

### 3

## Novas perspectivas para a Interação Humano-Computador (IHC)

Apesar do aumento de interesse em projetos de interfaces orientados a usuários, promovido por pesquisadores em Interação Humano-Computador (IHC), há uma grande e diversificada população de usuários que geralmente é esquecida: são os usuários com deficiência. Há um atrativo legal, econômico, social e argumentos morais para prover acesso à tecnologia de informação para usuários com deficiência. O propósito principal deste capítulo é prover uma visão geral sobre questões de IHC para acesso a sistemas computacionais, incluindo a web.

Neste capítulo também se trata da otimização da interface, que é a fronteira entre o homem e a máquina, pela melhor apresentação de informações, abordando também a questão da interação e a necessidade do desenvolvimento de protótipos, que permite aos designers avaliarem suas idéias de design durante o processo de criação da aplicação pretendida.

É abordada também a avaliação de testes com usuários e abordado a questão do design participativo.

Outra questão discutida é a relação entre usabilidade e acessibilidade no design. São examinados os dois campos do design comparando e contrastando definições de cada um, com técnicas e métodos usados pelos seus profissionais. Mostra-se que usabilidade e acessibilidade são filosofias de design complementares.

### 3.1. IHC – Interação Humano-Computador

Nas últimas décadas, tem sido dada cada vez maior importância à interface de aplicações computacionais. “A interface de uma aplicação computacional envolve todos os aspectos de um sistema com o qual mantemos contato” (MORAN, 1981) apud (DE SOUZA et al., 1999). Segundo ele, “é através da interface que os usuários têm acesso às funções da aplicação”. Fatores de satisfação subjetiva, de eficiência, de segurança, de custo de treinamento, de retorno de investimento, todos, dependem de um bom design de interface.

No mundo moderno, um número cada vez maior de pessoas usa produtos e sistemas complexos. “Isso exige interações que consistem em receber informações e atuar, baseando-se nelas” (DUL, 2004).

Para Preece (1997) apud Santos (2000) IHC diz respeito ao entendimento de como as pessoas usam sistemas computacionais para que sistemas melhores possam ser projetados para atender mais aproximadamente às necessidades dos usuários.

De acordo com Carrol (1991) “a chave principal para a IHC é entender e facilitar a criação de interfaces de usuários e considera como sendo uma área interdisciplinar”. Da mesma forma, Preece et al. (1994) também acredita que seja uma área multidisciplinar envolvendo disciplinas como: Ciência da Computação; Psicologia Cognitiva; Psicologia Social e Organizacional; Ergonomia ou Fatores Humanos; Linguística; Inteligência Artificial; Filosofia, Sociologia e Antropologia; Engenharia e Design.

No contexto de IHC devemos considerar quatro elementos básicos: o sistema, os usuários, os desenvolvedores e o ambiente de uso (domínio de aplicação) (DIX et al., 1993) apud (DE SOUZA et al., 1999). Estes elementos estão envolvidos em dois processos importantes: a interação usuário-sistema e o desenvolvimento do sistema.

As necessidades de usuários com deficiência geralmente não são consideradas durante o projeto e avaliação de sítios. Embora haja muitas explicações plausíveis, acredita-se que muitos dos problemas estejam ligados a falta de consciência. Até pouco tempo, havia pouco contato entre organizações de IHC e grandes comunidades de pessoas com deficiência (MCMILLAN, 1992).

Projetistas de software que levam em consideração as necessidades de usuários com deficiência, desenvolvem software mais usáveis para todos os usuários: pessoas com deficiência que usam tecnologias assistivas, aqueles que

usam sistemas vendidos em prateleiras, bem como usuários sem qualquer deficiência significativa.

### 3.1.1. Objetivos da área IHC

A área de Interação Humano-Computador (IHC) tem por objetivo principal “fornecer aos pesquisadores e desenvolvedores de sistemas explicações e previsões para fenômenos de interação usuário-sistema e resultados práticos para o design da interface de usuário” (ACM SIGCHI, 1992) apud (DE SOUZA et al., 1999).

Com teorias a respeito dos fenômenos envolvidos seria possível prever antecipadamente se o sistema a ser desenvolvido satisfaz as necessidades de usabilidade, aplicabilidade e comunicabilidade dos usuários. Para isto, estudos de IHC visam desenvolver modelos teóricos de desempenho e cognição humanos, bem como técnicas efetivas para avaliar a usabilidade (Lindgaard, 1994). Mais recentemente algumas propostas têm enfatizado que além de usabilidade, as aplicações devem buscar atingir aplicabilidade (Fischer, 1998) e comunicabilidade (de Souza, 1999), oferecendo ao usuário artefatos fáceis de usar, aplicar e comunicar. (DE SOUZA et al., 1999).

Segundo Padovani (1998) “as pesquisas na área de IHC têm como meta principal melhorar a compatibilidade entre as características humanas e o processamento e representação da informação pelo computador”. Visam ainda produzir sistemas fáceis de utilizar e seguros. Para ela, “a atuação da IHC como processo ou disciplina está diretamente ligado à interface”. A partir dessa atuação, auxilia-se a manipulação e a navegação dentro do sistema computadorizado melhorando a compreensão e a apreensão da informação transmitida e as respostas do usuário.

O objetivo fundamental da pesquisa em IHC, segundo Zuasnábar et al. (2003) é o de propiciar o desenvolvimento de sistemas mais amigáveis e úteis, e prover aos usuários de experiências, ajustando seus conhecimentos e objetivos específicos. O desafio num mundo rico em informação não é somente o de tornar a informação disponível às pessoas em qualquer tempo, lugar ou forma, mas, especificamente, o de dizer as coisas corretas, no tempo correto e da maneira correta.

De acordo com Mctear (2000), a pesquisa em interação humano-computador procura apoiar o estudo de interfaces adaptativas e adaptáveis, procurando melhores maneiras de interação. É necessário entender os usuários, para entender as interfaces de usuário. Algumas características de um usuário

típico seriam: frequência de uso, conhecimento da aplicação, tarefas a serem realizadas, habilidades assumidas, e atitudes. Alguns fatores relacionados ao computador, que possam ser medidos incluem: tempo para aprender o sistema, velocidade da performance da tarefa, porcentagens de erros, retenção do conhecimento, em tempo do sistema e satisfação.

Para Rocha e Baranauskas (2003) os objetivos da IHC são o de produzir sistemas “usáveis” e seguros. Para elas, esses objetivos podem ser resumidos como desenvolver ou melhorar a segurança, utilidade, efetividade e usabilidade de sistemas que incluem computadores. Nesse contexto o termo “sistemas” se refere não somente ao hardware e o software, mas a todo o ambiente que usa ou é afetado pelo uso da tecnologia computacional.

Nielsen (1993) engloba esses objetivos em um conceito mais amplo que ele denomina aceitabilidade de um sistema, conforme figura a seguir. Para ele a aceitabilidade geral de um sistema é a combinação de sua aceitabilidade social e sua aceitabilidade prática.

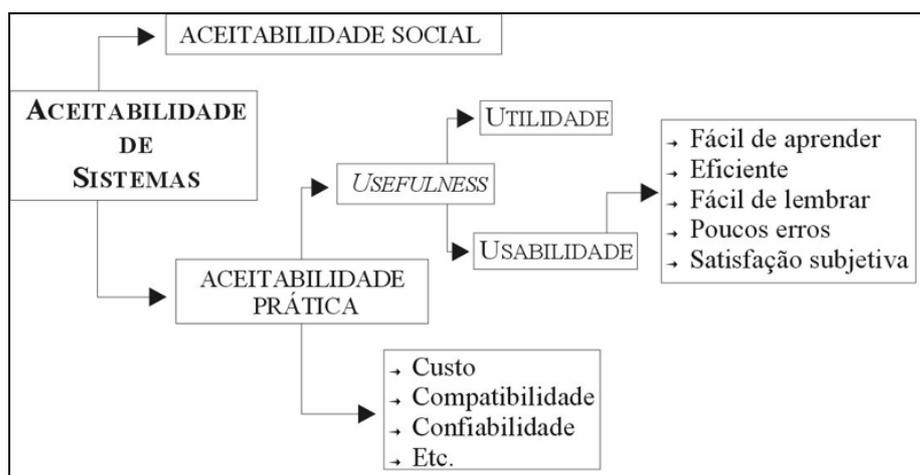


Figura 38 - Atributos de aceitabilidade de sistemas. Fonte: Nielsen (1993).

### 3.1.2. Perspectivas da área IHC

Para Padovani (1998), pode-se dizer que existem duas perspectivas principais nas pesquisas de IHC:

1- a perspectiva centrada no sistema – que se dedica principalmente à invenção e implementação de técnicas de desenvolvimento e modelagem de sistemas hipertextuais;

2- a perspectiva centrada no usuário – que tem seu foco nas interações entre os usuários e o sistema hipertextual considerando uma tarefa real desempenhada pelo usuário utilizando esse sistema.

Para compreender melhor as teorias de design de interface, precisamos entender as diferentes perspectivas que os sistemas de computador vêm atravessando ao longo do tempo, conforme figura a seguir (KAAMERSGARD, 1988) apud (DE SOUZA et al., 1999).

Inicialmente, o usuário era considerado uma máquina, que tinha que aprender a falar a linguagem do computador. Em seguida, com o surgimento da inteligência artificial, tentamos considerar o computador como uma pessoa. Nessas duas perspectivas, era fundamental dar poder ao sistema. Mais tarde, surgiu a perspectiva de computador como ferramenta, que o usuário utiliza para obter um resultado ou produto. Atualmente vemos outra mudança de perspectiva, na qual o computador é um mediador da comunicação entre pessoas. Nestas duas últimas perspectivas, o foco é no usuário, e não mais no sistema. (DE SOUZA et al., 1999).

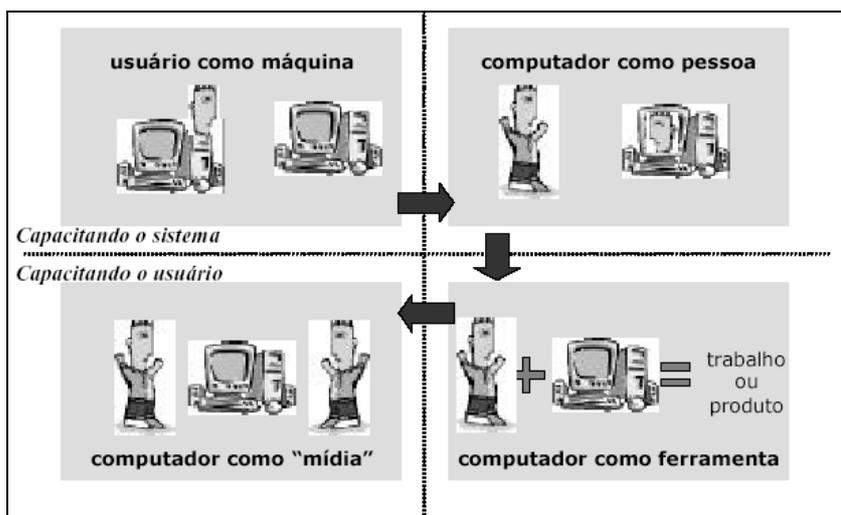


Figura 39 – Perspectivas da área IHC. Fonte: de Souza et al., 1999.

### 3.2. Potencializando a acessibilidade

A popularização e introdução do computador nas mais variadas modalidades de atividades humanas, vem fazendo com que a utilização de recursos computacionais não mais se restrinja à especialistas da área, segundo Bernard (2002). Para ele, o número de usuários ditos “leigos” ou não especialistas cresce a cada dia. Ainda segundo ele, além de irreversível, este processo ganha progressões geométricas, na medida em que, após ser introduzido nas residências ou escritórios, o computador geralmente passa a ser um bem pertencente à toda família ou grupo de trabalho.

Para lidar com a diversidade de especificidades, pesquisadores (NETO, 1998; ZÚNICA, 2001; GRUPO GUIA, 2004; e W3C-WAI, 2005), apontam para ações em áreas-chave, estabelecendo e garantindo a acessibilidade às novas tecnologias da informação e da comunicação, estando associadas a:

- Características de acessibilidade incorporadas no *hardware* ou no sistema operativo que promovem a sua acessibilidade a usuários com ou sem deficiência. Essa é a solução preferível, uma vez que as características de acessibilidade estão disponíveis em todas as estações de trabalho e podem ser utilizadas em todas as aplicações;
- Utilitários que modificam o sistema para torná-lo mais utilizável a um maior número de usuários e mais práticos para instalar em todas as plataformas. Exemplos de utilitários incluem os sistemas de output em Braille ou as modificações do teclado ou do mouse;
- Aplicações especiais para pessoas com deficiências, tais como processadores de texto projetados para integrar voz e texto com o objetivo de auxiliar usuários com aptidões de escrita e de leitura limitadas;
- Características de usabilidade que podem ser incorporadas nas principais necessidades especiais, tornando-as mais fáceis. Por exemplo, parametrização de cores ou aceleradores de teclado.

Para Porto (2001), neste contexto, pode-se constatar que, principalmente devido a este perfil de “novos usuários” (com posturas frequentemente avessas a um comprometimento técnico em um nível mais elevado), a preocupação das mais diversas áreas da ciência da computação será grande, no sentido de que os desenvolvimentos venham estar fortemente alicerçados em princípios de interatividade, ou seja, na forma pela qual estes indivíduos leigos irão “dialogar” com inúmeros componentes de um sistema computacional.

A área de IHC preocupa-se justamente com aquelas características, relativas a projetos de interface, que propiciem elevar o nível de interatividade entre as partes. Hartson (1988) define interface com o usuário como todo *hardware* e *software* que suporte diálogo entre o sistema e o usuário. O diálogo é definido como a troca de símbolos, em duas vias, observável entre as duas partes.

Segundo Lemos (1997), podemos compreender a interatividade digital como um diálogo entre homens e máquinas, através de uma “zona de contato” chamada interface, em tempo real. A tecnologia digital possibilita ao usuário interagir, não mais apenas com o objeto (a máquina ou ferramenta), mas com a informação, isto é, com o “conteúdo”. Uma vez que o relacionamento entre as partes, usuário e sistema, passou a basear-se fortemente nos princípios de interatividade, ressalta-se a importância que deverá ser dada à construção de uma interface que propicie justamente esta “aproximação”.

