem estruturadas e definidas. Entretanto, eles costumam apresentar limitações quando as tarefas não se encaixam bem em uma estrutura hierárquica. Por exemplo, ciclos, situações de erro e outros tipos de relação não hierárquica entre tarefas são complicados de representar nesses modelos.

#### 5.4.4 Esboços de Tela

Uma representação bastante comum no design de IHC são os esboços de tela, também conhecidos como *wireframes*, *mock-ups*, protótipos ou maquetes. Eles representam elementos de interface com os quais o usuário é capaz de interagir (os *widjets*). Estes elementos são organizados de uma maneira lógica na interface nas dimensões de espaço e tempo, para permitir o usuário tirar proveito do sistema de acordo com seus objetivos. Em interfaces gráficas, os elementos de interface são organizados em telas que vão sendo substituídas conforme a interação progride. As transições entre telas também podem estar representadas nos esboços.

Os esboços de tela podem ser classificados pelo seu grau de fidelidade. Um esboço de baixa fidelidade representa (os elementos de) a interface sem muita preocupação com seus aspectos gráficos. Já um esboço de alta fidelidade representa a interface considerando os aspectos gráficos, como tamanho, posição, cor, fonte e outros detalhes visuais de cada elemento. Os dois tipos de esboços podem ser elaborados manualmente ou em alguma ferramenta computacional, como o Pencil Project,<sup>2</sup> Balsamiq Mockups,<sup>3</sup> Microsoft Visio<sup>4</sup> ou Axure.<sup>5</sup> Todavia, os esboços de alta fidelidade geralmente são construídos com alguma ferramenta computacional.

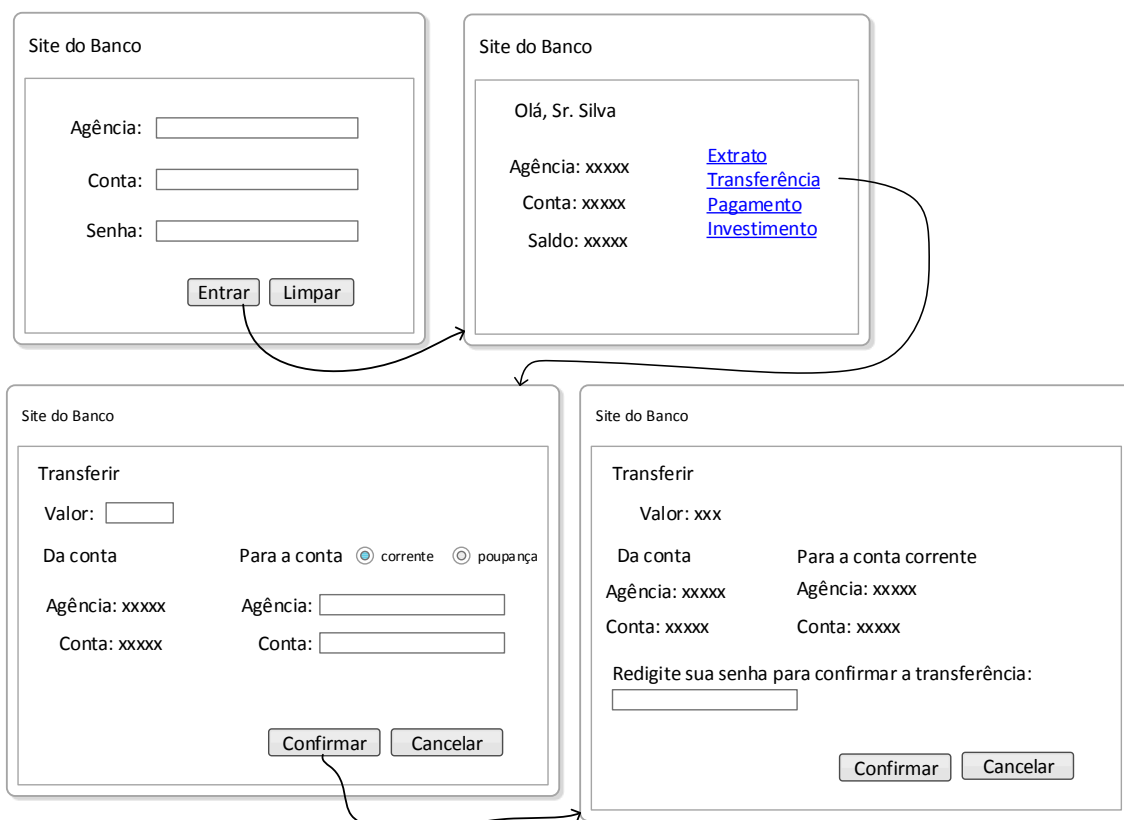
A Figura 5.1 apresenta um exemplo de esboço de tela de baixa fidelidade para um sistema web que permite ao usuário realizar transferência de dinheiro entre contas bancárias. Em cada tela estão representados os elementos de interface mais relevantes para o objetivo de transferência bancária. Além disso, estão representadas algumas transições entre essas telas.

<sup>2</sup> <http://pencil.evolus.vn/>

<sup>3</sup> <https://balsamiq.com/>

<sup>4</sup> <http://office.microsoft.com/en-us/visio/e>

<sup>5</sup> <http://www.axure.com/>



**Figura 5.5. Exemplo de esboço de tela para transferir dinheiro entre contas.**

Por ser uma representação da interface concreta, próxima daquilo com o que o usuário vai interagir, os esboços de tela são bastante utilizados com insumo de avaliações formativas junto a usuários e demais interessados no sistema.

## 5.5 Interação como uma conversa

A MoLIC adota uma perspectiva de interação como uma conversa entre o usuário e o preposto do designer. Nessa conversa, usuário e preposto do designer (representado pela interface do sistema) endereçam certos assuntos, trocando turnos em diálogos e falas, voltados para o alcance dos objetivos do usuário [Paula 2003, Silva 2005].

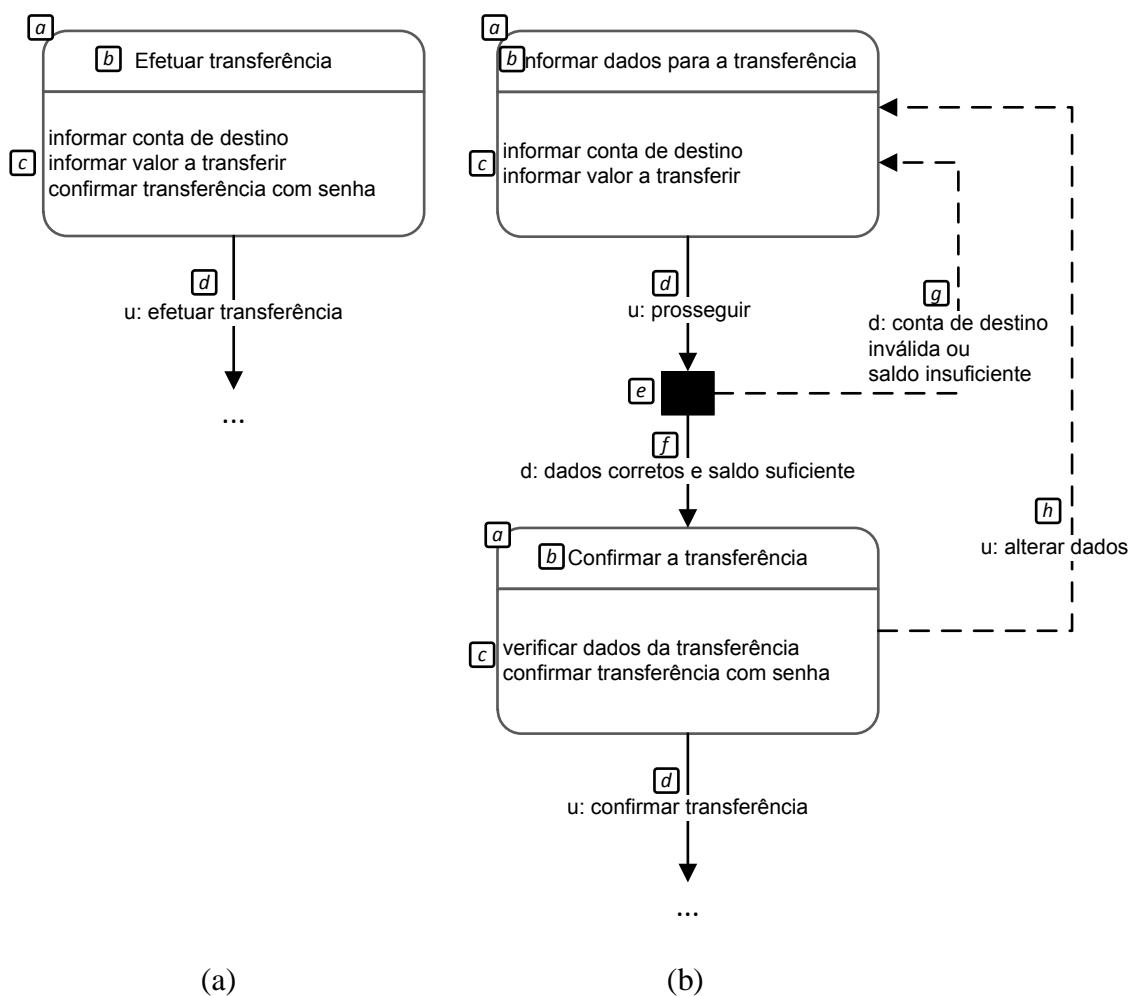
Por exemplo, uma conversa para efetuar a transferência bancária representada pelo cenário da seção 5.4.1 poderia ser descrita como a seguir:

- U:<sup>6</sup> Bom dia.  
 D: Qual conta deseja manipular?  
 U: Conta 9876-5 da agência 345-6, senha \*\*\*\*\*.  
 D: O que deseja fazer?  
 U: Quero efetuar uma transferência.  
 D: Para qual conta?  
 U: Para a conta pré-cadastrada de Ana Barros.  
 D: Qual é o valor?  
 U: R\$ 2.500,00.

