



## Tecnologias assistivas e usabilidade para sistemas digitais: diretrizes para profissionais da saúde e desenvolvedores

Evelin Cristina Cadriest Ribeiro Mello<sup>1</sup>; Flávio Américo Tonneti<sup>2</sup>



Este documento pretende apresentar um conjunto de diretrizes para a construção de sistemas digitais voltados para uso assistivo, dando subsídios a desenvolvedores da área de informática e a profissionais da área da saúde, mais especificamente terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas, levando em conta aspectos sobre usabilidade, adaptabilidade e acessibilidade de objetos e interfaces computacionais.

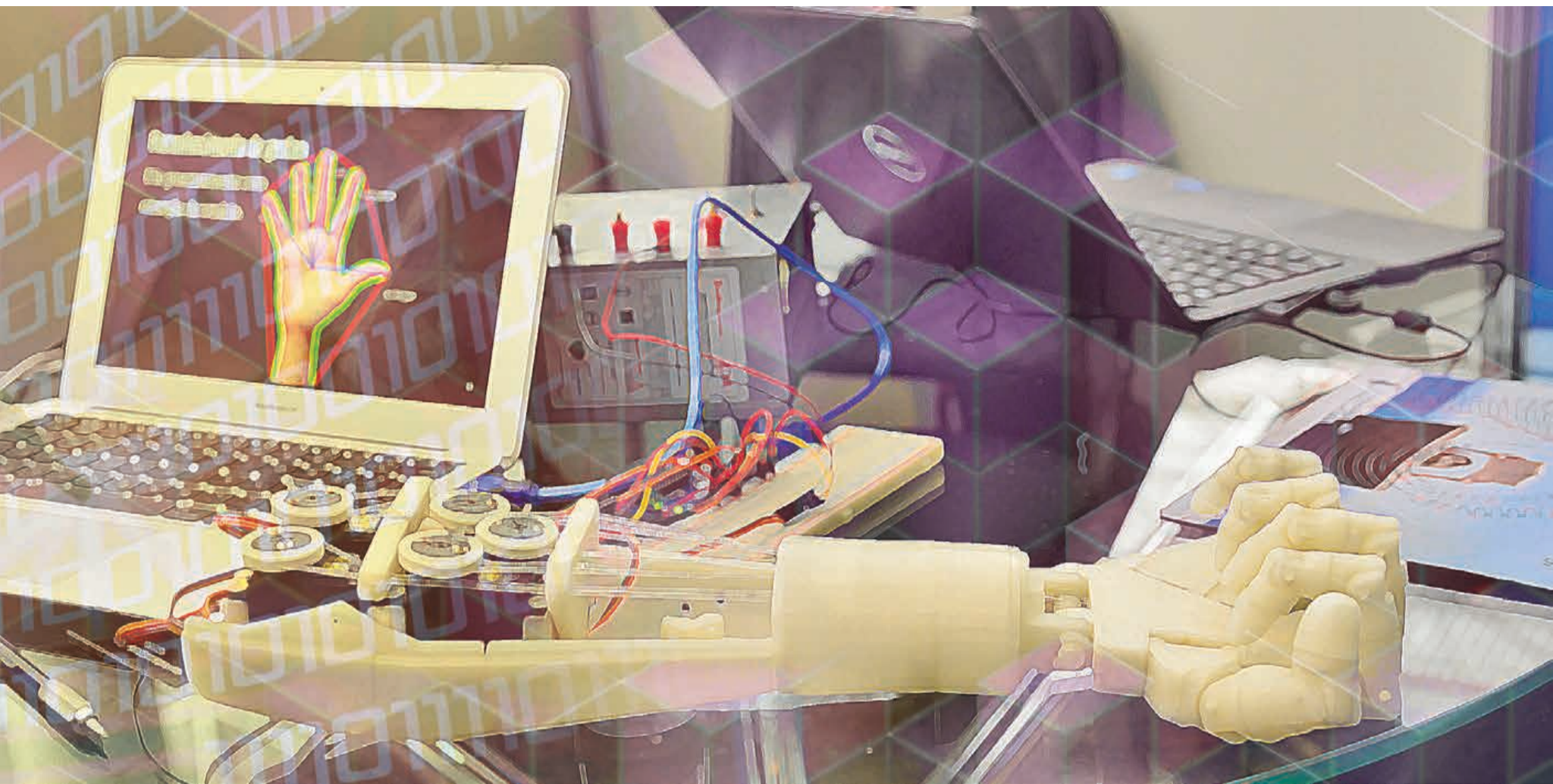
### Introdução

Muito mais do que encontrar uma forma atraente para determinado objeto, o designer inventa sentidos – e, conseqüentemente, sensações. No caso do desenho, da construção ou da montagem de materiais e objetos cujo objetivo seja uma aplicação terapêutica, o design de produtos assume um papel de importância na aplicação das técnicas de reabilitação e treinamento. Seu trabalho terá impacto direto sobre a eficácia de ações terapêuticas, influenciando a melhoria da saúde dos pacientes e a prática cotidiana dos profissionais da saúde.

Qualquer objeto tecnológico criado e desenvolvido para fins médico-terapêuticos, desde cadeiras de rodas, órteses, próteses, até máquinas eletrônicas e softwares computacionais, pode ser considerado um item de tecnologia assistiva. A tecnologia utilizada como ferramenta para adaptação ou reabilitação de parte da vida diária e das atividades funcionais pode ainda ser encarada como uma tecnologia educacional, dependendo do *setting* de recursos, do uso ou mesmo da perspectiva conceitual a partir da qual compreendemos o trabalho de reabilitação na área da saúde. No caso do uso de sistemas computacionais, foco deste trabalho, a aproximação com o campo educacional torna-se mais evidente, já que muitos dos sistemas poderiam ser facilmente considerados como *settings* de treinamento ou plataformas de aprendizagem eletrônica.