Desta forma, segundo Hartson (1998), os elementos que comporão a interface de um produto de *software*, ou seja, aqueles que permitirão o diálogo entre as partes, num grau de interatividade variável, serão determinantes quanto à sua avaliação em termos de qualidade. Todavia, toda sistemática de controle empregada, por mais eficiente que possa vir a ser, não poderá ser entendida como “absoluta”, no amplo sentido da palavra, visto que a mesma irá se deparar com situações onde o grau de subjetividade é muito grande. Quando medimos os atributos relativos à eficiência da interface do *software*, o nível de entendibilidade terá variações de uma pessoa para outra.

### 3.3. Interface e interação

O termo interface é aplicado normalmente àquilo que interliga dois sistemas. Tradicionalmente, considera-se que uma interface homem-máquina é a parte de um artefato que permite a um usuário controlar e avaliar o funcionamento deste artefato através de dispositivos sensíveis às suas ações e capazes de estimular sua percepção. No processo de interação usuário-sistema a interface é o combinado de software e hardware necessário para viabilizar e facilitar os processos de comunicação entre o usuário e a aplicação. A interface entre usuários e sistemas computacionais diferencia-se das interfaces de máquinas convencionais por exigir dos usuários um maior esforço cognitivo em atividades de interpretação e expressão das informações que o sistema processa (Norman, 1986). (DE SOUZA et al., 1999).

Moran (1981) apud (DE SOUZA et al., 1999) propôs uma das definições mais estáveis de interface, escrevendo que “a interface de usuário deve ser entendida como sendo a parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato físico, perceptiva e conceitualmente”. Esta definição caracteriza uma perspectiva para a interface de usuário como tendo um componente físico, que o usuário percebe e manipula, e outro conceitual, que o usuário interpreta, processa e raciocina. Moran e outros denominam este componente de modelo conceitual do usuário.

A interação é um processo que engloba as ações do usuário sobre a interface de um sistema, e suas interpretações sobre as respostas reveladas por esta interface, conforme figura 40, a seguir (DE SOUZA et al., 1999).

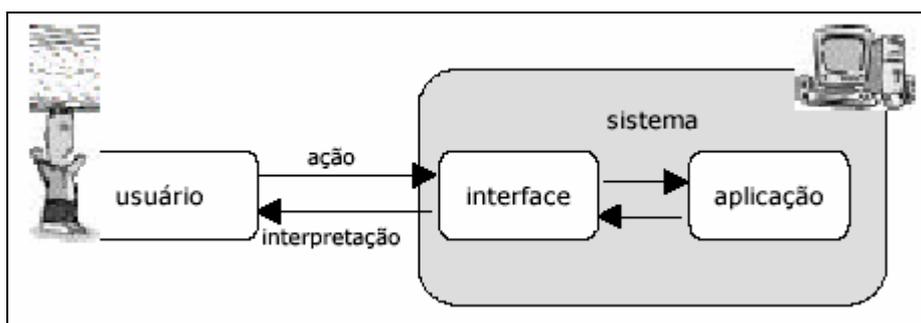


Figura 40 - Processo de interação humano-computador. Fonte: de Souza et al. (1999).

Segundo Baranauskas e Rocha (2003), como toda interação do usuário com o sistema é através da interface, para o usuário, a interface é o sistema. Para elas, a interface desempenha um papel importante na opinião dos usuários do sistema como um todo, e a sua qualidade tem grande influência no sucesso de um software.

Infelizmente, na atualidade, as interfaces estão aumentando sua complexidade sendo, portanto, necessário o estudo e implementação de interfaces inteligentes com o objetivo de adaptar seu desempenho às necessidades e preferências dos usuários, assim como personalizar a interação homem-computador baseada no modelo do usuário<sup>18</sup>. (BARANAUSKAS e ROCHA, 2003).

### 3.3.1.

#### O que é *design de interação* e qual a sua relação com IHC?

Winograd (1997) descreve o design de interação como o processo de espaços para comunicação e interação humana. Nesse sentido, consiste em encontrar maneiras de fornecer suporte às pessoas.

Entendemos o design de interação como fundamental para todas as disciplinas, campos e abordagens que se preocupam em pesquisar e projetar sistemas baseados em computador para pessoas (PREECE et al., 2005).

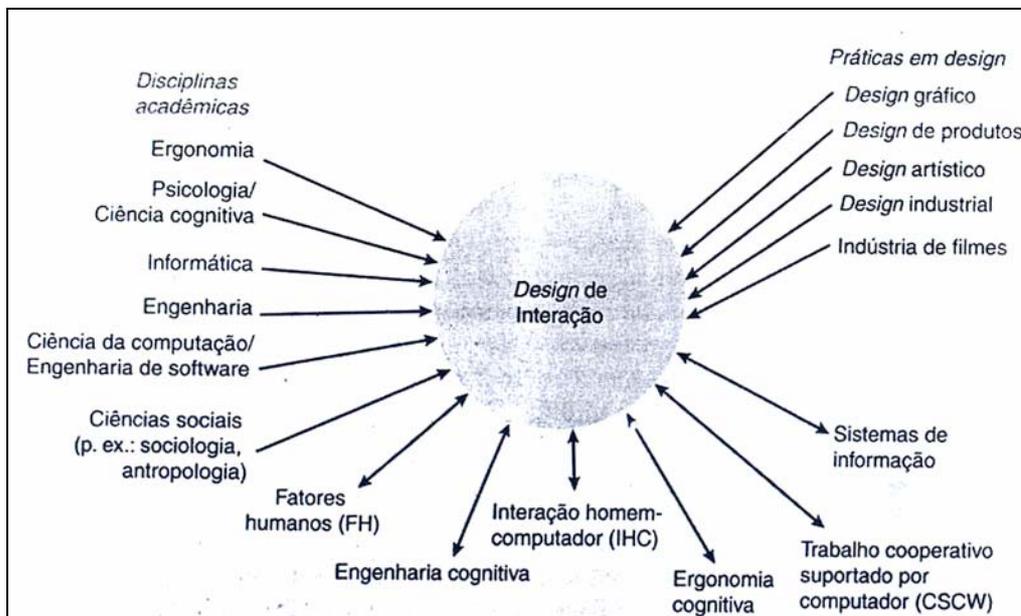


Figura 41 – Campos interdisciplinares. Relação entre disciplinas acadêmicas, práticas de design e campos interdisciplinares que se preocupam com o design de interação. Fonte: Preece et al. (2005).

O campo interdisciplinar mais conhecido é a interação humano-computador (IHC), que se preocupa com o design, a avaliação e a

<sup>18</sup> Modelo de usuário - é uma representação dinâmica sobre qualquer sistema ou objeto, que evolui naturalmente na mente de um sujeito. Fonte: Norman (1983) apud Baranauskas e Rocha (2003).

implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo de fenômenos importante que os rodeiam (ACM SIGCHI, 1992, p.6).

### **3.3.2. Formas de interação**

Segundo Lobato (2006) “existem basicamente duas maneiras de um produto de hipermídia<sup>19</sup> adaptar-se ao usuário, durante sua interação: a adaptabilidade e a adaptatividade”. Embora ambos reflitam a propriedade do produto alterar-se de acordo com o usuário / interator (principalmente, através de interfaces adaptativas), elas utilizam diferentes estratégias para tal.

A interação entre o usuário e o sistema ocorre através de interfaces que devem ser amigáveis e atraentes, de forma que não haja perda de interesse do assunto abordado. Segundo Höök (1997), essas características são alcançadas quando são utilizadas técnicas relacionadas ao modelo do usuário e adaptatividade. A inteligência das interfaces deve fazer os sistemas se adaptarem aos usuários, tirar as suas dúvidas, permitir um diálogo entre usuários e sistema, ou apresentar informações integradas e compreensíveis, utilizando vários modos de comunicação. Esses planos devem ser utilizados, de maneira a decidir como ajudar o usuário a atingir seus objetivos (LANGLEY, 1999).

Para Brusilovsky (1998), todos os sistemas de hipertexto e de hipermídia que refletem algumas características do usuário no modelo de usuário e aplicam este modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema para o usuário são sistemas hipermídia adaptáveis. Ou seja, o sistema deve satisfazer três critérios: deve ser um sistema hipertexto ou hipermídia; deve ter um modelo de usuário; e deve ser capaz de adaptar a hipermídia usando este modelo, ou seja, o mesmo sistema pode parecer diferente aos usuários com diferentes modelos.

#### **3.3.2.1. Adaptabilidade (*Adaptability*)**

Segundo Lobato (2006), “a adaptabilidade consiste na propriedade de um produto que permite que o usuário altere explicitamente certas características do

---

<sup>19</sup> Hipermídia – é um formato de banco de dados similar ao hipertexto no qual o texto, os sons, as imagens e os vídeos se interligam e podem ser acessados diretamente de uma tela. Fonte: Webster (2006).

mesmo, para adequá-lo às suas vontades e necessidades”. Na sua visão, “a interface adequa-se de acordo com as escolhas que o usuário faz (geralmente, dentro de um número limitado de alternativas que o sistema dá ao usuário)”.

De acordo com Brusilovsky (1997), sistemas adaptáveis permitem ao usuário controlar estes ajustes e provêm, freqüentemente, guia ou ajuda especializada para o usuário.

Como exemplos na Web 2.0, temos (LOBATO, 2006): configurações do *orkut*, *user scripts*, extensões e temas do navegador Firefox, escolha de quantos itens serão apresentados no rss do netvibes, a folksonomia do del.icio.us, entre outros.

Muitas vezes quando ouvimos o termo “interatividade” em listas de discussões e fóruns, estamos falando na verdade sobre a adaptabilidade: permitir que o usuário personalize o produto. (LOBATO, 2006).

### 3.3.2.2.

#### **Adaptatividade (*Adaptivity*)**

De acordo com Lobato (2006), “a adaptatividade consiste na propriedade que um produto tem de se adaptar ao usuário, sem que este tenha que escolher as mudanças”. O próprio sistema se adapta de acordo com sua “percepção” do usuário, e não o usuário solicitando alterações (como no caso da adaptabilidade). Os dois principais tipos de adaptatividades são (LOBATO, 2006):

- Conteúdo adaptativo - O sistema apresenta diferentes conteúdos para diferentes usuários, ou seja, adapta o conteúdo da interface de acordo com o modelo de usuário.
- Navegação adaptativa - O sistema realiza alterações em sua arquitetura hipertextual (manipulando os *hyperlinks* que estão disponíveis para o usuário).

Exemplos de tais produtos são mais raros de serem encontrados na web, principalmente pela complexidade de se projetar tais produtos. Toda a área de sistemas de Hipermídia Adaptativa (HA) e de Tutores Inteligentes são exemplares, neste sentido. Outro exemplo que merece destaque, segundo Lobato (2006), foi a idéia do portal da BBC de ter áreas de foco: as áreas mais utilizadas pelo usuário iam ganhando destaque com o passar do tempo e do uso.

Segundo Lobato (2006), um conceito vindo à tona, neste contexto é o de Interface Adaptativa, o “local” onde se dará a interação do usuário com o

sistema, onde se darão as mudanças (de conteúdo e das formas de se navegar pelo mesmo) e a coleta de dados do usuário.

De acordo com Brusilovsky (1997), sistemas adaptativos monitoram o padrão de atividade dos usuários e, automaticamente, ajustam a interface ou conteúdo provido pelo sistema para acomodar-se ao usuário, assim como às suas mudanças nas habilidades, conhecimentos e preferências.

Para Lobato (2006), o processo como um todo ocorre da seguinte forma: o sistema coleta dados sobre o usuário, e aplica sobre eles as regras de modelagem, formando o modelo de usuário, o qual é armazenado na Base de Modelos de Usuários. À este modelo, serão aplicadas as regras de adaptação do sistema, que realizarão filtros de quais conteúdos ou forma de navegação serão apresentados ao usuário.

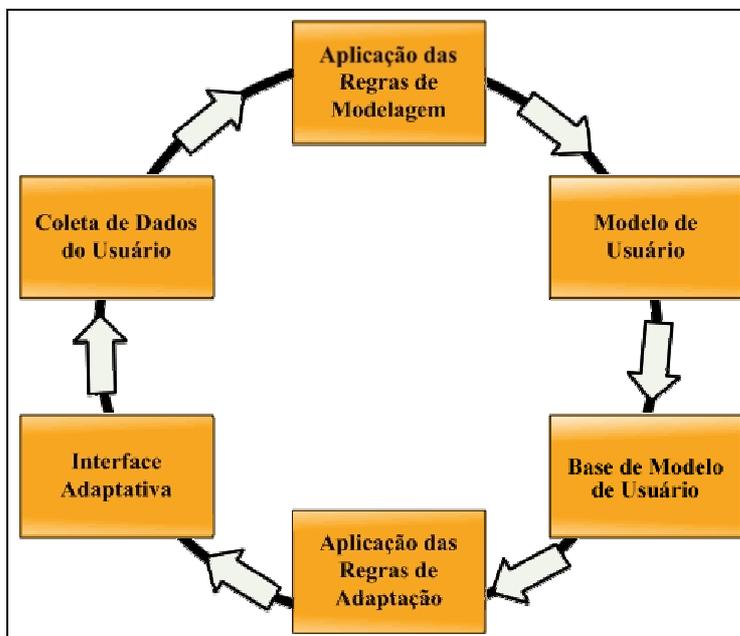


Figura 42 – Processo dos sistemas adaptativos. Fonte: Lobato, L. (2006)

“Como propriedade de um produto, a adaptatividade é sempre um meio e não um fim”, segundo Lobato (2006). Para ele, “uma premissa para o uso dessa propriedade em um produto de hipermídia seria a frequência de uso do produto pelo usuário”. Ele também indica que não faria sentido querer que o sistema se adapte ao usuário em um produto que é utilizado poucas vezes, uma vez que é necessária a coleta de dados sobre o mesmo, e isso só ocorre com o seu uso ao longo do tempo.

Na web, existem inúmeros modelos de usuários, desde os que possuem mais conhecimento acerca do conteúdo abordado pelo sítio, até os que estão começando a se interessar pelo assunto. A necessidade de se apresentar diferentes conteúdos e diferentes formas de se navegar pelo mesmo, parece então, ser justificada em casos onde o público alvo é muito extenso e muito diversificado, isto é, quando existem diversos modelos de usuários no público alvo de um produto, como é o caso do desenho universal. (LOBATO, 2006).