<sup>6</sup> U representa uma fala do usuário, e D representa uma fala do preposto do designer.

D: Por favor confirme a operação com sua senha.  
 U: \*\*\*\*\*.  
 D: Sua transferência de R\$ 2.500,00 para a conta de Ana Barros (agência 8352-4 conta corrente 41632-9) foi efetuada com sucesso.

Esta conversa pode ser segmentada de diferentes formas. Após a identificação da conta a ser manipulada, por exemplo, a transferência pode ser considerada como tendo apenas um tópico, Efetuar transferência, ou dois tópicos, Definir dados para a transferência e Confirmar a transferência. Nesse último caso, o sistema pode verificar, entre a definição dos dados e a confirmação da transferência, se os dados da conta bancária de destino são válidos e se o saldo do usuário é suficiente para efetuar a transferência, por exemplo. A Figura 5.6 ilustra essas duas situações.



**Figura 5.6. Duas possibilidades de segmentação de uma conversa para efetuar transferência bancária.**

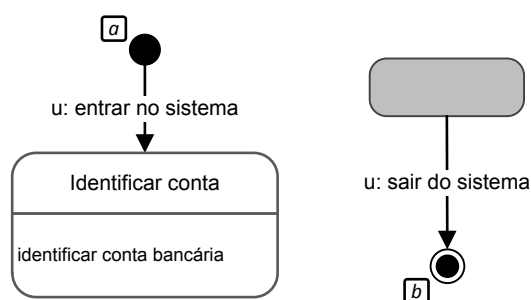
A Figura 5.6 apresenta os seguintes elementos da MoLIC:

- a) **cena**: palco da conversa entre usuário e preposto do designer sobre um assunto (tópico) específico
- representação**: retângulo com bordas arredondadas

- b) **tópico da cena**: assunto da conversa travada na cena, representado por uma frase no infinitivo, que pode ser lida como uma fala do preposto do designer para o usuário, no formato “Você agora deve <tópico>.”  
*exemplos*: Efetuar transferência, Informar dados para a transferência, Confirmar a transferência  
*representação*: texto no primeiro compartimento da cena
- c) **diálogos da cena**: unidades da conversa que focam diferentes aspectos do tópico da cena  
*exemplos*: informar conta de destino, informar valor, confirmar transferência com senha, verificar dados da transferência  
*representação*: texto no segundo compartimento da cena
- d) **falas do usuário para troca de turno (falas de transição do usuário)**: troca de turno, em que o usuário passa o controle da conversa para o preposto do designer  
*exemplos*: u: efetuar transferência, u: prosseguir, u: confirmar transferência  
*representação*: linhas direcionadas sólidas com rótulo u:
- e) **processamento do sistema**: momento oculto para o usuário, onde ele espera que o sistema esteja realizando a operação que o usuário solicitou ao preposto  
*representação*: quadrado com fundo preto, indicando que, do ponto de vista do usuário, se trata de uma caixa-preta, ou seja, ele não sabe o que está ocorrendo durante o processamento
- f) **falas do preposto do designer para troca de turno (falas de transição do preposto do designer)**: troca de turno, em que o preposto do designer informa ao usuário sobre o resultado de um processamento, e pode devolver o controle da conversa para o usuário – se o destino da fala for uma cena – ou prosseguir para outros processamentos  
*exemplo*: d: dados corretos e saldo suficiente  
*representação*: linhas direcionadas sólidas com rótulo d:
- g) **falas do preposto do designer para recuperação de ruptura**: troca de turno, em que o preposto do designer informa o usuário sobre um resultado inesperado de um processamento do sistema, e pode devolver o controle da conversa para o usuário – se o destino da fala for uma cena  
*exemplo*: d: conta de destino inválida ou saldo insuficiente  
*representação*: linhas direcionadas tracejadas com rótulo d:
- h) **falas do usuário para recuperação de ruptura**: troca de turno, em que o usuário percebe que se enganou e muda de ideia, retornando para uma cena em que possa retificar parte da conversa travada previamente  
*exemplo*: u: alterar dados  
*representação*: linhas direcionadas tracejadas com rótulo u:

Em linhas gerais, a conversa se inicia quando o usuário entra no sistema, e se encerra quando o usuário sai do sistema. Para indicar esses momentos, utilizamos **pontos de abertura** (Figura 5.7a) e **de encerramento** (Figura 5.7b) da conversa.

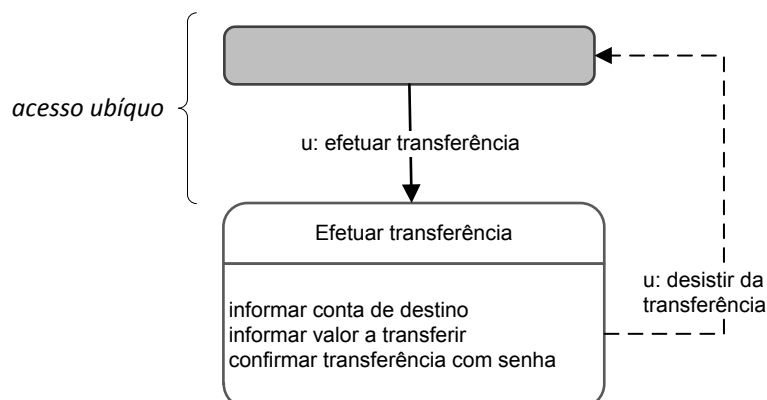




**Figura 5.7 Pontos de abertura (a) e encerramento (b) da conversa.**

Em alguns sistemas, pode-se projetar mais de um ponto de abertura. No caso do sistema bancário, por exemplo, pode-se imaginar um segundo ponto de abertura em que, utilizando um leitor de cartões, o usuário não precisa identificar sua conta, apenas informar sua senha.

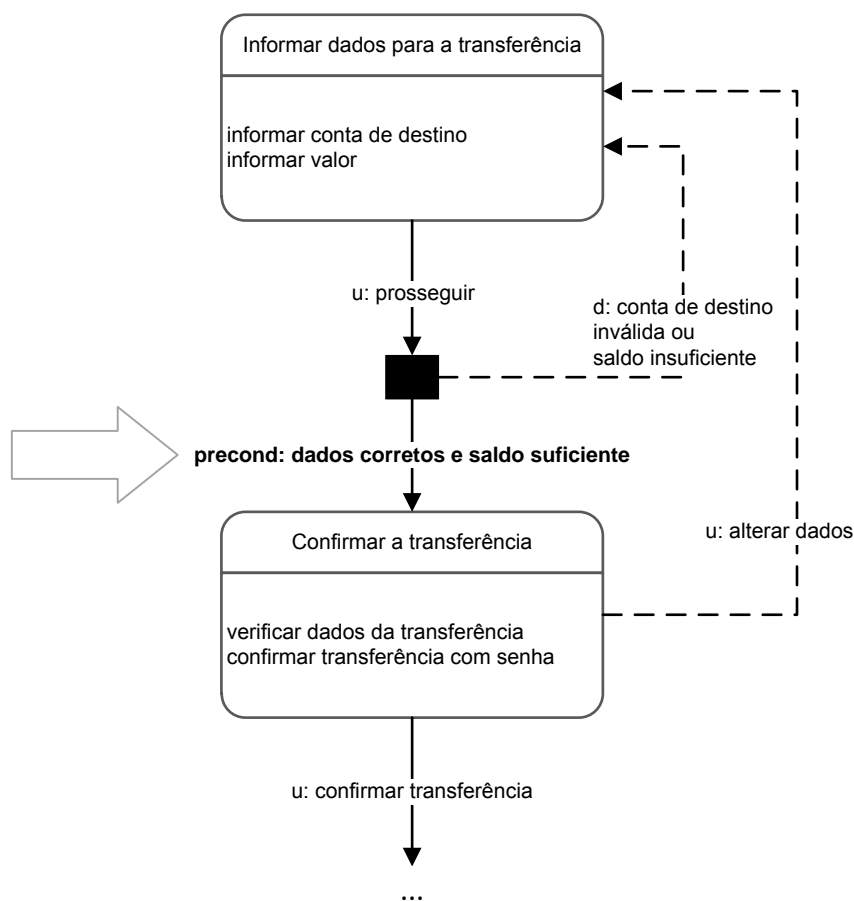
Os diagramas na Figura 5.6 e na Figura 5.7 não representam a forma como, uma vez iniciada a conversa com o sistema, o usuário pode iniciar cada subconversa para atingir um objetivo específico, como o objetivo de efetuar a transferência. Em outras palavras, os diagramas naquelas figuras ainda não representam como o usuário leva a conversa para a cena Efetuar transferência. Para esse fim, utilizamos um *acesso ubíquo* (Figura 5.8), indicado por uma representação degenerada de cena, sem tópico e com cor de fundo cinza, conectada por uma fala do usuário à cena de destino para iniciar a conversa em direção ao objetivo representado pela fala. Um acesso ubíquo pode ser lido como “em qualquer cena onde o usuário esteja, ele pode enunciar <fala>”. Na Figura 5.8, a fala do acesso ubíquo é u: efetuar transferência. Uma vez iniciada essa conversa, o usuário pode mudar de ideia e desistir da transferência, retornando para a cena onde estava quando enunciou a fala do acesso ubíquo.