1 Graduação em Terapia Ocupacional pela Universidade de Sorocaba (2004) e Mestrado em Bioengenharia pelo Programa Interunidades Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. Tem experiência de atuação no campo da saúde mental como coordenadora de oficinas terapêuticas e de trabalho para deficientes intelectuais e atendimentos de crianças com transtornos mentais no Centro de Atenção Psicossocial Infantil de Guarulhos. Trabalhou como terapeuta ocupacional no Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

2 Bacharel, licenciado e mestre em Filosofia e doutorando em Educação, ambos pela Universidade de São Paulo. Coordenou cursos de educação a distância (EaD) na rede privada e atuou como professor de Ensino Médio nas redes pública estadual e privada. Edita o site ensino.blog.br



Uma pesquisa (SMITH, 1996) mostrou que o uso bem-sucedido da tecnologia assistiva depende de dois fatores principais: prestação de serviços e intervenção ambiental. Para que esses fatores operem, Smith elaborou alguns passos a serem observados no momento da prescrição e indicação da tecnologia assistiva. Entre as recomendações está a identificação dos utilizadores potenciais do sistema, delimitando, já nesta análise, as necessidades e potenciais do próprio sistema em relação ao atendimento do usuário final. Prevê ainda que o sistema deve ser monitorado, ajustado e personalizado, já que no contexto terapêutico das tecnologias assistivas qualquer artefato deve ser usado de modo a adaptar-se às necessidades do paciente. As ideias cercanas de treinamento, formação, educação ou aprendizagem se reafirmam não apenas no que diz respeito ao uso de sistemas voltados para reabilitação, mas também quanto ao preparo para a construção e o manejo do sistema ou objeto que será utilizado no contexto da prática assistiva. O treinamento de terapeutas e o acompanhamento do uso feito por eles do sistema, com uma espécie de serviço de *help desk*, também aparecem previstos nas recomendações de Smith<sup>3</sup>.