### 3.3.3. Interfaces Inteligentes

Segundo Zuasnábar et al (2003), os usuários dos produtos que geram tecnologia da informação esperam encontrar interfaces fáceis de utilizar e de aprender. Para eles, o desenvolvimento de interfaces de usuário efetivas, úteis, seguras e agradáveis são fatores importantes para o sucesso de um produto.

Ainda de acordo com Zuasnábar et al (2003), cada vez mais as pessoas necessitam de interfaces que acomodem seus conhecimentos, habilidades e propósitos. Neste sentido, a fim de tornar as interfaces mais amigáveis e eficazes, surgem propostas que se adaptam às características pessoais de cada usuário e cooperam com os mesmos. As interfaces inteligentes são exemplos desse enfoque.

A próxima geração de interfaces, chamadas de inteligente, proverá um número adicional de benefícios para os usuários, incluindo adaptação, sensibilidade do texto e assistência nas tarefas. Assim como as interfaces tradicionais, o princípio das interfaces inteligentes deve ser de fácil aprendizagem, usáveis e transparentes. Em contrapartida, entretanto, as interfaces inteligentes de usuário (IUI) prometem prover benefícios adicionais para usuários que podem realçar a interação em questões como (KAUFMANN, 1998):

- A compreensão das possibilidades imprecisas, ambíguas e/ou entrada multimodais parcial;
- A geração de coordenadas, coesivas e apresentações multimodais coerentes;
- A conclusão de tarefas delegadas de forma semi-automática ou completamente automática;
- O gerenciamento da interação (ex: conclusão de tarefas, costura de interação de estilos, adaptação da interface) por representação, raciocínio e exploração de modelos de usuários, tarefas e contexto.

Adicionalmente a esses benefícios a usuários, os novos modelos de ferramentas de interface prometem ajudar aos designers de interface e aos

desenvolvedores a diminuir o tempo, o custo e o nível de experiência necessários para projetar interfaces de usuários com sucesso.

Segundo Kaufmann (1998), interfaces inteligentes são interfaces homem-máquina com objetivo de melhorar a eficiência, efetividade e naturalidade da interação homem-máquina por representação, raciocínio e ação nos modelos de usuário, domínio, tarefas, discurso e *media* (ex: gráficos, linguagem natural, gestos). Como consequência, esta área interdisciplinar extrai pesquisas na inserção da interação humano-computador, ergonomia, ciência cognitiva e inteligência artificial e subáreas (ex: visão, fala e processamento de linguagem, representação e raciocínio, descoberta de conhecimento das máquinas).

As Interfaces Inteligentes são importantes quando o objetivo é apoiar grupos de usuários com diversas necessidades, habilidades e preferências (incluindo pessoas com deficiência), desde que facilitem uma efetiva, eficiente e natural interação usuário-computador, tentando imitar comunicação homem-homem (ENCARNAÇÃO, 1997).

Para Puerta (1990) as interfaces de usuário inteligente (IUI) procuram melhorar a interação de todos. As interfaces inteligentes visam superar problemas, devido à complexidade crescente da interação homem-computador. Ainda segundo Puerta (1990), elas são projetadas para personalizar a conduta interativa de um sistema, considerando as necessidades individuais dos usuários, e alterando as condições dentro de um ambiente de aplicação.

Um amplo enfoque de IUI inclui características adaptativas como a maior fonte de seu comportamento inteligente (PUERTA, 1990). Além disso, pode usar as seguintes técnicas inteligentes (PUERTA, 1990):

- Adaptatividade do Usuário - que permite que a interação sistema-usuário seja adaptada a diferentes usuários e a diferentes situações de uso;

- Modelagem do Usuário - técnica que permite ao sistema manter o conhecimento acerca do usuário.

Existem várias definições para interfaces inteligentes, dentre elas: interface que entenda os objetivos e metas dos usuários e saiba como atingi-los; interface que facilite uma interação mais natural, com uma maior tolerância a erros e com formatos mais agradáveis; e interface que se ajuste ao nível de conhecimento do usuário, segundo Harrington (1996). Outra definição de interface inteligente, segundo Mctear (2000), é aquela que promove inferências de objetivos e planos do usuário, a fim de auto adaptar-se e fornecer aconselhamento, mantendo informações sobre o usuário num banco de dados de modelos de usuário.

Para uma interface ser considerada inteligente ela deve possuir um ou mais dos seguintes componentes Brusilovsky (2001):

- Modelo do Usuário - É uma compilação de informações que descreve o usuário, e que é usada para determinar como apresentar dados, que tipo de ajuda dar, e como o usuário irá interagir com a Interface. É um dos componentes mais importantes das interfaces inteligentes;
- Ajuda Inteligente - Apresenta ao usuário a ajuda que ele precisa para um tempo particular, ou numa situação particular. O sistema reconhece o erro e propicia a causa deste erro;
- Adaptabilidade da Interface - Usuários podem configurar preferências em suas interfaces. Também o sistema pode se auto-adaptar para melhor interagir com o usuário, sem que o usuário tenha que definir a ação. Interfaces adaptáveis podem também determinar que tipo de interface apresentar para o usuário, dependendo da análise do modelo do usuário;
- Comunicação Multimodal - O uso de vários meios de comunicação com uma interface é chamado comunicação multimodal;
- Reconhecimento dos Planos - É usado para deduzir o que o usuário planeja fazer. Este reconhecimento torna o sistema inteligente. Neste reconhecimento o modelo do usuário e as suas ações são considerados;
- Apresentação Dinâmica - Diferentes pessoas devem ser capazes de ver dados de diferentes formas. A forma como o sistema decide mostrar os dados é determinado pelo exame do modelo do usuário.

Ao adaptarem-se às características do usuário, estas interfaces poderão, em princípio, minimizar o treinamento bem como melhorar a satisfação do usuário e a sua produtividade. Entretanto, não há consenso comum sobre modelos de Interfaces adaptáveis. Nem há uma classificação dos tipos de adaptações que a Interface deve empreender, nem estudo definitivo sobre o impacto dessas adaptações no desempenho dos usuários e no que estes aprendem. (MULLER, 2002).

Na ilustração a seguir existe uma região pontilhada que mostra os 3 modelos nas IUIs tradicionais: apresentação, diálogo e aplicação. Refinamentos além desses 3 modelos que são encontrados em IUI, inclui modelos explícitos de usuários, discurso e domínio, análise de entrada e geração de saída, e mecanismos para gerenciar interação, como a fusão e interpretação imprecisas, ambíguas de entrada, progressão do controlo do diálogo ou costura de saída para situações atuais.

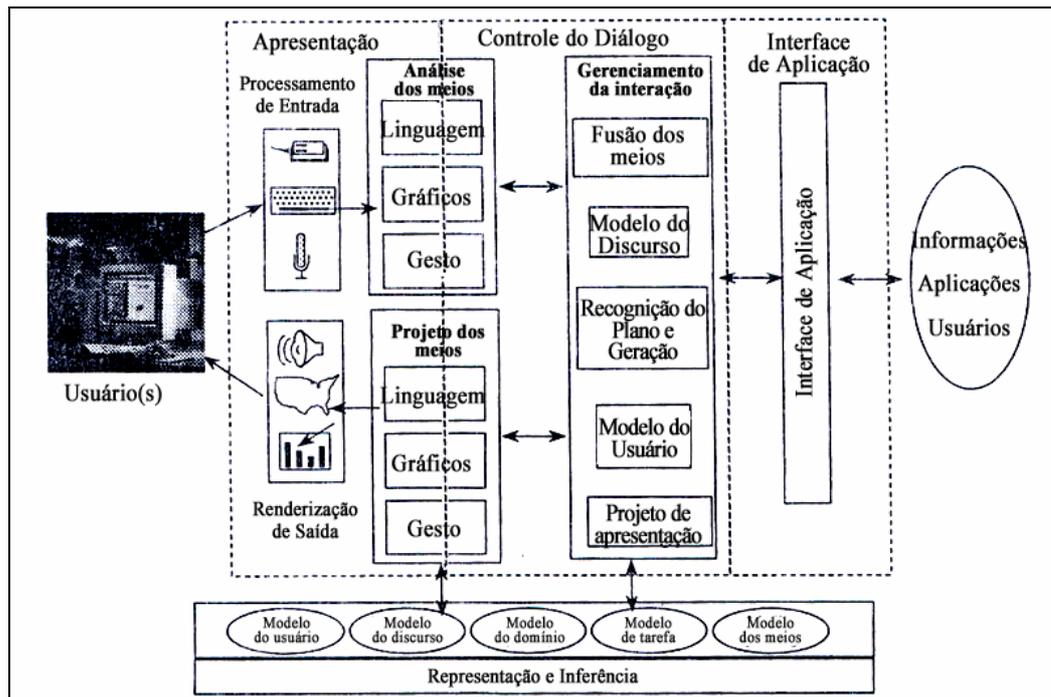


Ilustração 1 – Prática da interface atual e sua relação com UI. A partir de: Kaufmann, M. (1998).

Devido à confusão em torno da terminologia, faremos um esclarecimento dos termos *medium* e *mode*. Por *mode* ou *modality*, nos referimos primeiramente aos sentidos humanos empregados à informação dos processos: visão, audição, olfato, toque, e gosto. Em contrapartida, *medium* consulta ao objeto material (por exemplo, o portador físico da informação tal como o papel ou o CDROM) usado apresentando ou conservando a informação e, particularmente no contexto da interação do humano-computador, aos dispositivos do input/output do computador (por exemplo, microfone, alto falante, tela, ponteiro). Nós usamos o código do termo *code* a um sistema dos símbolos (por exemplo, língua natural, língua pictoral, linguagem gestual). Como exemplo, um código da língua natural pôde usar o texto ou o discurso datilografado ou falado, que por sua vez confiariam em modalidades visuais e em associadas mídias (por exemplo, teclado, microfone), como podemos observar na ilustração 2 a seguir (KAUFMANN, 1998).

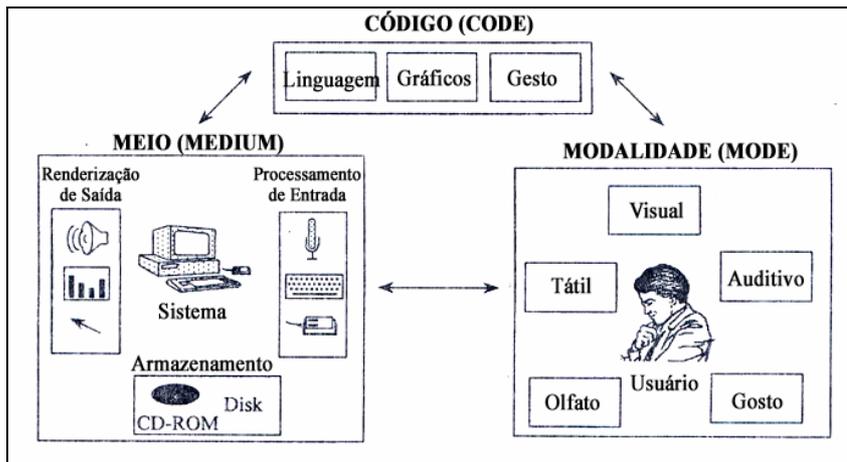


Ilustração 2 – Meio, modalidade e código. A partir de: Kaufmann, M. (1998).

A questão para a adaptação é baseada no fato de que é impossível antecipar as necessidades e as exigências de cada usuário potencial em um número infinito de situações da apresentação (MAYBURY, 1993).

A ilustração 3 indica os processos chaves e exemplifica alguns sistemas que processam a informação multimodal, incluindo a geração das medias e a conversão das medias. As setas grandes indicam onde o processo tipicamente começa, isto é, das representações formais tais como uma base dos dados ou de conhecimento ou dos meios eles mesmos (por exemplo, texto, gráficos, ou imagens). Os processos chaves incluem a verbalização (se movendo das representações ou gráficos ou imagens formais para o texto) e a visualização (das representações ou do texto aos gráficos ou às imagens). Diversos sistemas focalizaram na geração multimodal, em projetar, e em realizar apresentações coordenadas do texto, do discurso e dos gráficos. Enquanto isso o seletor no meio indica, o nível dos sistemas, dando a oportunidade de selecionar entre uma escala de um inteiramente lingüístico a uma apresentação completamente visual.

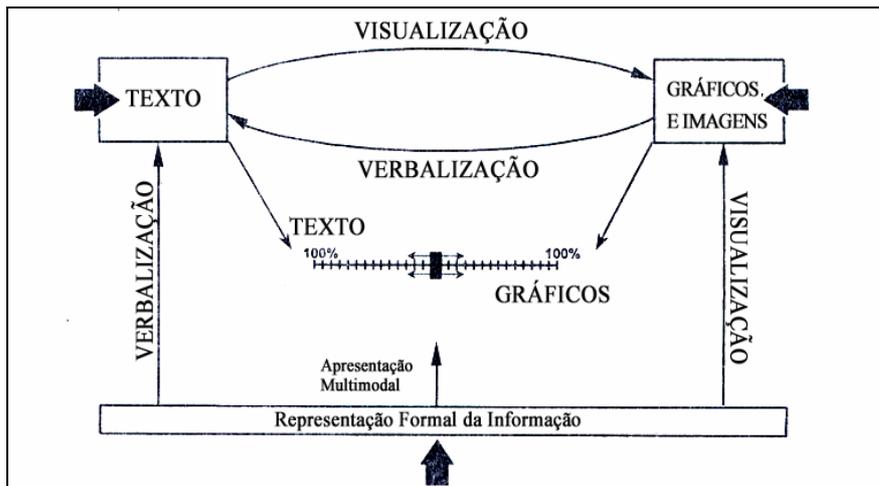


Ilustração 3 – Processamento chave no processo multimídia. A partir de: Kaufmann, M. (1998).

Resumindo, as figuras anteriores ilustram as principais áreas de estudo das interfaces inteligentes incluindo (KAUFMANN, 1998):

- Análises de entrada;
- Geração de saídas coordenadas;
- Modelagem do usuário, discurso, tarefas e situações e gerenciamento de interação.