**Figura 5.8. Acesso ubíquo para a cena *Efetuar transferência*.**

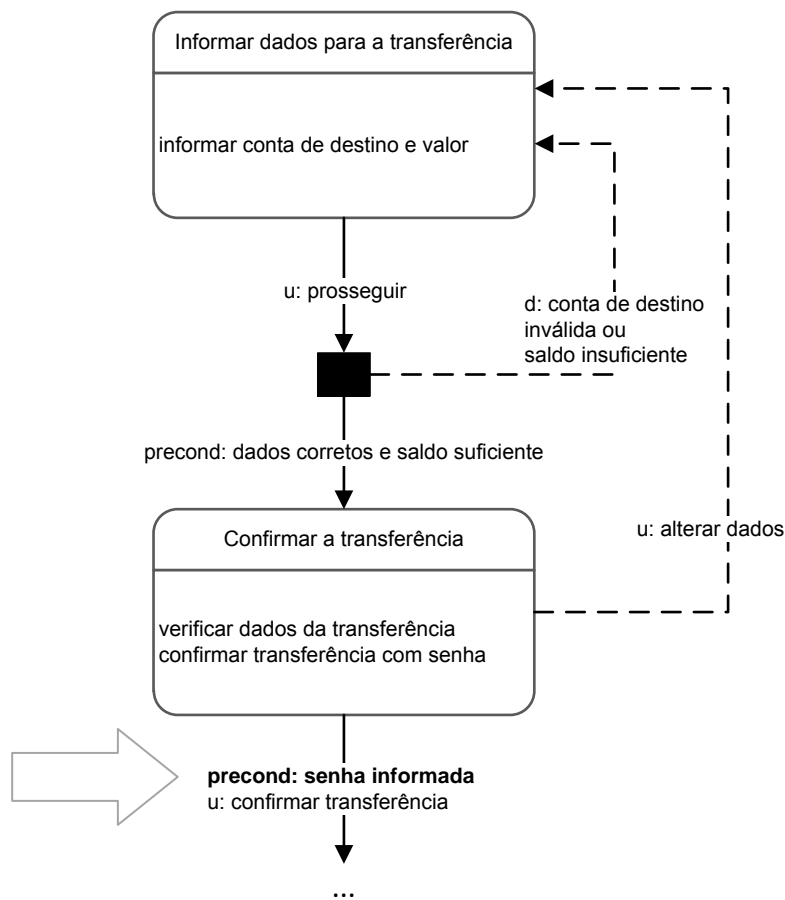
Nem todo resultado de processamento do sistema requer uma fala explícita do preposto do designer. Em algumas situações, é possível que o preposto simplesmente conduza o usuário a uma cena, que por sua vez deixará claro o resultado do processamento. Nesse caso, é possível representar o resultado do processamento pela palavra-chave precond, em vez de uma fala explícita do preposto utilizando d:. Voltando ao exemplo de transferência bancária (Figura 5.6b), não é necessário informar ao usuário explicitamente que os dados da conta de destino estão corretos e que há saldo suficiente. A própria mudança de rumo para a cena Confirmar a transferência já reflete esse resultado

do processamento, ou seja, constitui a fala do preposto do designer. Nesse caso, basta indicar através da palavra-chave *precond* o que ocasionou aquela mudança de rumo da conversa (Figura 5.9). Cabe ao designer, portanto, decidir quais mudanças de rumo da conversa se beneficiam ou não de uma fala explícita do preposto do designer, que não seja apenas enunciar o tópico da próxima cena. Em linhas gerais, não se deve omitir a fala do preposto do usuário em casos de recuperação de ruptura. Observa-se na Figura 5.9 que a fala d: conta de destino inválida ou saldo insuficiente foi preservada.



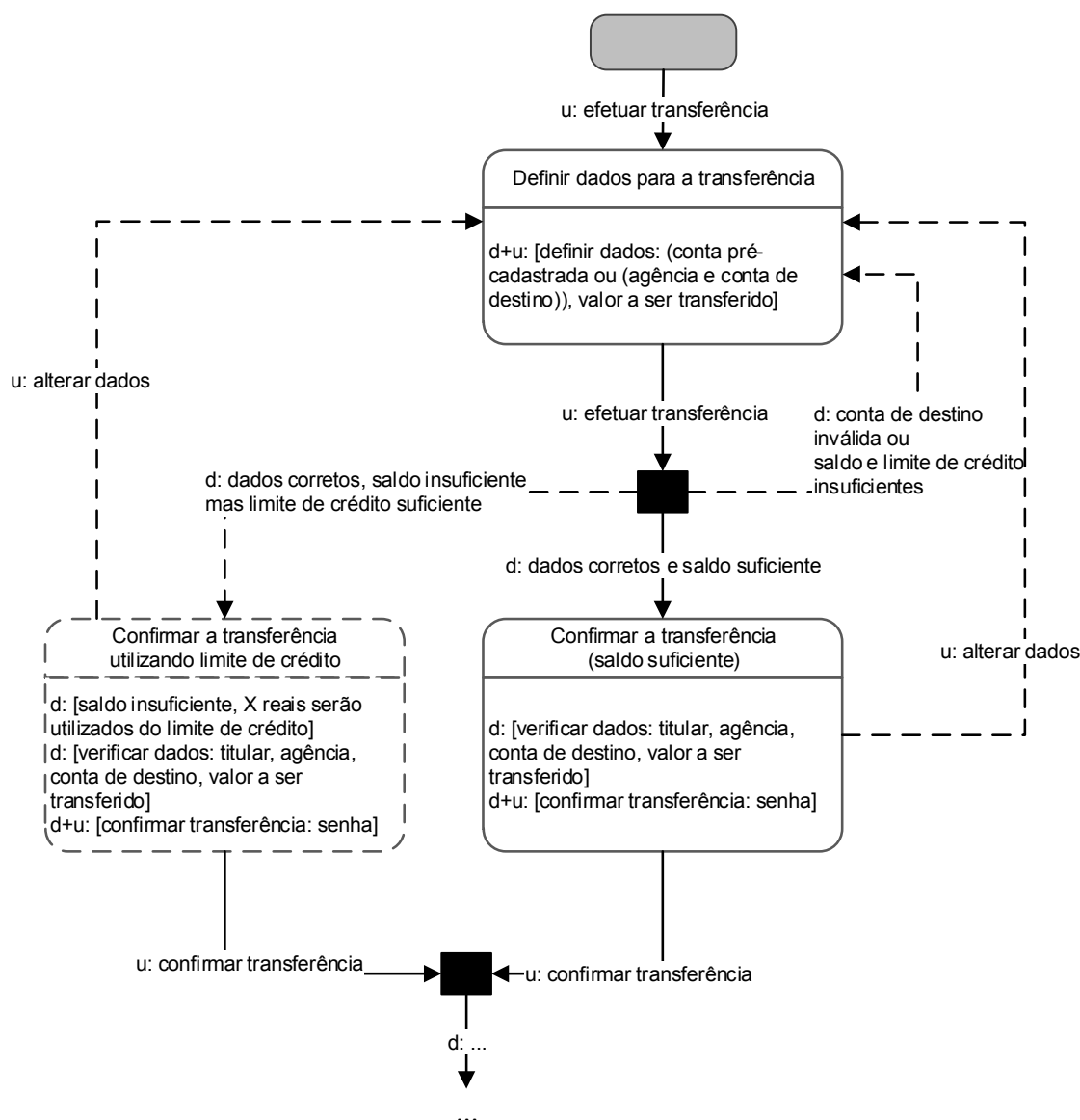
**Figura 5.9. Uso da palavra-chave *precond* para representar um resultado de processamento sem fala explícita do preposto do designer.**

De fato, a *precond* indica uma pré-condição para uma mudança de turno ser realizada, e pode ser utilizada tanto para mudanças de rumo iniciadas pelo designer quanto pelo usuário. Prosseguindo com o exemplo da transferência bancária, caso se queira impedir que o usuário enuncie a fala u: confirmar transferência até que a senha tenha sido informada, é possível incluir uma *precond* para esse fim, como ilustrado na Figura 5.10. A interface final deverá indicar essa pré-condição, possivelmente mantendo o botão de confirmação desativado até que a senha seja informada.