Não se deve confundir, pois, a educação para o uso da tecnologia – referente ao treinamento profissional – com a educação, aprendizagem ou treinamento por meio do uso da tecnologia, que será experienciada por quem a utiliza, ou seja, o paciente assistido por prática terapêutica. Quando se fala em aprendizagem em tecnologias assistivas, deve-se tomar o cuidado de separá-las em

<sup>3</sup> Este processo de construção e uso de tecnologias assistivas é descrito por Smith em passos ou etapas: 1) identificar utilizadores; 2) estabelecer necessidades, potenciais e benefícios do sistema; 3) selecionar componentes apropriados disponíveis no mercado a partir de dispositivos especiais e gerais; 4) fazer modificações necessárias; 5) produzir o sistema; 6) montar o sistema; 7) ajustar o sistema, incluindo personalizações; 8) selecionar os materiais de formação mais adequados e planejados; 9) realizar formação inicial do usuário; 10) realizar treinamento para as pessoas no ambiente do usuário; 11) proporcionar formação contínua; 12) oferecer plantão para dúvidas e necessidades; 13) garantir a manutenção preventiva permanente e a substituição de componentes; 14) fornecer reparações; 15) atualizar o sistema quando melhorias estiverem disponíveis; 16) atualizar e reavaliar periodicamente o grau de integração do sistema inicial em relação ao utilizador; 17) usar dados atualizados para refinar ou melhorar o sistema; 18) fornecer um sistema mais adequado ao usuário quando necessário; 19) fornecer sistemas mais adequados quando houver avanços tecnológicos disponíveis em outros produtos (ver SMITH, 1996).



dois planos: um referente ao aprendizado do *terapeuta* e outro referente à experiência de aprendizado ou reeducação corporal ou cognitiva do *paciente*.

Uma diferenciação em dois planos também é necessária para uma clara compreensão do que seja a tecnologia assistiva, já que a mesma ideia de tecnologia pode ser entendida como artefato ou como campo de estudos. Usando a classificação de Cook, Polgar e Hussey (2008), podemos separar o uso do termo tecnologia assistiva em dois grupos: 1) *hard*, caracterizado por sistemas simples (como adaptações em talheres) ou complexos (como adaptações em computadores e seus periféricos, como acionadores ou teclados, ou ainda em softwares e sistemas digitais para comunicação alternativa) e 2) *soft*, que diz respeito à decisão, estratégia, treinamento, formação de profissionais habilitados na área e prescrição de tecnologias como prática terapêutica. Assim, podemos considerar que a elaboração de diretrizes constitui elemento das tecnologias assistivas em seu aspecto *soft*, responsável por determinar, definir e moldar a construção da tecnologia em seu aspecto *hard*. Em qualquer dos casos é central considerar as necessidades do usuário final, para o desenvolvimento conjunto de interfaces que possibilitem a aplicação da terapia assistiva a alguém com uma deficiência cognitiva. A participação do usuário final no processo de desenvolvimento da tecnologia também é importante, pois se considera ser ele o mais qualificado para dar um feedback mais adequado aos usos que se pretendem fazer do produto (BURNS et al., 2008).

Ao tratarmos da tecnologia assistiva na construção de sistemas, temos a peculiaridade de tratar de objetos digitais (softwares) em que a distinção entre *soft* e *hard* pode ser motivo de confusão. Uma divisão mais fina pode ser encontrada em Santarosa (1997), que elaborou uma classificação para as tecnologias assistivas no que diz respeito a sistemas computacionais, distinguindo-os entre:

- Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como sistemas auxiliares ou prótese para a comunicação;
- TICs utilizadas para controle do ambiente;
- TICs como ferramentas ou ambientes de aprendizagem;
- TICs como meio de inserção no mundo do trabalho profissional.

### Usabilidade de sistemas e acessibilidade

Usaremos o conceito de *usabilidade* para examinar relações entre uso e satisfação do usuário de hardware ou software, observando elementos da relação homem-máquina ou homem-interface, e buscando compreender os elementos determinantes da eficácia do produto no que diz respeito ao atendimento das necessidades de pacientes e terapeutas e às facilidades de uso na execução de tarefas — se consegue-se ou não desempenhar aquilo a que se destina e qual o nível de satisfação da pessoa.

Concentrando-se no uso de meios e interfaces digitais, e sua relação com hardwares de entrada e saída, indicaremos a seguir algumas diretrizes para a implementação de softwares e sistemas a partir de uma literatura sobre usabilidade e design instrucional no campo da informática, tendo em vista atender à questões de acessibilidade e usabilidade tendo como base princípios de tecnologias assistivas. Trata-se, portanto, de indicar elementos e ações para a construção de sistemas, softwares ou ambientes virtuais a fim de facilitar — ou não prejudicar — os objetivos da prática terapêutica.