### 3.4. Modelo de integração da acessibilidade web

Os sítios precisam ser acessados por todos os usuários incluindo aqueles com inabilidades. Apesar de existirem todos os recursos disponíveis para desenvolver sítios acessíveis, a grande maioria continua inacessível, fazendo com que os níveis de acessibilidade sejam ainda muito baixos. (LAZAR et al., 2003).

Para ajudar a entender o problema, pesquisadores (LAZAR, 2003; DUDLEY-SPONAUGLE, 2003; GREENIDGE, 2003) criaram um modelo chamado “Modelo de Integração da Acessibilidade Web”, o qual destaca as várias influências na acessibilidade, ou inacessibilidade, de um sítio. Este modelo ajudará a outros pesquisadores investigar todos os diferentes ângulos da acessibilidade e aprender como fazer sítios mais acessíveis.

No “Modelo de Integração da Acessibilidade Web” existem 3 categorias de influências na acessibilidade web: base social, percepção dos *stakeholders* e desenvolvimento web. A figura a seguir apresenta uma representação gráfica destas categorias e os componentes pertencentes a cada uma delas.

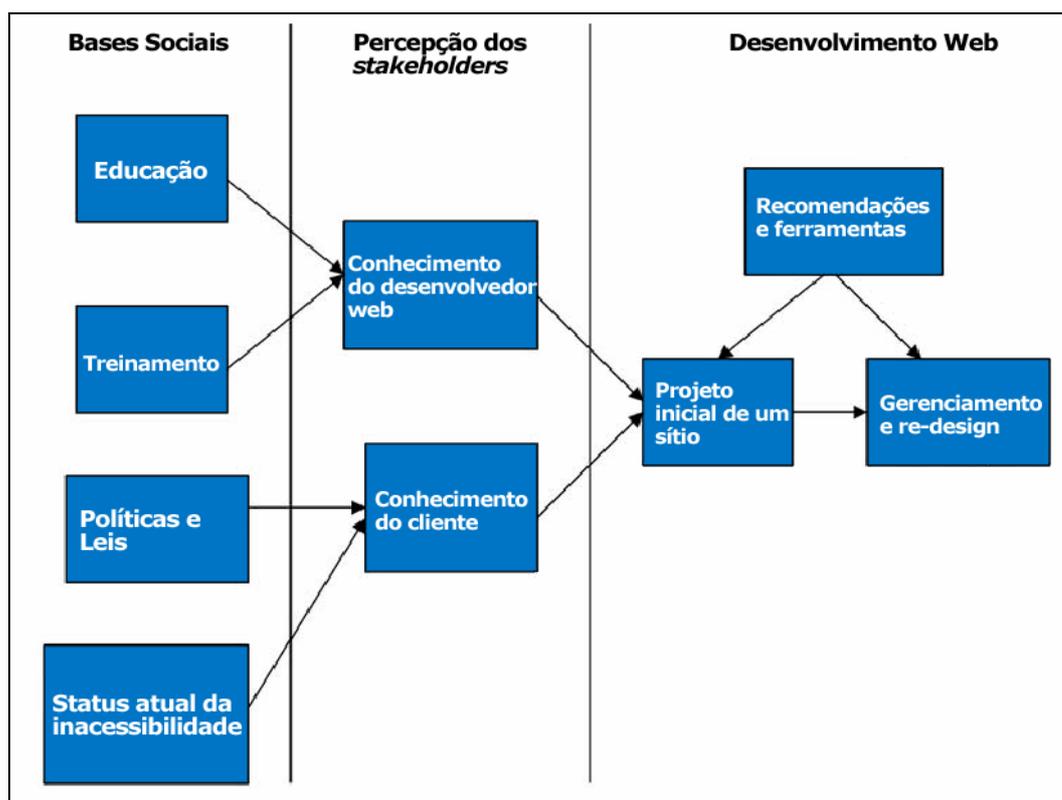


Figura 43 - Modelo de integração da acessibilidade web. A partir de: Lazar et al. (2003).

### **3.4.1. Bases Sociais**

Acessibilidade para pessoas com deficiência não faz parte do currículo padrão de algumas áreas como: Ciência da Computação, Sistemas de Informação ou Tecnologia da Informação (TI) (LAZAR et al., 2002). Somando a esse fato, treinamento em acessibilidade para especialistas em TI, são muito raros. Ao mesmo tempo, políticas e leis em muitos países estimulam acessibilidade web. E com esse fato, muitos sítios governamentais são obrigados, legalmente, a serem acessíveis.

### **3.4.2. Percepção dos *stakeholders***

Bases sociais ajudam a influenciar os *stakeholders* envolvidos em projetos específicos de desenvolvimento de um sítio. As pessoas que decidem quando um sítio será construído com acessibilidade ou não são os desenvolvedores web e os clientes. Se nenhum desses grupos de pessoas forem conscientes ou apaixonados por acessibilidade web, então um sítio será construído para ser inacessível. Bases sociais como educação, treinamento, políticas públicas e estatísticas de pesquisas, como os métodos executados nesta pesquisa, auxiliam na forma de percepção dos desenvolvedores web e *stakeholders* (LAZAR et al., 2002).

### **3.4.3. Desenvolvimento web**

As bases sociais e a percepção dos *stakeholders* influenciam no desenvolvimento web. Existe um outro impacto em um projeto inicial de sítio e subsequente re-design: recomendações e ferramentas.

Essas recomendações e ferramentas ajudam não apenas os desenvolvedores web e *webmasters* com guias, mas também ajudam a fornecer a definição de trabalho para a acessibilidade web.

Desenvolvedores web e *webmasters* têm muita influência em como os sítios tornam-se acessíveis. Devido a esse fato, é importante aprender o que esse grupo conhece, quais suas percepções de acessibilidade, e que mudanças poderiam ser feitas (em ferramentas, recomendações, educação, leis, etc.) para melhorar os níveis de acessibilidade atual (LAZAR et al., 2002).

### 3.5. "Anatomia" de uma solução acessível

Segundo Kunzinger (2005), enquanto a indústria da tecnologia de informação põe o foco crescente sobre como fazer suas ofertas acessíveis aos povos com incapacidades, está tornando-se notável que ir à direção dos padrões da acessibilidade não garante a facilidade de utilização. Os produtos acessíveis não são tipicamente muito usáveis para aqueles com incapacidades.

Enquanto a indústria de TI conhece como fazer produtos acessíveis para pessoas com deficiência, e enquanto eles sabem como fazer produtos fáceis de usar por pessoas sem deficiência, é necessário o esforço para fazer a combinação de fazer produtos que sejam acessíveis e fáceis de usar por pessoas com deficiência. (KUNZINGER, 2005).

Um produto de TI sozinho não pode garantir a acessibilidade. A plataforma e sistema operacional onde o produto "roda" precisa estar habilitado para prover uma infra-estrutura acessível. Deve ter também tecnologias assistivas, como leitor de tela, ampliador de tela que sejam suportados pela plataforma e pela tecnologia a qual o produto foi desenvolvido assegurando interoperabilidade. Uma quantidade significativa de esforço e de recursos está sendo posta em cada destas áreas pela indústria.

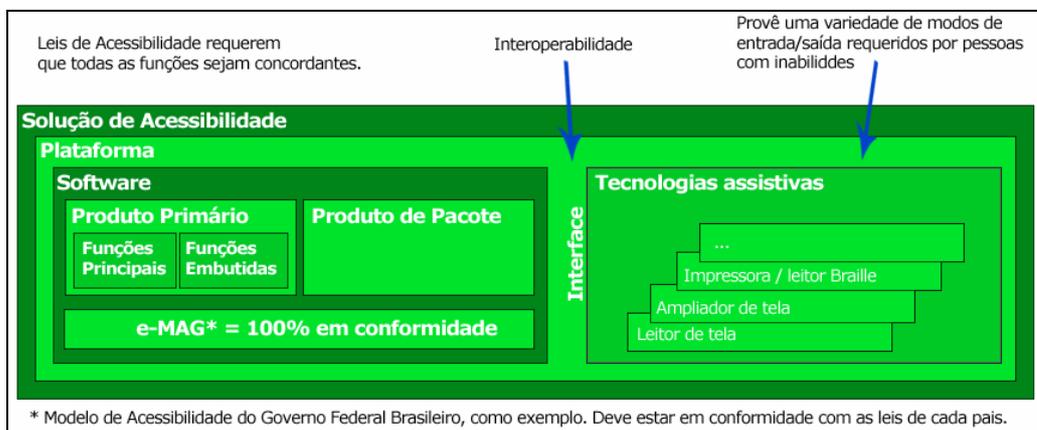


Figura 44 - Anatomia de uma solução acessível. A partir de: Kunzinger (2005).

Atualmente a IBM acredita numa aproximação holística, "end-to-end" à acessibilidade. Usam uma estrutura que consiste em quatro camadas: conformidade, experiência, relacionamento e transformação social, como se vê na figura 45, a seguir. Com essas quatro camadas a aproximação é articulada, segundo Kunzinger (2005).

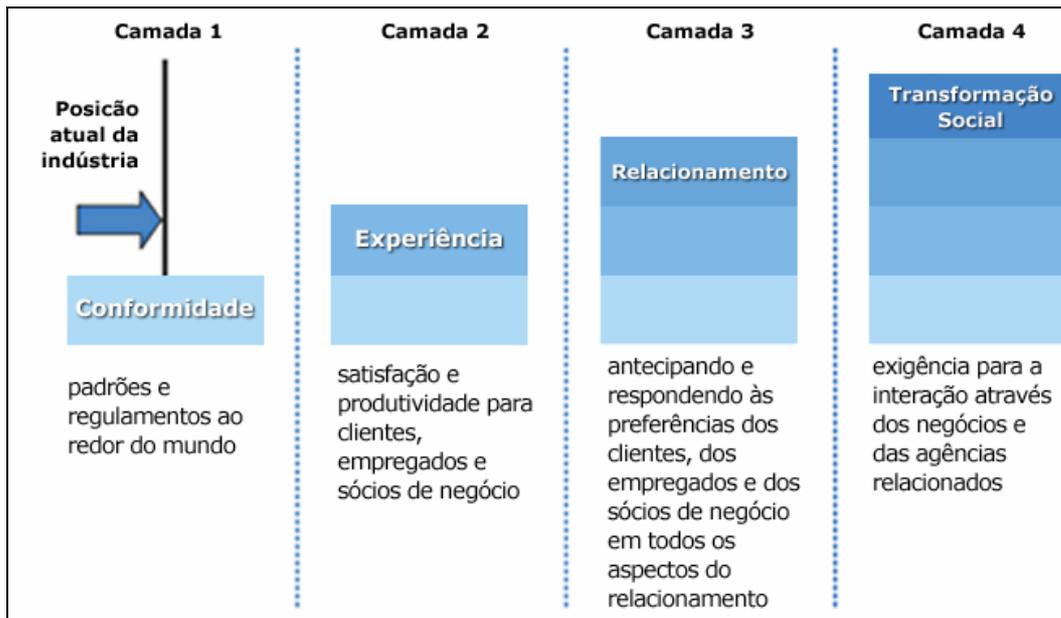


Figura 45 – Estrutura da acessibilidade da IBM descrevendo a evolução do foco da acessibilidade nas indústrias de TI. A partir de: Kunzinger (2005).

Para a IBM, como visto na estrutura ilustrada na figura 45, significa ir além da conformidade do produto com regulamentos para incluir uma melhor experiência ao usuário e melhorar finalmente a qualidade de vida das pessoas. Com isso, a estrutura começa com a infra-estrutura tecnológica acessível e acaba com a transformação social do negócio.

Nesta empresa começam a preparar um movimento para a segunda camada (experiência), como visto na figura anterior. Com a experiência que a IBM tem na primeira camada (conformidade) permite que a empresa se mova para a etapa seguinte para fazer produtos acessíveis e fáceis de usar para pessoas com incapacidades.

A IBM está empreendendo esforços para incluir sistematicamente pessoas com incapacidades em seu processo do projeto e do desenvolvimento de produto, para definir plano de melhores práticas para fazer, com o objetivo de oferecer facilidade de utilização para usuários com incapacidades. A IBM está convergindo este foco na acessibilidade e na facilidade de utilização como a facilidade do acesso, de acordo com a próxima ilustração (KUNZINGER, 2005).

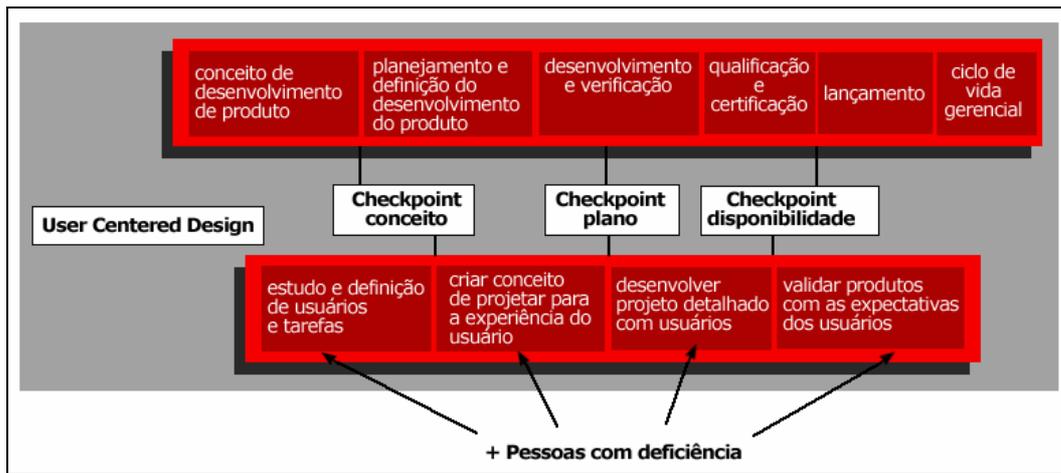


Figura 46 – Foco na experiência do usuário dentro do processo de desenvolvimento expandindo a inclusão da experiência de usuários com deficiência. A partir de: Kunzinger (2005).

O objetivo do grupo de trabalho é desenvolver as melhores práticas de facilidade do acesso (*Ease of Access*) que possam ser desenvolvidas por equipes do desenvolvimento. Estas melhores práticas da facilidade de acesso serão usadas para expandir o foco do *user centered design* e métodos de engenharia para ser inclusivo para todos os usuários e para expandir o foco da acessibilidade do produto e interoperabilidade com os produtos de tecnologia assistiva para incluir a facilidade de utilização.