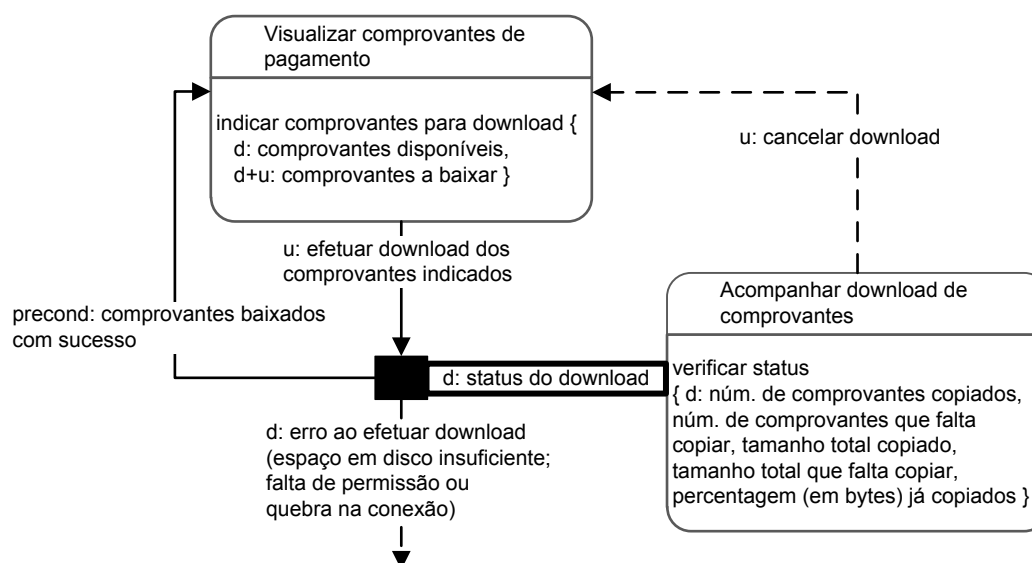
**Figura 5.10** Uso da palavra-chave *precond* para impedir que o usuário enuncie uma fala de mudança de rumo da conversa.

Existem casos em que o designer considera certas conversas como podendo acarretar consequências negativas, como por exemplo a confirmação de uma transferência bancária que, por saldo insuficiente, resulte em o usuário fazer uso do seu limite de crédito. Nesses casos, a cena correspondente deve ser representada com linha tracejada, para indicar ao designer que os elementos de interface correspondentes à tal cena deverão ser devidamente diferenciados das demais. A Figura 5.11 ilustra essa situação.



**Figura 5.11. Cena de alerta indicando conversa que pode acarretar consequências negativas para o usuário (Confirmar a transferência utilizando limite de crédito).**

Como dito anteriormente, o processamento do sistema é, do ponto de vista do usuário, uma caixa-preta. O usuário só sabe o que aconteceu através de falas do preposto do designer. Nas figuras apresentadas até o momento, as falas do preposto eram emitidas ao final do processamento. No entanto, há ocasiões em que se deseja fornecer informações sobre o estado do processamento enquanto ele ainda está em andamento. Um caso típico ocorre em operações de *download* de arquivos, como ilustra a Figura 5.12. Nesses casos, dizemos que há uma **comunicação síncrona** sobre o processamento do sistema.



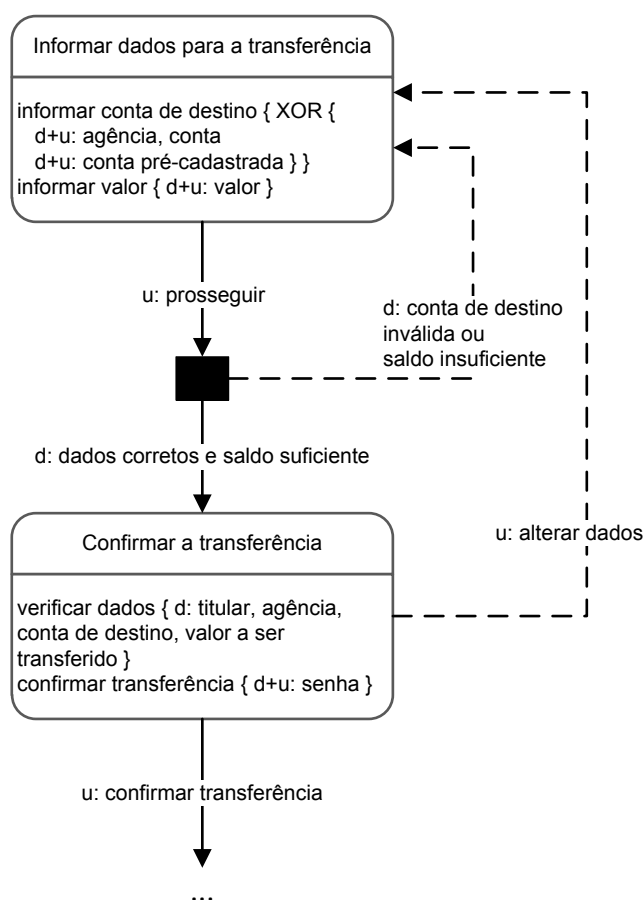
**Figura 5.12. Comunicação síncrona sobre o processamento do sistema correspondente a uma operação de cópia.**

Na Figura 5.12, observa-se a presença de um detalhamento sobre o enunciador das falas em cada diálogo, juntamente com os signos que compõem cada diálogo. A fala d: comprovantes disponíveis indica que o preposto do designer informa ao usuário quais são os comprovantes disponíveis, e d+u: comprovantes a baixar indica que usuário e preposto do designer dialogam sobre quais comprovantes devem ser baixados (ou seja, o usuário indica o que quer baixar e o preposto do designer indica que entendeu o pedido, possivelmente destacando os itens indicados pelo usuário). Como esse tipo de situação ocorre com frequência, costuma-se juntar as duas falas em uma única fala, como por exemplo: d+u: comprovantes disponíveis/a baixar.

Na cena Acompanhar download de comprovantes, há somente uma fala do preposto do designer, com diversos signos indicando o *status* do download. Nesse caso, trata-se rigorosamente de um monólogo, no qual o usuário deve interpretar a fala (composta de signos) emitida pelo designer, mas por sua vez não precisa responder diretamente com nenhuma fala. Nesse exemplo, a única fala que o usuário pode enunciar se refere a uma mudança de rumo na conversa, para indicar que não deseja prosseguir com o download (u: cancelar o download).

Em geral, a maioria dos diálogos é marcada pelo prefixo d+u:, indicando que se tratam de pares conversacionais, nos quais o preposto do designer fornece alguma instrução e solicita uma informação, fornecida então pelo usuário.

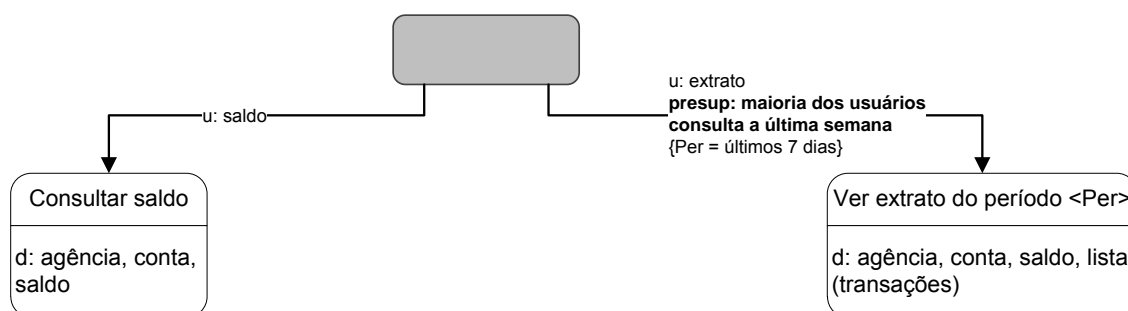
Além do detalhamento dos signos e seus enunciadores, os diálogos podem ser estruturados de diferentes formas, utilizando as palavras-chave SEQ (falas que precisam ser enunciadas em uma ordem predeterminada), OR (conjunto de falas no qual uma ou mais podem ser enunciadas) e XOR (falas mutuamente exclusivas, ou seja, conjunto de falas no qual somente uma fala pode ser enunciada).



**Figura 5.13 Exemplo de falas mutuamente exclusivas (XOR).**

Até este momento, os diagramas representam o que poderá ocorrer no momento da interação, mas não incluem rastros de decisões do designer que levaram à solução neles representada. A MoLIC oferece a palavra-chave *presup* para indicar as pressuposições (em inglês, *presuppositions*) do designer sobre aspectos tenham levado a uma certa decisão de design, como por exemplo alguma característica do usuário, do seu objetivo, da sua atividade ou do contexto em que se espera que o sistema seja utilizado.