Considerando que tecnologias assistivas constituem um conjunto de saberes, procedimentos e práticas aprendidas e compartilhadas (*soft*) que vão aos poucos se materializando no desenvolvimento de objetos e sistemas de uso terapêutico (*hard*), e se compreendermos a distinção entre os saberes necessários ao campo e os objetos utilizados nas práticas, fica fácil entender que as diretrizes

que apresentaremos procuraremos explorar o duplo aspecto *soft-hard* das tecnologias assistivas: um saber cujo objetivo é orientar e influenciar a construção de objetos de uso terapêutico – ainda que estes não sejam objetos concretos, mas digitais.

Referência no campo do design, Jakob Nielsen define usabilidade a partir de cinco atributos: eficiência, facilidade de memorização, facilidade de aprendizado, satisfação do usuário e baixa taxa de erros (NIELSEN, 1993). Além dos atributos apontados por Nielsen, outros autores (PREECE; ROGERS; SHARP, 2002) vão preocupar-se com o modo como os usuários interagem com os softwares, formando assim um novo conjunto de critérios para usabilidade: eficácia, eficiência, segurança, facilidade de memorização, facilidade de aprendizado, satisfação do usuário e baixa taxa de erros. Mais tarde, Cañas e Waerns (2001) vão analisar, a partir da ergonomia cognitiva, fatores envolvidos em processos cognitivos na tomada de decisão, na memorização, na atenção e nas estruturas e processos empregados na percepção, no armazenamento e na recuperação de informações.

Considerando tais aspectos de usabilidade, apresentamos a seguir 6 diretrizes de construção que consideramos fundamentais para sistemas em tecnologia assistiva: 1) Ergonomia; 2) Consistência interna e padronização; 3) Legibilidade e Visibilidade; 4) Níveis de interação, autonomia e uso assistido; 5) Adaptação e 6) Acessibilidade.

## 1. Ergonomia

Ergonomia é, em geral, compreendida levando em conta sua etimologia, como o campo de estudo para elaboração de regras para o trabalho. O enfoque da ergonomia, quando considerada no contexto laboral, volta-se, sobretudo, à questão da saúde fisiológica. O estudo dos processos de trabalho e o estabelecimento de normas ergonômicas que regulem as atividades laborais visando preservar a saúde do trabalhador estão constantemente presentes em normativas do Ministério do Trabalho e é preocupação mais frequente em estudos nesta área, como o de Kroemer e Grandjean (2005). No contexto das áreas de saúde, além de questões laborais, estão envolvidos cuidados com o corpo em sua relação com o espaço – doméstico e hospitalar –, sobretudo no que diz respeito à interação com outros objetos e pessoas em situações de tratamento ou reabilitação. A ergonomia envolve, portanto, campos da fisiologia, da arquitetura e do design. A ergonomia aplicada ao design de objetos (GOMES FILHO, 2003) deve compor o escopo de desenvolvedores de tecnologias assistivas digitais. Isso porque, além dos cuidados hospitalares e terapêuticos próprios das dinâmicas da área médica, a relação de manuseio das tecnologias, por parte de terapeutas e assistidos, deve prever seu enquadramento em relação ao conjunto arquitetônico considerando as alterações do corpo de quem delas faz uso. A fim de que seja eficiente ao usuário final, o projeto inicial deve prever *adaptabilidade*, noção sobre a qual trataremos adiante, permitindo regulagens de interface. Assim, o uso de periféricos de entrada e saída devem prever tamanho e posicionamento, desde aspectos mais simples, como a escolha adequada de monitores de visualização (bem como a qualidade da definição de imagens) até aspectos mais complexos que envolvem especificidades do projeto e da terapia, que englobarão regulagem em relação ao corpo (conforme a reabilitação ou deficiência em que se pretenda atuar), relação espacial na adequação dos assentos (que podem variar enormemente no contexto médico-hospitalar) e dispositivos de entrada (que podem alternar do teclado convencional aos mouses de cinco pontas, joysticks, leitores de movimento a laser, pedais, rotativos e toda uma infinidade de dispositivos encontrados no mercado ou desenvolvidos para atingir uma finalidade terapêutica específica).