### 3.6. Princípios e conceitos de usabilidade

Um sistema interativo é considerado eficaz quando possibilita que os usuários atinjam seus objetivos. A eficácia é a principal motivação que leva um usuário a utilizar um produto ou sistema. Se um sistema é fácil de usar, fácil de aprender e mesmo agradável ao usuário, mas não consegue atender a seus objetivos específicos de usuários específicos, ele não será usado, mesmo que seja oferecido gratuitamente. (DIAS, 2003) apud (VIDOTTI e SANCHES, 2005).

Usabilidade significa a facilidade de usar um determinado produto. A organização de padrões internacionais define usabilidade como a eficiência, eficácia e satisfação com a qual usuários específicos podem alcançar seus objetivos em ambientes particulares, segundo a norma internacional ISO (*International Standard Organization*) identificado como ISO DIS 9241-11 (JORDAN, 1998).

Usabilidade é o termo técnico usado para referenciar a qualidade de uso de uma interface (BEVAN, 1995). Para Nielsen (1993), quanto mais fácil de aprender, memorizar, rapidez de realização de tarefas, menor a taxa de erros e melhor satisfazer subjetivamente o usuário, mais usável é a interface.

Para Jordan (1998), a eficiência diz respeito aos recursos necessários e consumidos para atingir o objetivo. A eficácia é a quantidade com que o utilizador atinge os objetivos. A satisfação é o nível de conforto e o grau de aceitação do sistema por seus usuários e por outras pessoas afetadas pelo seu uso.

Usabilidade é uma propriedade de interação entre um produto, um usuário e a tarefa que se está tentando completar (JORDAN, 1998).

Um produto, utilizável por uma pessoa, nem sempre será utilizável por outra, em decorrência de os usuários possuírem diferentes características (JORDAN, 1998).

Para Dumas e Redish (1999) usabilidade significa que pessoas que utilizam um produto devem concluir, de forma rápida e de maneira fácil, suas tarefas. Sua definição se apóia em 4 pontos:

1. Usabilidade significa foco no usuário – para desenvolver um produto usável, tem que conhecer, entender e trabalhar com pessoas que representam usuários atuais ou potenciais do produto;
2. Pessoas que utilizam o produto para serem produtivos – pessoas consideram um produto fácil de aprender e usar com relação: ao tempo que levam para fazer o que eles querem; o número de passos que eles vão atravessar; e o sucesso que vão ter em prever qual ação certa tomar;

3. Usuários são pessoas ocupadas tentando concluir tarefas – pessoas correlacionam usabilidade com produtividade;
4. Usuários decidem quando um produto é fácil de usar – usuários, não os designers e nem desenvolvedores, determinam quando um produto é fácil de utilizar.

Segundo Dul (2004), quando se elaboram programas de computador (ou sistemas de informação) é importante saber quem serão os seus usuários. As capacidades e limitações dessas pessoas determinarão as principais características da interface a ser projetada. As limitações dos usuários constituem-se em fator crítico, porque eles devem absorver informações complexas a velocidades cada vez maiores.

Desta forma, o contexto de uso definido por Jordan (1998) inclui os seguintes fatores:

- Descrição dos usuários – é necessário descrever as características dos usuários, tais como conhecimento, habilidade, experiência, educação, treinamento, atributos corporais e capacidades motoras e sensoriais. Pode ser necessário descrever as características de categorias diferentes de usuários, por exemplo, usuários com níveis diferentes de experiência, ou desempenhando papéis diferentes.
- Descrição das atividades / tarefas – trata-se das atividades realizadas para atingir uma meta. Devem ser descritas as características das atividades que podem influenciar a usabilidade, por exemplo, a frequência e duração da atividade.
- Descrição do equipamento – pode ser em termos de um conjunto de produtos ou um conjunto de atributos ou características do seu desempenho.
- Descrição de ambientes – devem ser descritos aspectos do ambiente físico e social, tais como aspectos do ambiente técnico (redes de telecomunicações), ambiente físico (natureza e localização da instalação), temperatura, umidade, iluminação e o ambiente social e cultural (estrutura organizacional, atitudes, rotinas de trabalho).

Para Dul (2004), além de conhecer o usuário é necessário considerar o seu modelo mental.

Segundo Nielsen (1993), a usabilidade é definida em função de múltiplos componentes e é tradicionalmente associada com cinco atributos de usabilidade:

- Facilidade de aprendizagem – O sistema pode ser fácil de aprender de forma que o usuário possa rapidamente começar a interagir. Segundo

Nielsen é o mais importante atributo de usabilidade, por ser a primeira experiência que qualquer usuário tem como um sistema;

- Eficiência – o sistema precisa ser eficiente no uso, de forma que uma vez aprendido o usuário tenha um elevado nível de produtividade. Portanto, eficiência refere-se a usuários experientes, após certo tempo de uso;
- Facilidade de lembrar – O sistema precisa ser facilmente lembrado, de forma que o usuário ao voltar a usá-lo depois de certo tempo não tenha novamente que aprendê-lo. Certamente, aumentar a facilidade de aprendizagem também torna a interface mais fácil de ser lembrada;
- Erros – Neste contexto, erro é definido como uma ação que não leva ao resultado esperado, um “engano”, portanto. O sistema precisa ter uma pequena taxa de erros, ou seja, o usuário não pode cometer muitos erros durante o seu uso e, em errando, deve ser fácil a recuperação, sem perda de trabalho;
- Satisfação subjetiva – Os usuários devem gostar do sistema, ou seja, deve ser agradável de forma que o usuário fique satisfeito ao usá-lo.

O que se pode depreender dos princípios de usabilidade é que eles tratam basicamente de dois aspectos: a tarefa e as características individuais dos usuários (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003). Portanto, mais uma vez, a literatura ressalta que conhecer o usuário é fundamental para se fazer o design de um sistema usável. Entender os principais modos de classificar usuários ajuda a fazer um bom design que atenda a maior diversidade desses.

### **3.6.1. Metas da usabilidade**

Segundo Pearce et al (2005), a emergência de tecnologias, como por exemplo, a realidade virtual, a internet, e a computação móvel, inseridas em uma diversidade de áreas de aplicação, trouxeram à tona um conjunto muito maior de interesses. Para elas, além de focar principalmente a melhoria da eficiência e da produtividade no trabalho, o design de interação está cada vez mais preocupado com a criação de sistemas que apresentem as características da figura a seguir.

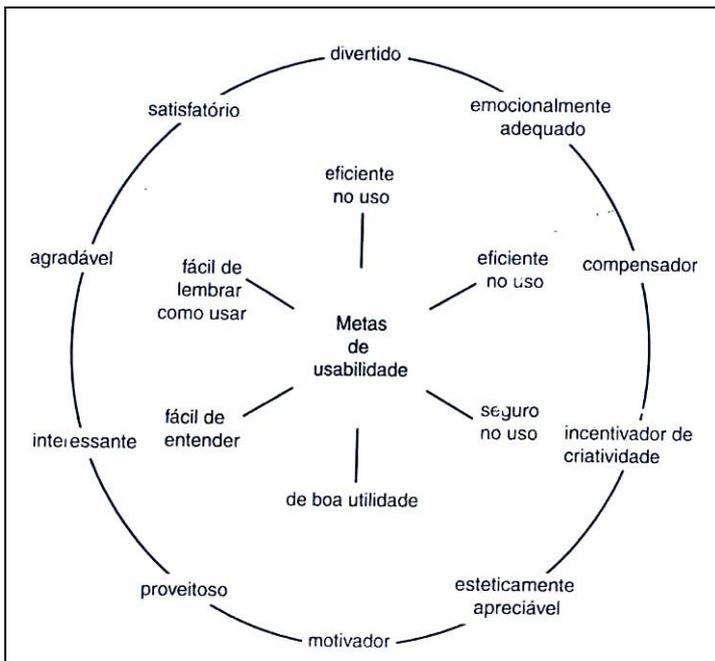


Figura 47 – Metas de usabilidade e metas decorrentes da experiência do usuário. Fonte: Peerce et al. (2005).

De acordo com Peerce et al (2005), o objetivo de desenvolver produtos interativos agradáveis, divertidos, esteticamente apreciáveis, etc. está principalmente na experiência que estes proporcionarão ao usuário, isto é, como o usuário se sentirá na interação com o sistema.

### 3.7. Usabilidade além da facilidade de acesso

Queiroz (2006) diz que “além da acessibilidade que um navegador possa ter através de suas teclas de navegação originais, existem formas de se criar teclas de navegação e atalho pelo desenvolvedor nas páginas da web”. Para ele, quando pensamos em fazer acessibilidade “estamos querendo adaptar os sítios para além das possibilidades já existentes nos navegadores comuns, como também superar barreiras de acesso criadas por funcionalidades programáveis (...)”. Por outro lado, algumas vezes, segundo Queiroz (2006), mesmo estando acessíveis as informações ou funcionalidades programadas pelo desenvolvedor, essas não possuem um acesso fácil, gastando-se tempo para entendê-las em sua utilização ou mesmo para se chegar a elas.

Um usuário com tetraplegia e que faz uso da navegação via teclado, quer preencher um formulário de cadastro. Esse formulário encontra-se após o trigésimo segundo hyperlink da página e, no entanto, na parte central da mesma, bem visível a seus olhos. Para podermos entender sua dificuldade, temos de conhecer a lógica da navegação via teclado. (QUEIROZ, 2006).

Para Queiroz (2006), quem utiliza um mouse pode chegar com tranqüilidade ao formulário se posicionando diretamente na edição das respostas do mesmo, mas quem utiliza apenas o teclado, tem, nesse caso, de pressionar a tecla TAB 32 vezes para chegar ao formulário. Para ele, “nesse tipo de recurso, a navegação é seqüencial, da esquerda para a direita e de cima para baixo”. Mesmo que esses *hyperlinks* estejam distribuídos visualmente de forma harmônica pela página, se sua codificação for anterior ao formulário, este só se apresentará disponível ao usuário que navegue pelo teclado, depois de, seqüencialmente, passar por todos os *hyperlinks* e a forma de fazê-lo é, como foi escrito, pressionando a tecla "TAB" 32 vezes.

O formulário pode estar acessível, mas sua utilização é cansativa para tal pessoa. “Dizemos, nesse caso, que a usabilidade dessa página não é boa, independentemente de sua acessibilidade” (QUEIROZ, 2006).

Todas as páginas que possuem menus padronizados em um sítio, para serem além de acessíveis, terem uma boa usabilidade, têm de possuir teclas de atalho que permitam o salto para o conteúdo principal da página. Essas teclas de atalho podem ser colocadas pelo desenvolvedor sem prejuízo de qualquer outro conteúdo.

Queiroz (2006)

### 3.7.1. Forma de navegação pelo teclado comum

Segundo Queiroz (2006), no caso específico de pessoas cegas ou de baixa visão, “o uso do teclado comum se dá através dos dedos indicadores colocados nas teclas das letras ‘F’ e ‘J’ que, por padrão, possuem um relevo em sua parte inferior”. Segundo ele, “a partir dessas referências, pode-se teclar decorando-se as posições de cada letra”. Assim, seguindo-se o posicionamento do indicador esquerdo na letra "F", onde existe o relevo, sabe-se que o dedo mínimo, também esquerdo, encontrará a letra "A", que subindo-se o dedo médio uma carreira, encontraremos a letra "E", e por aí em diante. Ainda segundo ele, “também teríamos exemplos para a mão direita, orientando-se a partir da tecla da letra ‘J’”. Caso não haja relevo nas teclas mencionadas, basta grudar um durex ou esparadrapo nas mesmas para poderem servir de referência. O número 5 do teclado numérico, à direita, também possui relevo. As tecnologias assistivas como os leitores de telas, associados aos sintetizadores de voz ou monitores e linhas Braille, complementam o acesso dessas pessoas na internet; nesse caso, o teclado comum para escrever, e as tecnologias assistivas para ler, segundo Queiroz (2006).



Ilustração 4 – Tecla de computador com a letra F e seu relevo. Fonte: <http://www.bengalalegal.com/capitulomaq.php>.

De acordo com Queiroz (2006), “para a navegação via teclado, a princípio, não existe a dependência de qualquer programa especial”. Os próprios navegadores permitem que, através de teclas de navegação próprias, se possa cumprir inúmeras funções que, normalmente, são realizadas através do mouse. Assim, por exemplo, pode-se sair de um navegador clicando, com o mouse, um "x" na parte superior direita da tela, como também indo no menu "fechar" do navegador. No entanto, pode-se fazer o mesmo através do conjunto das teclas “ALT + F4”, quando tecladas simultaneamente. Ao se pressionar o ALT e logo o

F4, o programa fecha. Da mesma forma, boa parte das outras funções do navegador que são realizadas pelo mouse, possui algum correspondente que possa ser realizado pelo teclado. Quando pensamos em acessibilidade, podemos acrescentar às teclas de navegação do navegador, outras existentes em alguma tecnologia assistiva, como um leitor de telas, e ainda, teclas de atalho programadas em uma página da web por seu desenvolvedor.

### 3.8. Avaliação de interfaces

A avaliação da interface é um importante passo do processo de design, afinal é através dela que se consegue estimar o sucesso ou insucesso das hipóteses do designer sobre a solução que ele está propondo, tanto em termos de funcionalidade, quanto de interação. Ainda que o designer se baseie em uma abordagem teórica e conte com a ajuda de diretrizes e princípios de design, é necessário que ele avalie o resultado obtido (HARTSON, 1998) apud (DE SOUZA et al., 1999).

As avaliações de interface podem ser classificadas como formativas ou somativas (PREECE et al., 1994; HARTSON, 1998) apud (DE SOUZA et al., 1999). Segundo eles, as formativas são aquelas que são feitas durante o processo de design, permitindo que identifique e conserte um problema de interação antes que a aplicação seja terminada, ou até mesmo antes de ser implementado. As somativas, por sua vez, avaliam o produto já terminado.

A maior parte dos métodos de avaliação existentes podem ser descritos como observação e monitoração de usuários, coleta da opinião dos usuários, experimentos ou testes de *benchmark*, interpretação de interações que ocorrem naturalmente, ou ainda predição do uso a ser feito da aplicação.