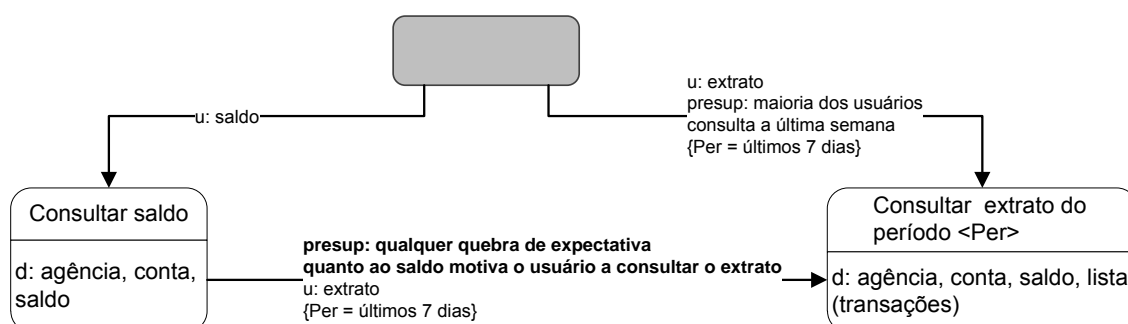
A *presup* permite aumentar o caráter epistêmico da MoLIC, pois ajuda ao designer registrar pontos de reflexão sobre o design e *tradeoffs* considerados. Por exemplo, a Figura 5.14 apresenta o uso de *presup* para indicar o motivo pelo qual o período *default* para a consulta de extrato abrange os últimos sete dias, com base em um conhecimento sobre o uso que os usuários fazem do sistema, provavelmente obtido através de instrumentação de software (*log* de uso do sistema).



**Figura 5.14** Exemplo de uso de *presup* para indicar o *rationale* de uma decisão de design.<sup>7</sup>

Existem principalmente duas situações para se utilizar *presup*. A primeira está relacionada com aspectos de natureza temporária, que podem mudar com o uso continuado do software ou com a evolução do seu contexto de uso. No caso da Figura 5.14, é possível que o acompanhamento dos *logs* de uso do sistema revele, no futuro, que a consulta mais frequente de extrato mudou dos últimos sete para os últimos três dias, para as últimas  $n$  transações, ou ainda que não há uma opção *default* clara, ou seja, que há uma variedade de opções utilizadas por diferentes grupos de usuário, e que portanto deveriam ser configuráveis.

A segunda situação em que *presup* é bastante útil ocorre quando o designer visa a comparar diferentes soluções de design, para registrar o que as diferencia. A Figura 5.15 apresenta uma solução alternativa para a consulta de extratos, que permite ao usuário atingir esse objetivo de duas maneiras: uma através de um acesso ubíquo, como na Figura 5.14, e outra a partir da cena Consultar saldo. Conforme registrado com a palavra-chave *presup*, essa segunda alternativa contempla o caso frequente em que, dada qualquer quebra de expectativa do usuário quanto ao saldo, ele formulará um novo objetivo de consultar o extrato, e o designer deseja criar esse atalho para evitar que o usuário tenha que buscar um acesso ubíquo (em meio a tantos outros acessos ubíquos). A seção 5.7 descreve como essas alternativas podem se concretizar na interface com o usuário.



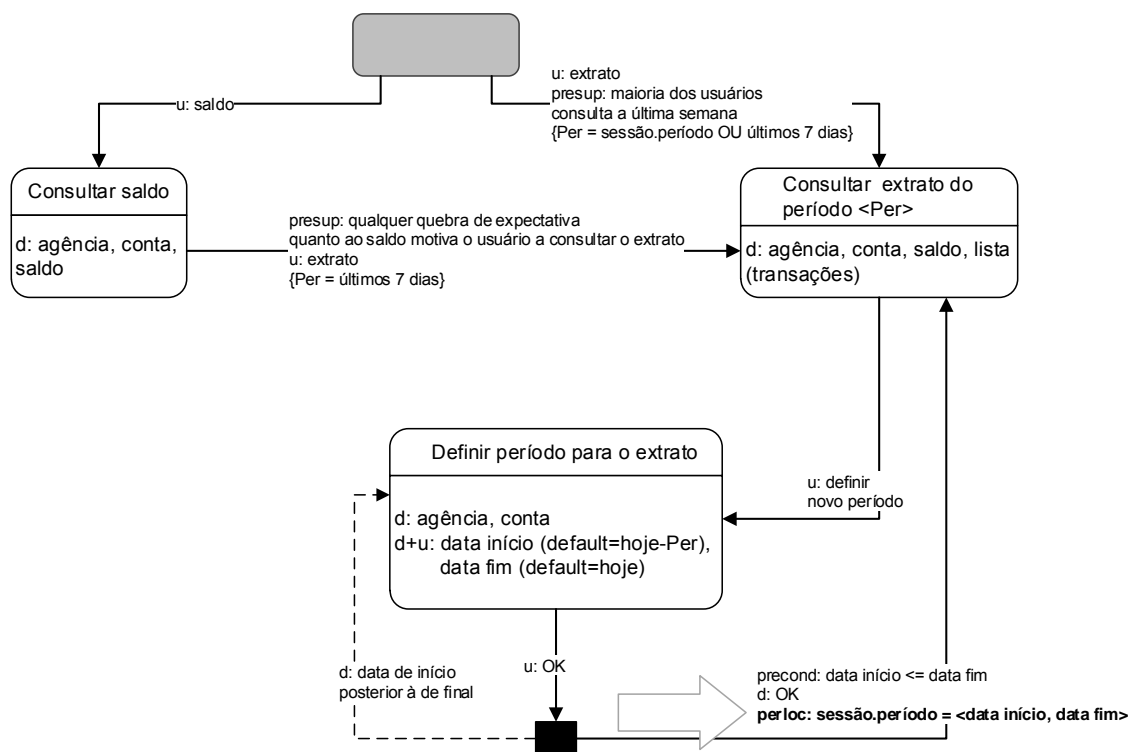
**Figura 5.15** Exemplo de uso de *presup* para caracterizar uma solução alternativa.

Em conversas entre pessoas, tudo aquilo que foi dito em um momento pode ser recuperado em outro, ou seja, o histórico da conversa é mantido na memória dos

<sup>7</sup> Observa-se na figura que os diálogos estão implícitos; somente os signos e seus enunciadores são representados. Essa representação pode ser adotada quando o tópico da cena e os signos forem suficientes para comunicar o teor da conversa naquele momento.

interlocutores. No caso de sistemas computacionais, caso alguma informação precise ser preservada para influenciar a conversa em momentos posteriores, é necessário registrar isso explicitamente. Para isso, a MoLIC oferece a palavra-chave *perloc*, que indica um efeito perlocutório de um trecho de conversa. A Figura 5.16 apresenta um exemplo de uso de *perloc* para indicar que, quando o usuário altera o período de consulta do extrato, o novo período deve ser “lembrado” em futuras consultas ao extrato durante a mesma sessão de uso, se sobrepondo ao período *default*. Para isso, faz-se uso de um signo dito articulado [Araujo 2008], como *sessão.período*. Tal recurso pode ser utilizado para efeitos de configuração com diferentes escopos conforme a intenção do designer, como por exemplo:

- **sessão:** *sessão.período* indica o período de extrato válido durante a sessão corrente, conforme o exemplo;
- **objeto** manipulado pelo sistema: *conta.período* indicaria o período de extrato *default* para a conta atual, independentemente de sessão;
- **usuário:** *usuário.período* indicaria o período de extrato *default* para o usuário corrente, para todas suas contas e em todas as sessões de uso do sistema).



**Figura 5.16** Exemplo de uso de *perloc* para “lembrar” parte de uma conversa travada anteriormente.

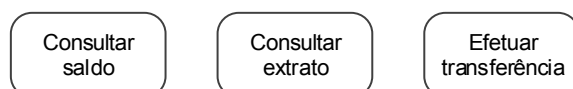
A próxima seção ilustra, passo a passo, um projeto de interação a partir dos objetivos dos usuários, discutindo algumas decisões de design que são tomadas ao longo do processo.



## 5.6 Projetando a interação

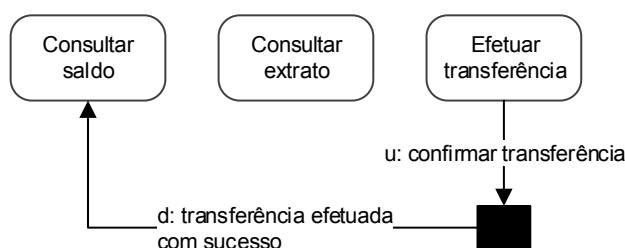
Não há uma ordem estrita para a construção de diagramas MoLIC. Entretanto, esta seção apresenta uma possível abordagem para essa construção. O design da interação com MoLIC costuma começar com a definição dos objetivos dos usuários que o sistema deve contemplar. No caso do sistema bancário, vamos considerar uma versão simplificada cujos objetivos são apenas os seguintes: consultar saldo, consultar extrato e efetuar transferência.