Rotinas corporais de pacientes e terapeutas devem ser consideradas tendo em vista a interação com o objeto. A ideia de “corpo médio” ou “padrão ideal” que comumente vemos associada às pesquisas ergonômicas fazem menor sentido no contexto das

terapias assistivas que pressupõem adequação, flexibilidade e adaptabilidade ao tratamento, verificando em primeiro plano se os equipamentos, e o espaço físico no qual estão inseridos, estão adequados ao corpo e à motricidade do paciente. Isso significa que, no contexto das terapias assistivas, a ergonomia não deve voltar-se cegamente para um “tipo” ou “modelo universal”, mas antes considerar individualmente cada contexto e partir de suas especificidades.

## 2. Consistência interna e padronização de feedbacks

Os itens visualizados e sonorizados devem possuir um padrão. Do mesmo modo, os comandos devem possuir uma regularidade quando acionados, provendo uma lógica de ação constante, esforçando-se por construir uma gramática de itens que possa ser reconhecida pelos usuários. Isso contribui para uma melhor experiência e para facilitação do aprendizado em relação ao uso do sistema (NORMAN; NIELSEN, 2010). Comandos que se comportam irregularmente e não respondam quando acionados, ou que tenham funções diferentes de um padrão interno que se estabeleça, conduzirão a uma avaliação ruim da experiência por parte do usuário, por gerar uma dificuldade de aprendizado, causando incômodos durante o manejo e a conseqüente recusa por parte do usuário, impossibilitando que os objetivos de uso sejam alcançados. Tanto melhor é o sistema quanto melhor for capaz de alimentar o usuário com feedbacks (sinais visuais ou sonoros em resposta a comandos quando são acionados) que possam contribuir para a memorização de rotinas e para a aprendizagem do uso. No caso das tecnologias assistivas, o uso de feedbacks – além de reforçar a consistência das funções, itens e comandos – pode auxiliar pacientes e terapeutas quanto aos passos e procedimentos da terapia em curso.

## 3. Legibilidade e visibilidade

Todo sistema deve ser concebido para que os elementos de interface sejam claramente distinguíveis visual e sonoramente. Nesse sentido, falamos em legibilidade visual e sonora. As interfaces de tecnologias assistivas não são, portanto, campo para a experimentação artística. E não devem ser construídas tendo em vista o gosto do programador, do designer gráfico ou do sonorizador. No caso do uso de texto, devem ser observadas regras tipográficas já estabelecidas e testadas com letras em tamanhos facilmente visualizáveis. Distinções de cores também devem aparecer de modo marcado e sem margem a confusões por proximidade de espectro. Deve-se prever que o sistema poderá ser utilizado por pessoas com cegueira para cores ou planejar opções de visualização para daltônicos de diferentes tipos<sup>4</sup>.

Itens com funcionalidade devem estar sempre visíveis e itens sem funcionalidade não devem aparecer – algo que impacta todos os fatores envolvidos na usabilidade, influenciando os níveis de eficácia, eficiência, segurança, facilidade de memorização, facilidade de aprendizado, satisfação do usuário e taxa de erros.

Numa mesma interface não pode haver opções apresentadas de uma só vez ou dispostas de forma confusa, o que não favorece as diretrizes de acessibilidades e, por conseqüência, atrapalha a usabilidade. Tal organização é um aspecto importante na construção de interfaces. Norman e Nielsen (2010) apontam problemas desse tipo nas interfaces de novos aplicativos para telefones móveis indicando deficiências nesses itens que comprometem o desempenho do usuário e dificultam a aprendizagem de uso e a memorização de rotinas de navegação – o que retoma a importância do estabelecimento de padrões e da consistência interna do sistema.

<sup>4</sup> Para uma apresentação rápida sobre cegueira para cores, ver Cassan (2010); para um estudo de base fisiológica mais aprofundado, ver Gegenfurtner e Sharpe (2001). Alguns testes para daltonismo (nos padrões do modelo de Ishihara) podem ser difíceis de encontrar na web.