#### 3.8.1. Técnicas de avaliação de usabilidade

Segundo de Souza et al. (1999) o objetivo de testes de usabilidade é medir quantitativamente o valor alcançado pelo sistema em cada um dos fatores de usabilidade de interesse.

O teste com o usuário é um método fundamental de usabilidade (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003).

A avaliação deve ser vista como uma fase única dentro do processo de design ocorrendo durante o ciclo de vida do design e seus resultados utilizados para melhorias gradativas da interface (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003).

Os fatores determinantes de um plano de avaliação incluem (NIELSEN, 1993; PREECE et al., 1994; SCHNEIDERMAN, 1998):

- Estágio do design (início, meio e fim);
- Quão pioneiro é o projeto (bem definido *versus* exploratório);
- Número esperado de usuários;

- Quão crítica é a interface (por exemplo, um sistema de controle de tráfego aéreo *versus* um sistema de orientação de um shopping);
- Custo do produto e orçamento alocado para o teste;
- Tempo disponível;
- Experiência dos designers e avaliadores.

De uma forma geral, se faz a avaliação para conhecer o que os usuários querem e os problemas que eles experimentam, pois quanto melhor informados sobre seus usuários os designers estiverem, melhor serão os design de seus produtos.

Resumidamente, podemos dizer que avaliação tem três grandes objetivos: avaliar a funcionalidade do sistema, avaliar o efeito da interface junto ao usuário e identificar problemas específicos do sistema (ROCHA e BARANAUSKAS, 2003).

### 3.8.2. Prototipação

Para de Souza et al. (1999), um protótipo é uma aplicação, normalmente experimental e incompleta, que permite aos designers avaliarem suas idéias de projeto durante o processo de criação da aplicação pretendida. Ele deve ser construído rapidamente e com baixo custo e seu tempo de vida não é definido. Dentre as informações extraídas de um protótipo, podemos destacar a funcionalidade necessária ao sistema, seqüências de operação, necessidades de suporte ao usuário, representações necessárias, *look and feel* da interface (PREECE et al., 1994) apud (DE SOUZA et al., 1999) e comunicabilidade da aplicação.

Em relação ao seu objetivo de avaliação, a prototipação pode ser classificada como exploratória, experimental e evolutiva. A prototipação exploratória é usada para ajudar a esclarecer requisitos dos usuários, ou para examinar uma variedade de opções de solução de design para que se determine a mais adequada. A prototipação experimental enfatiza aspectos técnicos do desenvolvimento, oferecendo aos desenvolvedores resultados experimentais para a tomada de decisões de design e implementação. Finalmente, a prototipação evolutiva avalia o impacto que a introdução de novas tecnologias pode trazer para uma pessoa, seu modo de trabalhar e para a organização como um todo. Neste caso, os designers devem trabalhar em cooperação com os usuários em um processo contínuo de reengenharia. (DE SOUZA et al., 1999).

Para de Souza et al. (1999), uma das grandes vantagens de protótipos são eles serem parte de um design iterativo centrado no usuário, permitindo que os designers experimentem idéias junto a usuários e recebam seu *feedback*. Assim,

eles são uma prática comum na avaliação da interpretação dos requisitos de design, alternativas de solução e das soluções propostas (DE SOUZA et al., 1999).

### 3.9.

#### Um modelo para o processo de design de interfaces

Segundo de Souza et al. (1999), o design é a atividade intelectual de conceber e descrever um produto a partir dos requisitos de seus potenciais usuários. Segundo esses autores, esta atividade requer técnicas e ferramentas adequadas, aliadas à criatividade, ao talento e à experiência do designer.

O produto concebido em uma atividade de design precisa ser apresentado através de um protótipo e/ou de uma especificação. A prototipação consiste na descrição do que foi concebido, utilizando materiais mais baratos e dimensões reduzidas. O objetivo é poder fazer uma avaliação. (DE SOUZA et al., 1999).

De acordo com de Souza et al. (1999), o design de interfaces de usuário é uma atividade que requer análise dos requisitos dos usuários, concepção, especificação e prototipação da interface, e avaliação da utilização do protótipo pelos usuários.

A interface é, portanto, responsável por fazer o usuário ter condições de interagir com a funcionalidade do sistema. (DE SOUZA et al., 1999).

A especificação do modelo de interação visa descrever de forma abstrata e precisa como o usuário pode interagir com o sistema independente de quais dispositivos de interação ou *widgets*<sup>20</sup> ele vai utilizar e de como este processo de interação será implementado pelo software da interface.

No desenvolvimento de sistemas centrado no usuário a especificação da funcionalidade e a do modelo de interação são derivadas do modelo de tarefas (considerando também os diferentes perfis de usuários) e são a base para o restante do desenvolvimento, de acordo com de Souza et al. (1999). Para eles, a partir destas especificações o designer da interface deve realizar a especificação detalhada da interface de acordo com o modelo de interação, bem como a

---

<sup>20</sup> O *widget* é um termo sem tradução que designa componentes de interface gráfica com o usuário (GUI). Qualquer item de uma interface gráfica é chamada de *widget*, por exemplo: janelas, botões, menus e itens de menus, ícones, barras de rolagem, etc. (Wikipedia, 2006)

construção de um protótipo de interface. Ainda segundo eles, num processo de design baseado em prototipação apenas este último é realizado.

Para de Souza et al. (1999), o processo de design de interfaces inicia-se com a análise de usuários e tarefas (que constitui a análise de requisitos) e deve ser conduzido num processo cíclico ou iterativo no qual cada passo apresenta evoluções a partir da etapa anterior. Segundo eles, cada ciclo envolve a especificação da funcionalidade e do modelo de interação, a prototipação de interfaces (que possibilite a interação de acordo com o modelo especificado) e a sua avaliação junto aos usuários. A partir desta avaliação um novo ciclo de especificação, prototipação e avaliação devem ser realizados. Este processo pode ser visualizado na figura a seguir.

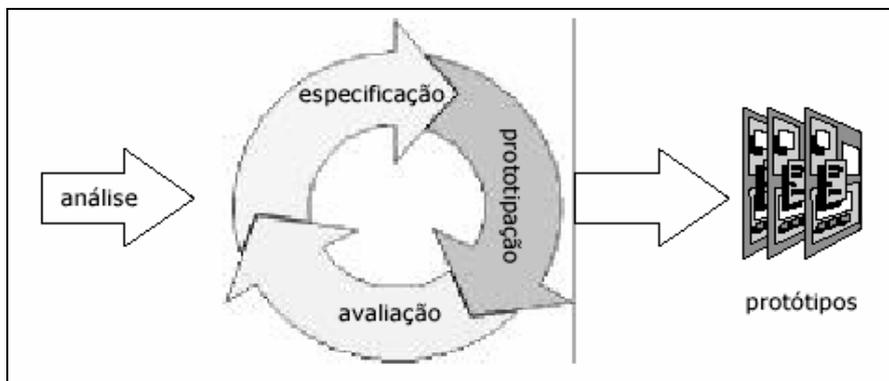


Figura 48 - Processo de design de interface. Fonte: de Souza et al. (1999).

O usuário deve sempre ser o foco central de interesse do projetista ao longo do design da interface.

### 3.10.

#### **A importância da participação do usuário nos testes de avaliação**

No design de interfaces humano-computador, a acessibilidade é percebida há algum tempo como requisito essencial à usabilidade em geral. Recomendações e técnicas foram propostas, inclusive, para auxiliar desenvolvedores no design e na avaliação da acessibilidade, especialmente de aplicações web. Ao mesmo tempo em que a participação de usuários, em diferentes fases da produção de interfaces, é considerada uma das melhores práticas da área de IHC, o paradigma do Design Participativo (DP) é desafiado quando pessoas com deficiências diversas são envolvidas entre os participantes do processo de design e de avaliação. (MELO e BARANAUSKAS, 2006).

Atualmente é bastante comum o envolvimento do usuário em testes de usabilidade, nos quais estes são sujeitos passivos da observação do avaliador, diferentemente do que é preconizado pelo DP (W3C, 2006; GRAUPP et al., 2003; THEOFANOS e REDISH, 2003) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006). No design de produtos inclusivos, há propostas do design centrado no usuário de maneira que pessoas com deficiência sejam consideradas entre os usuários de produtos (KEATES et al, 2000; KEATES e CLARKSON, 2003; NEWEL e GREGOR, 2000) apud (MELO E BARANAUSKAS, 2006). Tais abordagens estendem o grupo de usuários incluindo pessoas com deficiência; entretanto, estes ainda são apenas sujeitos dos testes de usabilidade.

Segundo Hull (2004) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006), qualquer pessoa usando qualquer tecnologia para navegar na web deveria conseguir visitar qualquer sítio, obter informação que ele provê, e interagir com o sítio. Se um usuário não pode alcançar seus objetivos estabelecidos na interação com um sistema computacional, a usabilidade do sistema, relativa a este usuário fica comprometida (BERGMAN e JOHNSON, 1995; ISO, 1998) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006). Um design que respeita e considera de forma indiscriminada as diferenças entre os usuários deve garantir que os objetivos estabelecidos na interação com um sistema computacional sejam alcançados (acessibilidade) com eficácia, eficiência e satisfação (usabilidade), na maior extensão possível (GRAUPP et al., 2003; MELO e BARANAUSKAS, 2005) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006).

No design de produtos inclusivos, além de considerar pessoas com deficiência como seus usuários (KEATES et al., 2000; KEATES e CLARKSON, 2003) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006) e envolvê-las no processo de design da maneira como ocorre tradicionalmente nas abordagens centradas no usuário (NEWELL e GREGOR, 2000) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006), é

importante incluí-las como participantes ativas na definição e na avaliação de produtos para o seu uso.

### **3.10.1. Design Participativo**

A literatura sobre Design Participativo (DP) apresenta diferentes formas de incluir usuários finais no processo de design de tecnologia (MÜLER et al., 1997) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006). Para Melo e Baranauskas (2006), o DP provê um conjunto de técnicas para apoiar diferentes fases do processo de design como identificação e clarificação do problema, requisitos e análise, design de alto nível, design detalhado, avaliação, customização pelo usuário e re-design.

Ainda segundo Melo e Baranauskas (2006), no DP, um produto não é apenas desenhado **para** o usuário, mas também **com** ele, colaborativamente. O engajamento do usuário é considerado valioso para alcançar a qualidade do produto, na medida em que possibilita um melhor entendimento do seu contexto de uso e das atividades que o usuário realiza, pela combinação de diferentes experiências (MÜLER et al., 1997) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006). Ao mesmo tempo, o DP pode ser útil aos usuários, ajudando-os a pensar sobre e a analisar seu próprio processo de trabalho. O DP pode ser uma abordagem adequada a ambientes inclusivos, nos quais as diferenças individuais devem ser levadas em consideração e o envolvimento do usuário um papel essencial.

### 3.11.

#### **Acessibilidade e usabilidade: dois conceitos diferentes, mas complementares**

(...) são conceitos fortemente relacionados, pois estão diretamente ligadas à satisfação e eficiência de utilização de interfaces assim como o desenho para todos, que nada mais é do que um conceito que, quando aplicado à edificações e espaços físicos, deseja-se que estes sejam adequados a todas as pessoas com ou sem alguma limitação. (TAVARES FILHO, 2003).

Para Alexander (2006), cada vez mais, o relacionamento entre a usabilidade e a acessibilidade em projetos *web* está sendo discutido seja em conferências, em listas de discussões, em sítios particulares, em reuniões e em discussões entre pessoas que trabalham nestes campos. Apesar de um interesse crescente nesse assunto, muitas dessas discussões foram ocasionadas pela falta de clareza e de profundidade.

Acessibilidade e usabilidade são conceitos que se inter-relacionam, pois ambos buscam a eficiência e eficácia no uso de uma interface. A observação de alguns critérios ou fatores a serem ressaltados na elaboração de uma página *web* pode auxiliar na concepção de bons projetos de interface e conseqüentemente, melhorar a qualidade da interação do usuário com a aplicação. A adequação a padrões, como normas, recomendações ergonômicas, critérios e outras orientações no desenvolvimento possibilita a geração de páginas com um grau aceitável de qualidade, além de reduzir ou até mesmo evitar problemas de usabilidade e acessibilidade. (ALEXANDER, 2006).

Enquanto a usabilidade é definida como efetividade, eficiência e satisfação com a qual usuários específicos podem alcançar objetivos específicos em ambientes específicos (ISO, 1998), acessibilidade pode ser entendida como a flexibilidade que deve ser oferecida para interação e acesso à informação disponível, de maneira que usuários com diferentes necessidades possam acessar e usar esses sistemas (MELO e BARANAUSKAS, 2005; W3C, 2006; CERTIC, 2006; GRAUPP et al., 2003) apud (MELO e BARANAUSKAS, 2006).

Certamente todos os elementos de usabilidade são bons para a acessibilidade. No contexto da usabilidade, acessibilidade significa projetar uma interface para o usuário para ser eficaz, eficiente e satisfatório para **mais** pessoas em **mais** situações.

Embora muitos concordem que o conceito de acessibilidade esteja relacionado com usabilidade, muitos não sabem como acessibilidade é verificada na prática. Muitos designers e desenvolvedores recentemente foram introduzidos ao tema da acessibilidade por causa da regulamentação da *Section 508* nos EUA, pelo decreto 5.296/2004, no Brasil e por outras regulamentações ao redor

do mundo. Nesses casos, o foco da acessibilidade é limitado a padrões e recomendações.

### **3.11.1. Uma comparação baseada nas definições**

Uma definição da usabilidade feita por Nielsen (1998) apud Alexander (2006) diz que usabilidade é a medida da qualidade da experiência do usuário ao interagir com o algo.

Para Quensenbery (2002) apud Alexander (2006), a usabilidade é mais bem entendida como eficácia, que se refere à integralidade e à exatidão; eficiência, que se refere à velocidade e ao esforço; satisfação; tolerância ao erro; e facilidade no aprendizado.

A ISO 9421 (1998) apud Alexander (2006) define usabilidade como uma medida da eficácia, eficiência e a satisfação com que específicos usuários podem conseguir objetivos específicos em um ambiente particular. Então temos: usuários especificados, objetivos especificados em um ambiente particular.