Em um primeiro momento, pode-se utilizar uma representação bem simplificada da MoLIC, ainda sem diálogos, e na qual cada objetivo é representado por uma cena (Figura 5.17).



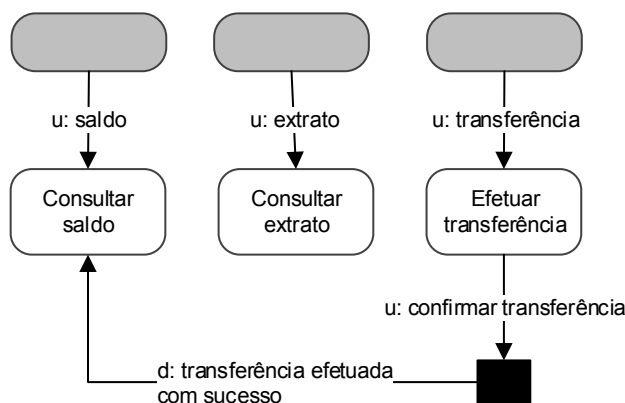
**Figura 5.17** Início de construção de um diagrama MoLIC, contendo apenas cenas representando os objetivos dos usuários.

O segundo passo é identificar relações entre os objetivos dos usuários. Uma pergunta a fazer nesse momento é se a conclusão de um objetivo motiva o usuário a formular outro. Por exemplo, ao concluir uma transferência bancária, o usuário possivelmente gostaria de consultar o seu saldo. Para esses casos, inclui-se uma fala para a cena correspondente ao segundo objetivo (Figura 5.18).



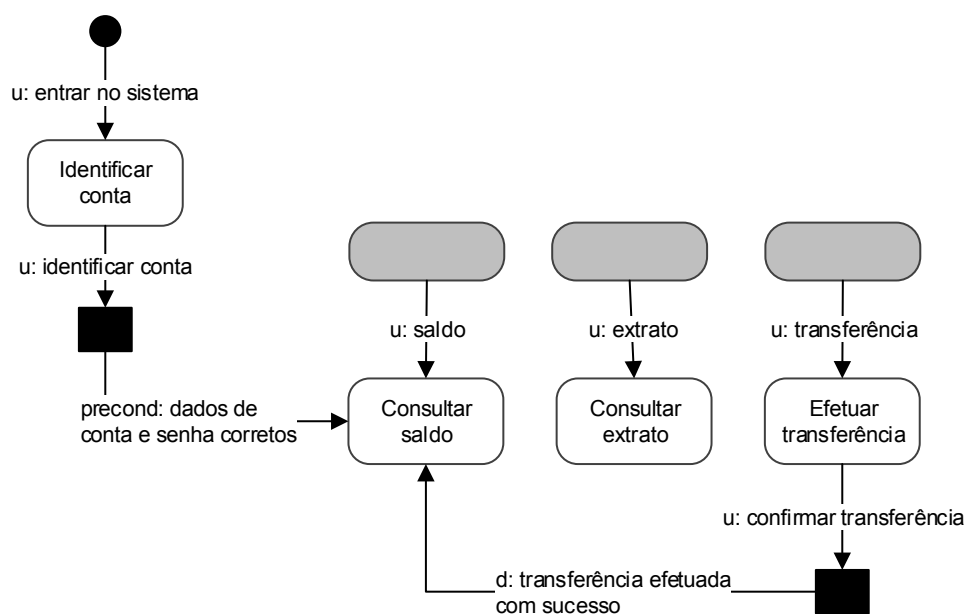
**Figura 5.18** Diagrama MoLIC em construção, incluindo falas que levam de um objetivo a outro.

Em seguida, pode-se decidir para quais cenas haverá acessos ubíquos (Figura 5.19). Em geral, projeta-se acessos ubíquos para os principais objetivos do usuário. Nesse exemplo simplificado, são projetados acessos ubíquos para todos os objetivos.



**Figura 5.19** Acessos ubíquos para os objetivos dos usuários.

O início da conversa com o sistema é então projetado através de pontos de abertura, indicando se o usuário, ao entrar no sistema, já começa a conversa em direção a um objetivo, ou se é levado a uma cena de início como uma *home* ou *dashboard*, a partir da qual deve decidir qual objetivo deseja alcançar. No caso de uma aplicação bancária, o usuário precisa inicialmente identificar a conta que deseja manipular, e caso o designer assuma que o usuário deseja primeiramente consultar seu saldo, pode projetar uma solução semelhante à da Figura 5.20. Dependendo da plataforma computacional em que o sistema deva ser projetado, no entanto, é possível que questões de segurança inviabilizem essa solução.



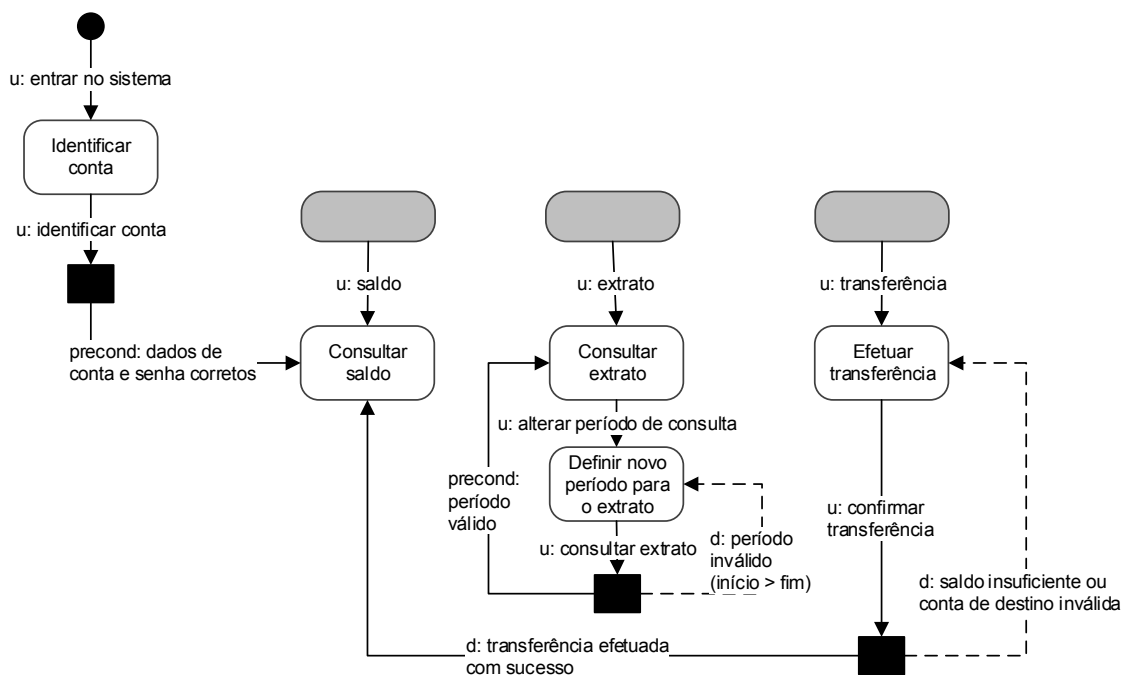
**Figura 5.20** Ponto de abertura do sistema.

As cenas podem então ser decompostas e interligadas pelas falas de troca de turno e processamento do sistema (Figura 5.21).

Finalmente, são detalhados os diálogos e signos, tal como exemplificado dos diagramas da Figura 5.12 à Figura 5.16.

No caso do sistema bancário de exemplo, além da questão de iniciar com a consulta ao saldo ou não, existem outras decisões de design que afetam o projeto de interação, como por exemplo as seguintes:

- Ao solicitar o extrato, deve-se assumir um período de tempo fixo, assumir um número fixo de últimos lançamentos ou requerer que o usuário sempre informe o período de tempo desejado?
- Ao concluir uma transferência, deve-se apresentar uma mensagem informando sobre o resultado da operação, levar o usuário à consulta ao saldo, ou à consulta ao extrato?



**Figura 5.21 Exemplo de diagrama MoLIC de aplicação bancária, ainda utilizando uma notação simplificada (sem diálogos e signos).**

Como visto na seção anterior, essas e outras decisões podem ser registradas em diagramas alternativos, utilizando o elemento presup para indicar em que situações o designer acredita que cada solução de design de interação seria mais recomendada, ou seja, quando cada estratégia de uso traria mais benefícios ao usuário.

### 5.7 Mapeamentos entre o Design da Interação e o Design da Interface

Cada diagrama de interação MoLIC pode ser concretizado por diferentes interfaces. No entanto, há alguns padrões de mapeamento que podem guiar as decisões de design envolvidas no projeto da interface a partir do projeto da interação. Vale observar que não se propõe que o processo seja estritamente sequencial, ou seja, que se tenha especificado completamente a interação em MoLIC antes de se definir a interface propriamente dita.