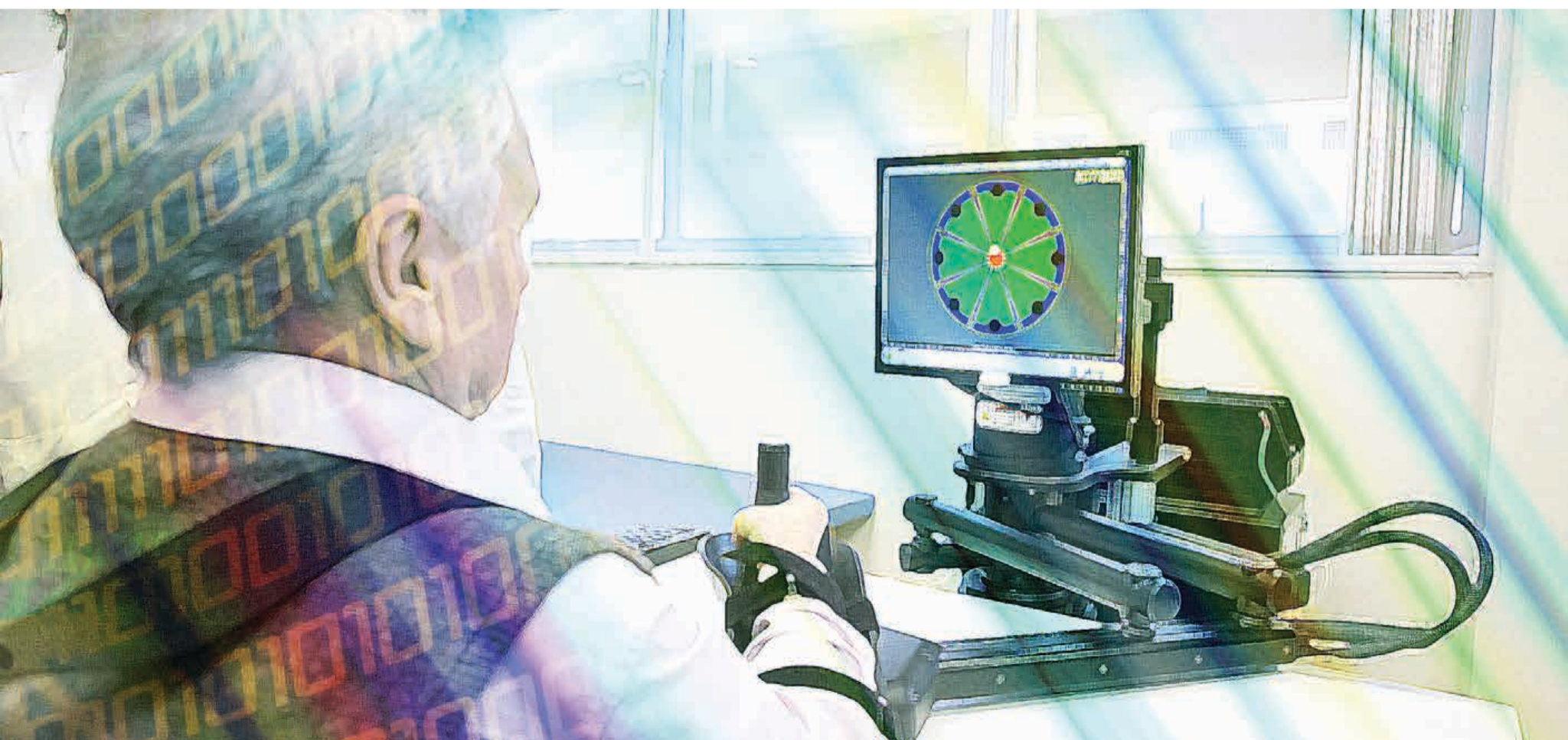
#### 4. Níveis de interação, autonomia e uso assistido

Sabemos que um sistema pode ser desenvolvido para fins terapêuticos cognitivos ou motores. No que diz respeito ao uso motor, um dos cuidados que se deve tomar ao desenvolver um sistema para uso assistivo é o de não confundir o objetivo terapêutico com a ideia de “naturalidade”. Um sistema não deve ser construído para reproduzir a naturalidade dos gestos, mas para atender às necessidades terapêuticas às quais se destina, com rotinas e processos bem definidos para a reabilitação e o treinamento motor – que devem ser indicados pelo profissional da saúde responsável pelo acompanhamento e pela supervisão do projeto. Não é possível criar sistemas para terapia assistiva sem a constante presença de um profissional da saúde.