Uma definição de acessibilidade feita pelo Berners-Lee (2002) apud Alexander (2006) mostra que o poder da web está na sua universalidade. O acesso por todos é um aspecto essencial. Para Thatcher (2004) apud Alexander (2006), basicamente, a tecnologia é acessível se puder ser usada tão eficazmente por pessoas com deficiências quanto por aqueles sem deficiência.

Não há nenhuma definição formal sobre acessibilidade. O W3C escreve sobre o WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) mostrando que as recomendações explicam como fazer a web acessível satisfazendo os povos com inabilidades. O objetivo preliminar destas recomendações é promover a acessibilidade.

Segundo Alexander (2006), há duas diferenças chaves entre a usabilidade e a acessibilidade que podem ser extraídas das definições apresentadas anteriormente. Para ele, o primeiro relaciona-se ao objetivo do projeto e o objetivo da usabilidade é uma experiência melhor para o usuário. Melhor em termos da eficiência, da eficácia, e da satisfação. Em contrapartida, segundo ele, o objetivo do projeto acessível é a remoção das barreiras ao acesso baseado nas limitações da inabilidade, as técnicas ou as ambientais. Entretanto, há alguma similaridade. Não poder alcançar um sítio é uma experiência muito ruim para o usuário e o projeto acessível procura dirigir-se a este.

Para Alexander (2006), a segunda diferença concerne ao público alvo para o projeto. Segundo ele, as definições da usabilidade não especificam quem são os usuários finais. Depende do sítio ou da aplicação que estão sendo projetados, e assim o público será diferente para projetos diferentes. No exemplo da acessibilidade, os usuários serão sempre os mesmos. São primeiramente pessoas com deficiência, e depois os demais usuários da *web* mencionados como beneficiários secundários. Nisto surge uma diferença significativa na filosofia de projeto. Da perspectiva da usabilidade, a experiência do usuário é realçada através da identificação e compreensão do público alvo de um sítio e projetando com suas necessidades particulares na mente. Inversamente, para a acessibilidade *web* é a noção do projeto universal e a premissa fundamental que o uso de padrões acessíveis melhorará muito a todos os usuários.

As heurísticas são recomendações ou princípios que resultam na melhora da usabilidade (NIELSEN, 1994) apud Alexander (2006). O olhar das heurísticas da usabilidade é similar aos princípios universais do projeto, como os exemplos abaixo demonstram.

Primeiramente, vamos observar as heurísticas da usabilidade de Nielsen (1994) apud Alexander (2006): Visibilidade do status de sistema; controle e liberdade do usuário; consistência e padrões; prevenção de erros; flexibilidade e eficiência no uso; reconhecimento dos usuários da ajuda, diagnosticando, e recuperando os erros; ajuda e documentação.

Agora considera-se os princípios do desenho universal do *Center for Universal Design* (Connell et al., 1997) apud Alexander (2006): uso equitativo; flexibilidade no uso; uso simples e intuitivo; informação perceptível; tolerância ao erro; esforço físico baixo; tamanho e espaço para aproximação e uso.

Como é possível constatar ambos os grupos dos princípios são similares na substância: flexibilidade, simplicidade, tolerância ao erro e à maximização do esforço.

Investigando mais profundamente percebe-se que a acessibilidade e a usabilidade compartilham do universal e do particular no projeto. A diferença é onde se aplica uma ênfase maior. Sobre essa diferença, vê-se que se reflete fundamentalmente na filosofia de projeto que pode ser extraída das definições da usabilidade e da acessibilidade. A tensão está entre uma aproximação que insiste que “um tamanho não cabe em todos” e outro que parece implicar o oposto.

Enquanto a usabilidade é realçada para identificar e compreender o usuário alvo de um sítio e o projeto com suas necessidades particulares na

mente, o tema na acessibilidade da web é a noção do projeto universal. A premissa básica é que o uso de padrões de acessibilidade melhorará a todos os usuários.

### 3.11.2.

#### Uma comparação baseada nas técnicas e métodos

Propõe-se agora comparar a metodologia e a prática usadas no projeto para a acessibilidade e a usabilidade. O objetivo será procurar similaridades e diferenças do relacionamento entre os dois e identificar todas as fontes potenciais do conflito.

Os técnicos da usabilidade empregam grande parte das técnicas no projeto para a usabilidade. Estes métodos são empregados em vários estágios do ciclo de vida do desenvolvimento usando uma metodologia conhecida como o UCD (*User-centred design*). Algumas das técnicas usadas incluem (KUNIAVSKY, 2003; BELAM, 2003; REDISH, 1998; WARFEL, 2004; BIAS, 1994; NIELSEN, 1990) apud Alexandre (2006): pesquisa do concorrente; análise de *logs* do servidor web; análise dos *logs* de busca; exames; entrevistas; *focus group*; estudo de campo; análise da tarefa; *guidelines* ou padrões de design; *card sorting*; prototipagem; inspeção dos padrões; teste do usuário; avaliação heurística.

Por outro lado, os técnicos de acessibilidade utilizam um grupo de técnicas bem menor (W3C, 2005; CALDWELL et al., 2004; BREWER & LETOURNEAU, 2002) apud Alexandre (2006): recomendações ou padrões de design; avaliação de conformidade.

As diferenças mais notadas entre a usabilidade e a acessibilidade são o número e a variedade dos métodos usados rotineiramente por profissionais da usabilidade. Entretanto, algumas das técnicas de usabilidade mencionadas acima poderiam também ser aplicadas ao projeto para usuários deficientes, e em alguns casos esta está começando ocorrer.

Os métodos de design acessível têm equivalentes na prática da usabilidade. O uso de recomendações de projeto é comum a ambos, e os métodos de inspeção manuais usados na avaliação de conformidade podem ser comparados com a inspeção nos padrões no projeto da relação de usuário.

Ambos projetam práticas e compartilham também o usuário que testa com uma técnica da avaliação. Porém o usuário que testa para a acessibilidade é focalizado, frequentemente, para testar a conformidade com padrões acessíveis

do projeto e em consequência, as metodologias podem ser muito diferentes. Por exemplo, o teste de usabilidade é baseado na tarefa, mas uma parcela significativa dos usuários que testam para a acessibilidade envolve as verificações da página - avaliação de páginas individuais de encontro com os padrões do projeto. E é comum que somente os usuários experientes sejam envolvidos nos testes para a acessibilidade. No teste de usabilidade, os usuários são representantes do público alvo. Uma outra diferença é a tendência de usar os mesmos usuários nos testes de acessibilidade, possivelmente por causa do uso dos usuários mais experientes na tecnologia assistiva para a avaliação da conformidade, mas também porque pode ser muito difícil recrutar usuários com deficiência para participar dos testes. No teste de usabilidade, não seria comum usar repetidamente os mesmos participantes, mesmo para testar o mesmo sistema.

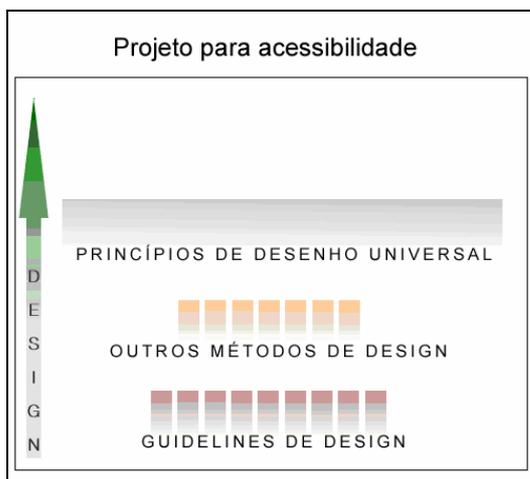


Figura 49 - Uma representação visual de projeto para acessibilidade. A partir de: (Alexander, 2006).

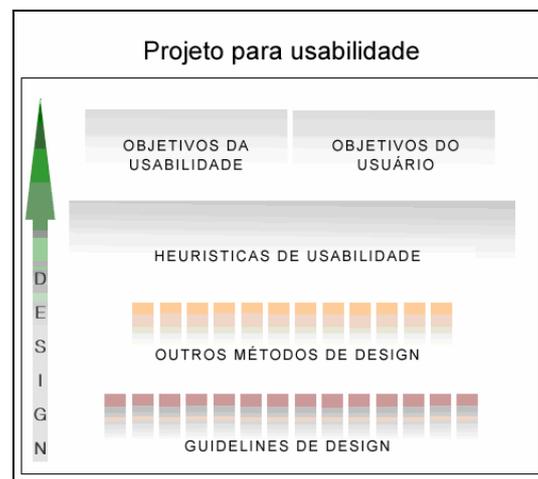


Figura 50 - Uma representação visual de projeto para usabilidade. A partir de: (Alexander, 2006).

Enquanto existem similaridades nas técnicas usadas em cada campo, há algumas diferenças significativas. No campo da acessibilidade não é comum que os testes com usuários ocorram ao longo do projeto, apesar de haver um reconhecimento difundido que o re-trabalho de um projeto de acessibilidade é altamente problemático. Entretanto, a menos que o projeto acessível se transforme numa consideração na fase de concepção de um projeto, os testes são feitos para identificar grupos com incapacidades e para compreender suas necessidades.

Atualmente, o projeto acessível confia fortemente no uso de recomendações do projeto. Isto pode acontecer na comunidade da usabilidade, mas geralmente, os profissionais de usabilidade usam uma escala de técnicas de projeto enquanto parte de um processo usuário-centrado do projeto. A confiança em recomendações do projeto é um tópico altamente controverso na comunidade da usabilidade. Há diversas razões para isto:

- Existem muitos grupos de recomendações diferentes e às vezes conflitantes (SPOOL, 2002);
- Às vezes recomendações são escritas em várias línguas e são sujeitas a erros e má interpretação da aplicação (SPOOL, 2002; RABOURN, 2004);
- Algumas recomendações não são baseadas em pesquisas de usuários;

### 3.12. Conclusões parciais do capítulo

Assim como no capítulo anterior, este capítulo mostrou um embasamento teórico sobre os conceitos que envolvem a acessibilidade pautada na IHC.

Foram mostrados os objetivos e as perspectivas em IHC, além da sua conceituação. Um tema também abordado neste capítulo foi a interface, interação e formas de interação mostrando também duas maneiras de um produto de hipermídia adaptar-se ao usuário durante sua interação: a adaptabilidade e a adaptatividade, onde essas duas formas utilizam diferentes estratégias de interação.

Outro ponto importante abordado no capítulo diz respeito às interfaces inteligentes, que é a próxima geração de interfaces. O grande diferencial observado é a adaptação das interfaces às características do usuário, melhorando a sua satisfação e produtividade.

Em seguida foi mostrado um modelo de integração da acessibilidade web dividido em 3 categorias (bases sociais, percepção dos *stakeholders* e desenvolvimento web) que se inter-relacionam.

Foi apresentada uma anatomia de uma solução acessível baseada em estudos e pesquisas da IBM, onde temos dentro da solução uma plataforma que contém um software com produtos de pacote e produtos primários com funções primárias e embutidas (produtos customizados). Todos esses produtos feitos em conformidade com acessibilidade. No outro lado nós temos as tecnologias assistivas que provêm uma variedade de modos de entrada/saída requeridos por pessoas com deficiência. Todo esse cenário interligado pela interface e mantendo uma interoperabilidade.

Outro conceito também abordado neste capítulo foi a usabilidade e suas metas. Aspectos que ficaram marcantes no conceito de acessibilidade foram: a tarefa e as características individuais de cada usuário. A importância de classificar os usuários também foi um ponto detectado.

Foi apresentado um exemplo de navegação pelo teclado pressionando-se a tecla TAB. Vimos que dependemos de uma melhor usabilidade nesta forma de navegação via teclado para tentar diminuir o número de passos para se chegar a uma determinada informação.

Após mostrar a forma de navegação via teclado, foi apresentado mais um passo do processo de design: a avaliação da interface. Suas técnicas também foram apresentadas neste capítulo.

Em seguida apresentamos a prototipação e a importância da participação do usuário nos testes de avaliação e também foi abordado o design participativo.

Para fechar o capítulo foram apresentados os dois conceitos (acessibilidade e usabilidade) como sendo complementares. Foi feita uma comparação quanto aos conceitos, definições, métodos e técnicas.

Sobre acessibilidade x usabilidade, tem-se que com a introdução da legislação sobre acessibilidade ao redor do mundo, designers passaram a estudar e entender um pouco mais sobre o assunto. Nesse caso, a acessibilidade é meramente o atendimento a recomendações e padrões pré-determinados. Mas no contexto da usabilidade, temos que a acessibilidade significa projetar uma interface para o usuário para ser eficaz, eficiente e satisfatório para **mais** pessoas em **mais** situações.

### 3.13.

#### Referências bibliográficas do capítulo

ACM SIGCHI (1992) "*Curricula for human-computer interaction*". *Technical report*, ACM, NY, 1992. Disponível em: < <http://www.sigchi.org/cdg/>>. Acesso em: 18 mai 2006.

ALEXANDER, Dey. "*Usability versus Accessibility: best friends or worst enemies?*" VALA, 2006.

BELAM, M., 2003. "*How search can help you understand your audience*". Disponível em: <<http://www.currybet.net/articles/audiences>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

BERGMAN, E.; JOHNSON, E. (1995). "*Towards Accessible Human-Computer Interaction*". In: Nielsen, J. (ed.), *Advances in Human-Computer Interaction*, Ablex Publishing.

BEVAN, Nigel. (1995) "*Usability is quality of use*". In: Anzai & Ogawa (eds) Proc. 6<sup>th</sup> International Conference on Human Computer Interaction, July. Elsevier. Disponível em <<http://www.usability.serco.com/papers/usabis95.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2005.

BIAS, R. 1994. "*The pluralist usability walkthrough: coordinated empathies*", in Nielsen, J. and Mack, R., (eds). "*Usability Inspection Methods*". John Wiley and Sons. New York."

BOOTH, Paul (1989). "*An introduction to human-computer interaction*". British Library Cataloguing in Publication Data.

BREWER, J. and LETOURNEAU, C. 2002. "*Evaluating web sites for accessibility*". Disponível em: <<http://www.w3c.org/wai/eval>>. Acesso em 30 nov. 2006.