À medida que a interação é projetada, cabe aos designers transitarem pelo design da interação e da interface alternadamente, para melhor vislumbrar as consequências de suas decisões de design considerando as duas perspectivas (interação e interface). Alguns dos mapeamentos comumente utilizados em interfaces gráficas e Web são apresentados na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 Mapeamento usual entre elementos da MoLIC e elementos de interface.**<sup>8</sup>

elemento da MoLIC	elemento de interface	exemplo
cena	▪ janela ou página	Figura 5.22a
tópico da cena	▪ título da janela ou página	Figura 5.22b
diálogos da cena	▪ regiões da tela ou estruturas de painéis e agrupamentos de outros elementos de interface	Figura 5.22c
signos	▪ elementos de interface interativos (no caso de d+u:) ▪ elementos de interface não interativos (no caso de d:)	rótulos e campos de agência, conta e senha na Figura 5.22
acesso ubíquo	▪ item de menu ou barra de navegação	
fala do usuário (seja para troca de turno ou para recuperação de ruptura)	▪ botão (principalmente se envolve um processamento do sistema (ou um cancelamento de um processamento) ou ▪ link (principalmente se leva diretamente a uma cena, como uma navegação simples, que não envolva processamento)	botão OK (Figura 5.22d)
fala do preposto do designer para troca de turno ou mudança de rumo da conversa	▪ janela de mensagem (principalmente no caso de mudança de assunto) e/ou ▪ informações na janela (cena) de destino (principalmente no caso de simples troca de turno, sem mudança de assunto)	
fala do preposto para recuperação de ruptura	▪ janela de mensagem de erro (principalmente no caso de erros sem recuperação) e/ou ▪ informações na cena de destino (principalmente com indicações de rupturas, como por exemplo instruções para o preenchimento correto de um formulário e de cada campo (signo) que tiver causado a ruptura)	mensagem no topo da Figura 5.23a e destaque nos campos com problema (Figura 5.23b)

A Figura 5.22 apresenta um exemplo de mapeamento da cena Identificar conta e seus elementos.

<sup>8</sup> Os mapeamentos aqui apresentados não devem ser considerados prescritivos, e sim como tendo surgido espontaneamente em diagramas MoLIC e esboços de tela construídos por diferentes alunos e profissionais [Silva et al. 2005].

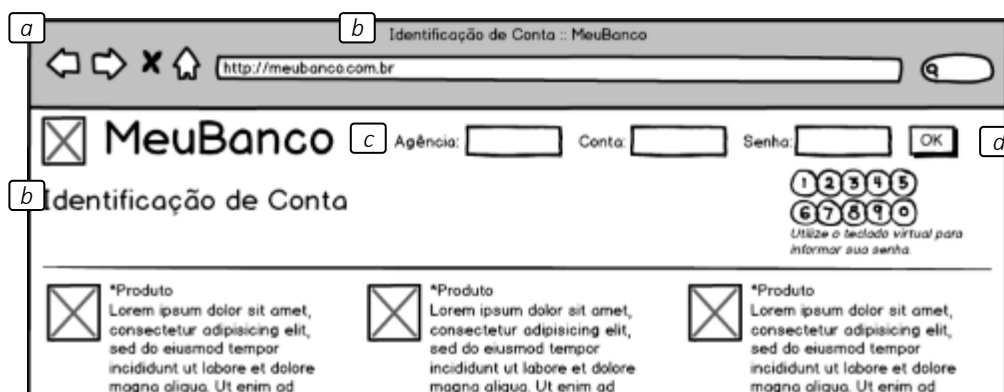


Figura 5.22 Exemplo de página mapeada da cena Identificar conta.

A Figura 5.23 apresenta o mesmo exemplo da Figura 5.22, mas após a ocorrência de uma ruptura causada pelo fornecimento de dados incorretos. A fala do designer para a recuperação da ruptura é mapeada para dois elementos:

- mensagem de erro no topo da página (Figura 5.23a);
- indicações dos signos que causaram a ruptura (Figura 5.23b).

Este exemplo ilustra como uma preocupação com segurança se sobrepõe a preocupações com a qualidade da comunicação com o usuário. Do ponto de vista estritamente comunicativo, seria bom apresentar ao usuário uma mensagem mais precisa, indicando, se possível, o signo que originou a ruptura, como por exemplo “Agência inexistente”, “Conta não pertence à agência informada” ou “A senha não corresponde à conta informada.” No entanto, tais mensagens constituem em aumento de risco de identificação de contas bancárias de terceiros, o que deve ser evitado ao máximo.

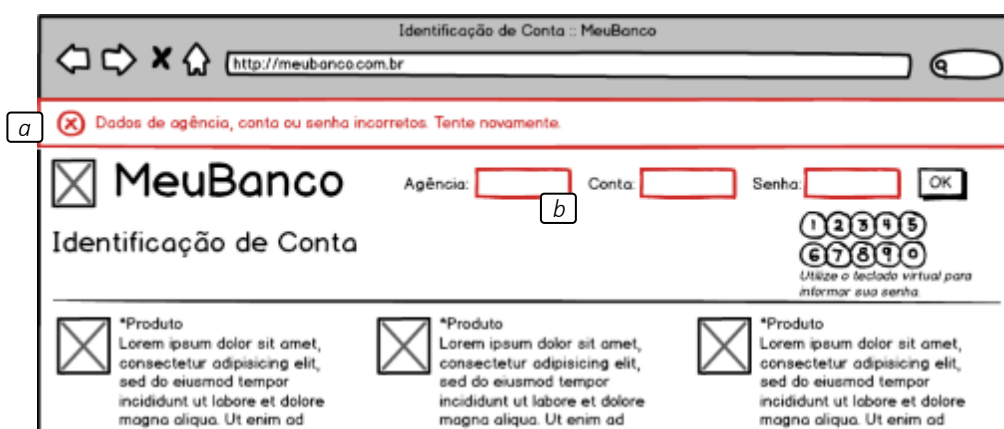
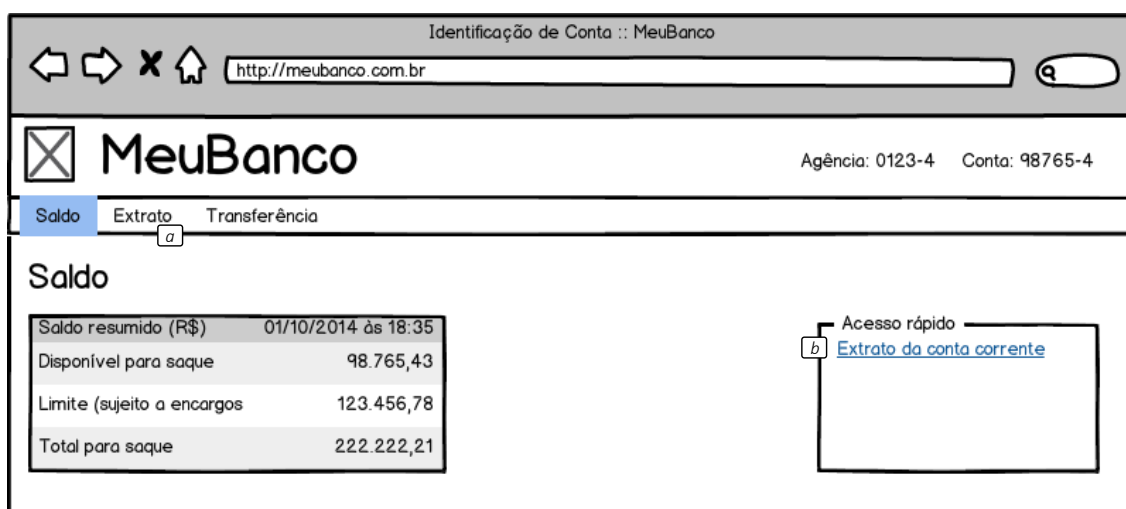


Figura 5.23 Exemplo de página mapeada da cena Identificar conta, com indicações para correção de ruptura.

Como visto na Figura 5.15, às vezes o designer decide oferecer atalhos para o usuário iniciar conversas a partir de uma cena, além do recurso tradicional de acesso ubíquo. A Figura 5.24 ilustra uma página de consulta de saldo com os dois acessos. Observa-se que esse tipo de atalho é mais útil quando há muitos acessos ubíquos, alguns dos quais

ocultos por uma hierarquia de menus, ou quando há uma sequência de operações claras em um fluxo de trabalho.



**Figura 5.24 Exemplo de página com dois acessos para uma mesma cena (Consultar extrato): (a) acesso ubíquo e (b) fala do usuário para mudança de rumo da conversa.**

Alguns elementos do diagrama MoLIC não possuem representação explícita na interface. Processamentos de sistema, por exemplo, não são representados na interface, a menos que acompanhados de uma cena síncrona informando o andamento do processamento. Além disso, quando uma fala do designer para troca de turno não tem conteúdo (apenas precond) ou tem como conteúdo algo como d: OK, a própria continuidade da conversa (levando o usuário à cena desejada) pode ser considerada suficiente para indicar o sucesso da solicitação do usuário. Nesse caso, o designer pode julgar desnecessário criar uma representação explícita dessa fala na interface. A definição de tais elementos na MoLIC, no entanto, é imprescindível para se entender e registrar como ocorrerá a interação dos usuários com o sistema, e quando a comunicação explícita é ou não necessária.