Ainda que se queira reabilitar, por exemplo, uma pessoa à atividade motora de se movimentar apoiando-se nos próprios pés – sendo a atividade de andar algo que mais facilmente poderíamos considerar como “natural” –, o sistema deve ser concebido não para ajudar a reproduzir a naturalidade do gesto, mas para que possa, após treinamento, chegar a desempenhar uma tarefa. Aquilo que pessoas sem necessidade de terapia considerariam natural não pode ser considerado natural para quem está sob terapia, já que a “naturalidade” muda de forma no contexto da reabilitação. A própria ideia de “naturalidade” é uma artificialidade e deve ser vista com desconfiança na operação de sistemas informáticos. Norman e Nielsen (2010) examinam com cuidado os problemas e equívocos que o conceito de naturalidade trouxe para a usabilidade de interfaces e sistemas.

Outro ponto de atenção deve recair sobre as rotinas de interação e procedimentos de contato. A interação homem-máquina, comumente considerada para elaboração de sistemas, deve ser tomada de modo ampliado. Não se trata de um indivíduo isolado em contato com uma interface, mas de uma rede de relações que envolvem papéis diferentes desempenhados por dois indivíduos distintos: paciente e terapeuta.

Ainda que a tecnologia assistiva possa estar disponível ao paciente para uso autônomo – propiciando, dentro dos limites fisiológicos ou cognitivos do paciente, o uso sem interferência direta do terapeuta –, é necessário sempre prever uma relação com os três



atores: a tecnologia com seu sistema e periféricos, o paciente e o terapeuta. Assim, é preciso considerar diferentes níveis de interação e integração com o sistema, em distintos processos: do paciente com a tecnologia digital (software), do paciente com a interface física (hardware e mobiliário), do paciente com o terapeuta, do terapeuta com o sistema (software e hardware). Algumas tecnologias assistivas só fazem sentido se inseridas numa sociabilidade ou de modo compartilhado, numa presença social representada primeiro na figura do terapeuta, como é o caso de um sistema de suporte à comunicação desenvolvido para pacientes com lesão neurológica severa. São situações em que se pode controlar um cursor digital e selecionar letras do alfabeto sem fazer uso da voz ou das mãos, mas utilizando apenas os movimentos de piscar os olhos – único movimento voluntário disponível ao paciente (HORI; SAKANO; SAITOH, 2004). Como se trata de um dispositivo de comunicação entre seres humanos, seu uso só acontece plenamente quando há a vivência partilhada no referido contexto de sociabilidade.

### 5. Adaptação

A concepção dos sistemas deve prever o uso adaptado bem como a possibilidade de customização. Sistemas assistivos não devem ser pensados como um produto de massa padronizado para venda em larga escala. Mesmo artefatos como cadeiras de rodas são projetados prevendo seu uso por pessoas de diferentes conformações corporais, sendo alguns modelos mais adequados que outros. Embora a personalização represente um desafio técnico e de produção, não é um equívoco considerá-la na montagem de sistemas com uso terapêutico.

No caso de interfaces visuais, é preciso considerar, como já indicamos, o uso de cores que sejam discriminadas por pacientes com deficiência visual, parcial ou daltonismo. A operação dos sistemas não deve ser concebida sem os periféricos de operação, assim, deve-se observar, por exemplo, normas para adaptação do uso de *mouses* sem utilização de apontadores, sistema com dispositivo de saída de dados por terminal braille ou compatível com emissor de áudio em software leitor de tela (MARI, 2011).

É preciso pensar no tipo de interação pretendida. O uso de teclados virtuais facilita o acesso a ferramentas de textos (TOPAL et al., 2012), mas talvez possa não contribuir perfeitamente para atividades de manejar imagens – para as quais um joystick poderia ser um periférico mais convidativo. A qualidade e o tipo de informações e de tarefas envolvidas na terapia assistiva orientam não apenas as interfaces gráficas e as lógicas digitais inerentes à construção de softwares, mas também ao uso, adaptação ou mesmo construção de hardwares que funcionem como periféricos de entrada e saída com os quais se dará a interação com a tecnologia assistiva.