BRUSILOVSKY P., et al. "*Adaptive User Interfaces Models and Evaluation*", In: CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2001, Patras. Greece Proceedings. Greece: 2001.

\_\_\_\_\_ ; PESIN, L. "*Adaptive Navigation Support in Educational Hypermedia: An Evaluation of the ISISTUTOR*". In: *Journal of Computing and Information Technology*, 1998.

\_\_\_\_\_ ; SCHWARZ, E. "*User as Student: Towards an Adaptive Interface for Advanced Web-Based Applications*", In: *USER MODELING*, 1997, Vienna, New York. Proceedings. Vienna, New York, 1997. p. 177-188.

BUNT, A. "*On Creating a Student Model to Assess Effective Exploratory Behaviour in an Open Learning Environment*". 2001. Thesis (Master in Computer

Science) - Department of Computer Science, University of British Columbia, Vancouver: Canada.

CADWEL, B.; CHISHOLM, W.; VANDERHEIDEN, G.; WHITE, J.; 2004. "Web content accessibility guidelines 2.0: W3C working draft 30 July 2004". Disponível em: <<http://www.w3c.org/tr/2004/wd-wcag20-20040730/>>. Acesso em: 30 nov. 2005.

CARROL, John M. (1991). "Designing Interaction". Psychology at the Human-Computer Interface. Cambridge Series on Human-Computer Interaction. Cambridge University Press.

CONNELL, BR.; JONES, M.; MACE, R.; MUELLER, J.; MULLICK, A.; OSTROFF, E.; SANFORD, J.; STEIFELD, E.; STORY, M.; VANDERHEIDEN, G. "Principles of universal design". Disponível em: <[http://www.design.ncsu.edu/cud/univ\\_design/princ\\_overview.htm](http://www.design.ncsu.edu/cud/univ_design/princ_overview.htm)>. Acesso em: 30 nov. 2005.

COUTO, Rita Maria de Souza; OLIVEIRA, Alfredo Jefferson de. (1999). "Formas do design: por uma metodologia interdisciplinar". Rio de Janeiro: Ed. 2AB. PUC-Rio.

DEHNING, W.; ESSIG, H.; MAASS, S. (1981) "The adaptation of visual man-machine interfaces to user requirements in dialogs". New York: Springer-Verlag. 142 p. – Lecture Notes in Computer Science, 110.

DE SOUZA, C. S. (1999) "Semiotic engineering principles for evaluating end-user programming environments". Em Lucena, C.J.P. (ed.) Monografias em Ciência da Computação. Departamento de Informática. PUC-Rio Inf. MCC 10/99. Rio de Janeiro. 23p.

DE SOUZA, C. S.; LEITE, J. C.; PRATES, R. O. & BARBOSA, S. D. J. (1999). "Projeto de Interfaces de Usuário: Perspectivas Cognitiva e Semiótica", Anais da Jornada de Atualização em Informática, XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Rio de Janeiro.

DIX, A.; FINLAY, J.; ABOWD, G.; e BEALE, R. (1993) "Human-Computer Interaction". Prentice-Hall International.

DUL, Jan & WEERDMEEESTER, Bernard. (2004) "Ergonomia prática". São Paulo: Edgard Blücher.

DUMAS, Joseph S.; REDISH, Janice C. (1999). "A Practical Guide to Usability Testing". Revised edition. St. Portland: Intellect Books.

ENCARNAÇÃO, L. M. "Concept and Realization of Intelligent User Support in Interactive Graphics Applications". 1997. Thesis (PhD. in Computer Science) -

Institute for Computer Science, University of Tübingen, Wilhelm-Schickard-, Germany.

FISCHER, G. (1998) "*Beyond 'Couch Potatoes': From Consumers to Designers*" In Proceedings of the 5th Asia Pacific Computer-Human Interaction Conference. IEEE Computer Society. pp.2-9.

GUIA – Grupo Português pelas iniciativas de Acessibilidade. Disponível em: <<http://www.acessibilidade.net>>. Acesso em: 19/09/2004.

GRAUPP, H.; GLADSTONE, K.; RUNDLE, C. (2003). "*Accessibility, Usability and Cognitive Considerations in Evaluating Systems with Users who are Blind*". In: Stephanidis, C. (ed.), Universal Access in HCI: Inclusive Design in Information Society, Vol. 4, Crete, 22-27, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 1280-1284.

HARRINGTON, R. A. "*Utilizing Bayesian Techniques for User Interface Intelligence*". 1996. Thesis (Master of Science), Faculty of the School of Engineering, Air Force Institute of Technology, Air University, Ohio, EEUU.

HARTSON, H. R. (1998) "*Human-Computer Interaction: Interdisciplinary roots and trends*". In The Journal of System and Software, 43, 103-118.

HARTSON, H. R.; HIX, D. (1988) "*Human-Computer interface development: concepts and systems for its management*" – ACM Computing Surveys – New York, p. 5-92.

HÖÖK, K. "*Steps to Take Before Intelligent User Interface Becomes Real*". In: WORKSHOP THE REALITY OF INTELLIGENT INTERFACE TECHNOLOGY, 1997, Edinburgh. Proceedings. Edinburgh: 1997.

HULL, L. "*Accessibility: It's Not Just for Disabilities Any More*", interactions, vol. 11, issue 2, March + April 2004, New York, ACM Press, 2004, pp. 36-41.

ISO (1998). "*ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals – Part 11*", Guide on usability.

JORDAN, Patrick W. (1998). "*An introduction to Usability*". London: Taylor & Francis.

KAMMERGAARD (1988) "*Four different perspectives on Human-Computer Interaction.*" in International Journal of Man-Machine Studies, 28, 343-362.

KAUFMANN, Morgan (1998). "*Intelligent User Interfaces: An introduction*". In: RUIU, San Francisco, pp. 1-13.

KEATES, S.; CLARKSON, P. J. (2003). "*Countering design exclusion through inclusive design*", In: Zajicek, Mary; Edwards, Alistair (orgs.),

Proceedings of the 2003 Conference on Universal Usability, Vancouver, British Columbia, Canada, pp. 69-76.

KEATES, S.; CLARKSON, P. J.; HARRISON, L.; ROBINSON, P. (2000). "*Towards a practical inclusive design approach*", In: Thomas, John (org.), Proceeding on the 2000 Conference on Universal Usability, Arlington, Virginia, United States, pp. 45-52.

KUNIAVSKY, M. 2003. "*Observing the user experience: a practitioner's guide to user research*". Morgan Kaufmann, San Francisco.

KUZINGER, Ed. "*Moving Beyond Minimal Accessibility to Ease of Access*". IBM Corporation, 2005.

LANGLEY, P. "*User Modeling in Adaptive Interfaces*". In: International Conference on User Modeling, 1999. Proceedings Banff, Alberta: Springer. 1999. p. 357-370.

LAZAR, Jonathan, DUDLEY-SPONAUGLE, Alfreda; GREENIDGE, Kisha-Dawn. "*Improving Web Accessibility: a study of webmaster perceptions*". In: Computers in Human Behavior. Elsevier, 2003.

LEMOS, André L. M. "Anjos interativos e retribalização do mundo. Sobre interatividade e interfaces digitais", 1997. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/pesq/cyber/lemos/inteac.html>>. Acesso em: 25 ago. 2005.

LINDGAARD, G. (1994) "*Usability Testing and System Evaluation*". London, UK: Chapman & Hall.

LOBATO, Luciano (2006). "Adaptabilidade x Adaptatividade". Disponível em: <<http://www.nahipermedia.com.br/blog/?cat=18>>. Acesso em: 20/11/2006.

MCTEAR, M. "*Intelligent Interface Technology: From Theory to Reality?*". Interacting with Computers v.12, n.4, 2000, p. 323-336.

MELO, A.M.; BARANAUSKAS, M.C.C. (2005). "Design e Avaliação de Tecnologia Web-acessível". In: Anais do XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Jornadas de Atualização em Informática, São Leopoldo, RS, pp. 1500 - 1544.

\_\_\_\_\_. (2006). "Design para a Inclusão: desafios e proposta". In: Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistema Computacionais, Natal, RN, pp. 11 - 20.

MORAN, T. (1981) "*The Command Language Grammars: a representation for the user interface of interactive computer systems*". International Journal of Man-Machine Studies, 15, 3-50.

MÜLLER, M. J.; HASLWANTER, J. H.; DAYTON, T. (1997). "*Participatory Practices in the Software Lifecycle*". In: Helander, Martin G.; Landauer, Thomas K.; Prabhu, Prasad, V. (eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*, 2nd edition, Elsevier, 255-297.

MÜLLER, M.E. "*Inducing conceptual user models*". 2002. Thesis (PhD. in ), University of Osnabrück, Germany.

NETO, Miguel de Castro. "Ergonomia de Interfaces WWW para Cidadãos com Necessidades Especiais". 3º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de software Educativo. 3 a 5 de Setembro de 1998.

NEWELL, A.; GREGOR, P. "*User Sensitive Inclusive Design – in search of a new paradigm*", In: Thomaz, John (org.), *Proceedings on the 2000 Conference on Universal Usability*, Arlington, Virginia, United States, pp. 39-44.

NIELSEN, Jacob. 1990. "*Heuristic evaluation of user interfaces*". *Proceedings of the ACM CHI '90 Conference*. Seattle, WA, 1-5 April, pp. 249-256.

\_\_\_\_\_. 1993. "*Usability Engineering*". Boston - USA: Academic Press, 362 p.

\_\_\_\_\_. 1994. "*Heuristics for user interface design*". Disponível em: <[http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html)>. Acesso em 30 nov. 2005.

\_\_\_\_\_. (1999) "*Design Web Usability*". Indianapolis, Indiana – USA; New Riders Publish.

NORMAN, D. (1986) "*Cognitive Engineering*". In D. Norman & S. Draper (eds.) *User Centered System Design*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum. pp.31-61.

PADOVANI, Stephania. "Avaliação ergonômica de sistemas de navegação em hipertextos fechados". Rio de Janeiro, 1998. 247 p. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

PORTO, Bernard Condocert. "WEBVOX - Um navegador para a World Wide Web destinado a Deficientes Visuais". Rio de Janeiro, 2001. 180 p. Dissertação de Mestrado. UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, E.; BENYON, D.; HOLLAND, S.; CAREY, T. (1994) "*Human-Computer Interaction*". Addison-Wesley.

PUERTA, A. R. L-CID: "*A blackboard framework to experiment with self-adaptation in intelligent interfaces*". 1990. Thesis (Doctorate in Computer Engineering) Center for Machine Intelligence, University of South Carolina, Columbia, South Carolina.

QUEIROZ, Marco Antônio de. "Acessibilidade web: Tudo tem sua Primeira Vez". Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/capitulomaq.php>>. Acesso em: 04 abr. 2006.

QUESENBERRY, W. 2002. "*What does usability mean: looking beyond 'case of use'*". Disponível em: <<http://www.wqusability.com/articles/more-than-ease-of-use.html>>. Acesso em 30 nov. 2005.

ROCHA, Heloísa; BARANAUSKAS, Cecília. (2003) "Design e avaliação de interfaces humano-computador". Campinas, SP: NIED/UNICAMP.

SANTOS, Robson. Abordagem heurística para avaliação da usabilidade de interfaces. Rio de Janeiro, 2000. 175 p. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SCHNEIDERMAN, B. (1998) "*Design the User Interface: strategies for effective Human-Computer Interaction*". Addison Wesley Longman, Inc. 3rd ed.

SPOOL, J. 2002. "*Evolution trumps usability guidelines*". Disponível em: <[http://www.uie.com/articles/evolution\\_trumps\\_usability/](http://www.uie.com/articles/evolution_trumps_usability/)>. Acesso em 30 nov. 2005.

TAVARES FILHO, J. P. (2003). "A interação do idoso com os caixas de auto-atendimento bancário". Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Engenharia de Produção da universidade Federal de Santa Catarina. Rio de Janeiro, 2003. Acesso em: 10 fev. 2005. Disponível em: <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/9458.pdf>

THATCHER, J. 2004. "*508 web accessibility*". Disponível em: <<http://www.jimthatcher.com/webcourse1.htm>>. Acesso em 30 nov. 2005.

THEOFANOS, M.; REDISH, J. (2003). "*Bridging the gap: between accessibility and usability*". In: Interactions, vol. 10, issue 6, New York, ACM Press, pp. 38-51.

VANDERHEIDEN, G. C. (1992) "*Making Software More Accessibility for People with Disabilities. A White Paper on the Design of Software Application Programs to Increase Their Accessibility for People with disabilities*". Trace R & D center at the University of Wisconsin – Madison, USA.

VANDERHEIDEN, G. C. (1991) "*Accessible Design of Consumer Products. Guidelines for the Design of Consumer to Increase their Accessibility to the People with disabilities or who are aging*". AD HOC Industry-Consumer-Researcher Work Group. Trace R & D Center at the University of Wisconsin – Madison, USA.

VIDOTTI, S. A. B. G. e SANCHES, S. A. S. "Arquitetura da informação em Websites".

W3C / WAI - *Web Access Initiative. Web Content Accessibility Guidelines* 1.0. Disponível em: <<http://www.w3c.org/wai>>. Acesso em: 12/04/2005.

WARFEL, T.; MAURER, D. 2004. “*Card Sorting: A Definitive Guide*”. Boxes and Arrows. Disponível em: <[http://www.boxesandarrows.com/archives/card\\_sorting\\_a\\_definitive\\_guide.php](http://www.boxesandarrows.com/archives/card_sorting_a_definitive_guide.php)>. Acesso em 30 nov. 2005.

WEBSTER (2006). “Hypermedia”. Disponível em: <<http://www.webster.com/dictionary/hypermedia>>. Acesso em: 05/12/2006.

WIKIPEDIA (2006). “Widget”. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>>. Acesso em: 02/10/2006.

ZUASNÁBAR, Delfa M. H.; GERMANO, José S. E.; CUNHA, Adilson M. da. (2003). “Um ambiente de aprendizagem via www baseado em interfaces inteligentes para o ensino de engenharia”. COBENGE: 2003.

ZÚNICA, R.R. “Metodología práctica de revisión de la accesibilidad de sítios WEB”. Internet para todos “diseño de sítios WEB accesibles”. Ciclo de invierno de la Universidad Complutense de Madrid – março 2001.