## 5.8 Uso da MoLIC no apoio à avaliação da interação

Araujo (2008) propôs uma série de perguntas para apoiar a leitura e interpretação de diagramas MoLIC, visando a evidenciar o caráter epistêmico da linguagem. Embora o objetivo dessas perguntas não seja fornecer um julgamento de valor à interação representada em MoLIC, ao buscar responder essas perguntas o designer reflete sobre as consequências das decisões de design ali representadas. Dessa forma as perguntas servem como base indireta para uma avaliação formativa da interação.

Segundo Araujo (2008), seu trabalho permitiu suscitar pontos que foram classificados em dez categorias de reflexão:

- Comparação com sistemas similares;
- Elaboração de cenários de uso;
- Levantamento de discussão com terceiros;
- Confirmação ou reformulação de resposta dada em perguntas anteriores;

- Demonstração de dificuldade ou incômodo na utilização de elementos do diagrama de interação;
- Leitura ou releitura do diagrama de interação;
- Possíveis alternativas de modelagem;
- Recordação de decisões de design tomadas na época da modelagem;
- Confirmação de decisões de design tomadas na época da modelagem; e
- Revogação de decisões de design tomadas na época da modelagem.

A seguir apresentamos uma adaptação de algumas das perguntas de Araujo. Para entender quais reflexões se busca suscitar com cada questão, recomenda-se consultar diretamente a dissertação de Araujo (2008).

### **Sobre os objetivos dos usuários**

- Quais são os objetivos de cada papel de usuário? Qual é a interseção ou relação entre eles? De que maneiras esses objetivos podem ser agrupados ou estruturados?

### **Sobre a abertura e encerramento da conversa com o sistema**

- Quais são os possíveis inícios de conversa com o sistema? Qual é o primeiro objetivo que se quer alcançar assim que a conversa se inicia?
- No caso do usuário se identificar no sistema, que informações o sistema tem sobre ele ou sobre o que ele já fez em interações anteriores? De que forma o sistema utiliza essas informações? Como elas influenciam a interação?
- Quando é que o usuário pode sair do sistema, e o que ocorre nesse momento? Antes de encerrar a interação, é necessário realizar alguma operação? Como isso é feito? Que implicações isso traz para a próxima sessão de uso do sistema por esse mesmo usuário?

### **Início de conversa voltada para um objetivo**

- Onde e quando este papel de usuário pode iniciar a conversa sobre este objetivo? Onde e quando o usuário pode declarar sua intenção de realizar este objetivo?
- Quais são as possíveis conversas para este papel de usuário atingir este objetivo? De que maneira essas conversas refletem diferentes estratégias, características do usuário ou objetivos de design? Existe uma conversa preferencial do designer para que o usuário atinja este objetivo? Por quê?
- Como este papel de usuário pode desistir de atingir este objetivo? O que acontece quando ele desiste de atingi-lo?
- Que outras conversas (que não sobre os objetivos) podem ser iniciadas a qualquer momento? Com que frequência são iniciadas, ou o quanto são importantes?

## **Cenas**

- Quais são as possíveis formas deste papel de usuário chegar a esta cena? Por que todas elas são necessárias?
- De que forma o preposto comunica o que este papel de usuário pode/deve fazer nesta cena?
- De que maneira os diálogos e signos estão relacionados ao tópico e às falas do usuário que saem desta cena?
- De que maneira os grupos de diálogos refletem uma estrutura de subtópicos nesta cena?
- Quem pode travar a conversa nesta cena, e quando?

## **Diálogos e Signos**

- Quem está emitindo cada signo? Que valores este signo pode assumir?
- O que o preposto tem a dizer sobre o conteúdo predefinido de cada signo d+u?
- O usuário deve necessariamente falar sobre este signo? Por quê?
- De que forma o preposto orienta o usuário a respeito do que este pode/deve dizer sobre este signo para evitar rupturas na comunicação? De que forma as rupturas estão sendo prevenidas?
- Caso o usuário se engane, como o preposto lhe ajuda a corrigir a conversa sobre este signo?

## **Falas do usuário e do designer para troca de turno e para mudança nos rumos da conversa**

- Após travar este trecho de conversa, o que o usuário pode fazer?
- Como o preposto comunica cada efeito perlocutório da fala do usuário (resultante do processamento do sistema) e devolve o turno da conversa para o usuário?
- Com base na conversa travada nesta cena, que informações seriam interessantes de serem mantidas no contexto, de forma a afetar a continuação da conversa em outras cenas? A que signos articulados essas informações estão relacionadas?

## **5.9 Conclusões**

Este capítulo apresentou a MoLIC, linguagem de modelagem da interação como uma conversa, fundamentada na Engenharia Semiótica. Descrevemos como a MoLIC enfoca a comunicação, para o usuário, das situações de uso previstas pelo designer, enfatizando o papel do designer como interlocutor durante a interação, através de seu preposto (a interface de usuário). Utilizando a MoLIC, o designer representa e reflete sobre as possibilidades de interação que estarão disponíveis para os usuários alcançarem seus diversos objetivos através da interação com a solução computacional sendo projetada.

A MoLIC foi proposta inicialmente para representar a interação de um único usuário com o sistema. Embora tenham sido propostos pontos de contato entre diagramas MoLIC elaborados para diferentes papéis de usuários, tal solução está muito



aquém do que é necessário para apoiar o projeto da interação em sistemas colaborativos. Está em andamento uma pesquisa para estender a linguagem para esse fim.

Outra questão de pesquisa em aberto diz respeito ao projeto de sistemas interativos adaptáveis e adaptativos, que atualmente não possuem apoio da linguagem senão implicitamente, através de signos articulados indicando o escopo de uma configuração (se vale por toda a sessão, para aquele usuário ou para o objeto sendo manipulado, como um documento, por exemplo), assim como no exemplo de período de consulta do extrato (sessão.período).

## Referências

- Annett, J. “Hierarchical Task Analysis”. In: Diaper, D. e Stanton, N. (eds.), *The handbook of task analysis for human-computer interaction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 67 –82, 2003.
- Annett, J. e Duncan, K.D. Task analysis and training design. *Occupational Psychology*, 41, pp. 211–221, 1967.
- Araujo, A.C.I.C. (2008) *Apoio ao Design e à Interpretação de Modelos de Interação Humano-Computador Representados em MoLIC*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática, PUC-Rio.
- Barbosa, S.D.J.; Silva, B.S. (2010) *Interação Humano-Computador*. Campus/Elsevier. ISBN: 978-85-352-3418-3.
- Card, S.; Moran, T.P.; Newell, A. (1983) *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates. ISBN: 978-0898598599.
- Carroll, J.M. (ed., 2003) *HCI Models, Theories, and Frameworks: Toward a Multidisciplinary Science*. Morgan Kaufmann. ISBN: 978-1558608085.
- Cooper, A.; Reimann, R.; Cronin, D. (2007) *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*. New York, NY: John Wiley & Sons. ISBN: 978-0470084113.
- Courage, C. & Baxter, K. (2005) *Understanding your users: a practical guide to user requirements, methods, tools, and techniques*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers. ISBN: 978-1558609358.
- de Souza, C.S. (2005) *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction*. The MIT Press. ISBN: 978-0262042208.
- Diaper, D.; Stanton, N. (eds., 2003) *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. CRC Press. ISBN: 978-0805844320.
- Kieras, D. GOMS Models for Task Analysis. In: D. Diaper & N. Stanton (eds.), *The handbook of task analysis for human-computer interaction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 83 –116, 2003.
- Lawson, B. (2006) *How Designers Think: The Design Process Demystified, 4<sup>th</sup> edition*. Oxford, UK: Architectural Press. ISBN: 978-0750660778.
- Paternò, F. *Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications*. London, UK: Springer-Verlag, 1999.

- Paula, M. G. (2003) *Projeto da Interação Humano-Computador Baseado em Modelos Fundamentados na Engenharia Semiótica: Construção de um Modelo de Interação*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática, PUC-Rio.
- Rogers, Y.; Sharp, H.; Preece, J. (2011) *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction, 3rd edition*. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0470665763.
- Rosson, M.B. & Carroll, J.M. (2001) *Usability Engineering: Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers. ISBN: 978-1558607125.
- Sangiorgi, U.B. (2010) *Apoiando o Projeto e a Avaliação da Interação e da Interface: um Estudo e uma Ferramenta*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática, PUC-Rio.
- Silva, B.S. (2005) *MoLIC 2a Edição: Revisão de uma Linguagem para Modelagem da Interação Humano-Computador*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática, PUC-Rio.
- Silva, B.S.; Martins Netto, O. A; Barbosa, S.D.J. (2005) Promoting a Separation of Concerns via Closely-Related Interaction and Presentation Models. *Proceedings of Latin-American Conference on Human-Computer Interaction, CLIHC, 2005*.



ISSN: 2316-5138 (pendrive)

ISBN: 978-85-7669-295-9 (online)

© Sociedade Brasileira de Computação, SBC