### 6. Acessibilidade

A acessibilidade refere-se às características de um produto para que ele possa ser flexível a ponto de atender um maior número de pessoas. Em geral, recorre-se ao uso do termo acessibilidade quando se quer indicar um modo de prover acesso a um bem social para alguém que tenha alguma limitação física e/ou fisiológica. No Brasil, a lei 10.048, com posterior regulamentação pelo decreto 5.296, define a acessibilidade como condição para utilização segura de vias públicas, espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, meios de transporte de uso coletivo, meios de comunicação e sistemas de informação por parte de todas as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Quando nos referimos ao uso de tecnologias que envolvem softwares e sistemas computacionais, é comum encontrarmos o termo **acessibilidade digital**. Nesse contexto, a acessibilidade pode ser compreendida como um conjunto de características de en-



trada ou saída dos sistemas que permita a um usuário ou um grupo de pessoas a plena e correta utilização dos sistemas e dispositivos (FEDERICI et al., 2005).

Tornar conteúdos da internet e de outras esferas digitais e não digitais acessíveis para pessoas com deficiências visuais e de outros tipos é uma intenção cada vez mais crescente. Legislações de muitos países têm sido escritas tendo em vista a realização desse objetivo. O uso de ambientes virtuais ou digitais – sobretudo os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) – podem e vêm contribuindo para tornar conteúdos e informações cada vez mais acessíveis para todas as pessoas, independentemente de suas necessidades. O uso desses sistemas traz à tona a discussão sobre como realmente permitir acessibilidade por meio do uso da mídia eletrônica, obrigando-nos à discussão sobre critérios e práticas de usabilidade, sobretudo no que diz respeito a pessoas com alguma limitação cognitiva ou motora, o que, mais uma vez, nos conduz à questão da ergonomia.

De acordo com o censo de 2010, 23,9% da população brasileira foi identificada com algum tipo de deficiência. Se entendemos que o acesso às tecnologias digitais é algo socialmente importante e traz benefícios aos indivíduos, é importante que os artefatos desenvolvidos e projetados no meio computacional sigam, além de normas de usabilidade, normas de acessibilidade, possibilitando aos indivíduos, independentemente de quem sejam, o usufruto dos benefícios da vida em sociedade (NICHOLL, 2001; NBR 9050, 1994).

Dinâmicas globalizadas contribuíram para que sejam construídos softwares universalmente aceitos por todos os usuários. É um desafio para os designers preencher as lacunas de uso existentes a partir do conhecimento que se tem dos usuários, para tentar chegar ao que se tem chamado de Desenho Universal. Apesar de existirem diretrizes e normas para o desenvolvimento de um software acessível para pessoas com deficiência, não há nenhum tipo de garantia de que o produto final será adequado para o indivíduo real que tem uma deficiência específica (KELLER et al., 2001). Cumpre lembrar as exigências quanto à adaptabilidade, agora compreendida não apenas como manejo ergonômico, mas também como manejo cultural. Sempre que pensarmos no uso de objetos construídos a partir da perspectiva de um Desenho Universal, temos de considerá-los num contexto globalizado, envolvendo diferentes povos, normas sociais e culturas – o que torna o desafio ainda maior.

O que ocorre muitas vezes é uma normatização técnica apenas dos padrões de acessibilidade que não priorizam e não verificam a usabilidade do produto junto ao usuário final real. Isso acaba por se traduzir mais tarde em uma insatisfação do usuário, pois o produto, ainda que atenda a normas da legislação, não atende às necessidades da pessoa com deficiência que as vai utilizar, levando a uma diminuição significativa do número de usuários e ao desinteresse dos terapeutas em relação à tecnologia. Uma ação que pudesse equilibrar estas duas áreas – desenvolvimento e terapia – poderia minimizar problemas relacionados ao uso e difusão dos produtos (PUHRETMAIR; MIESENBERGER, 2005).

Colaborando com esta perspectiva, temos a tecnologia assistiva entendida como recurso, que além de trazer benefícios e melhorias à qualidade de vida das pessoas com deficiência, pode contribuir para a melhoria da vida das pessoas em diferentes situações e espaços, para além da perspectiva clínica ou mesmo terapêutica (KING, 1999; BARNES; TURNER, 2001; BERSCH, 2007 apud PELOSI; NUNES, 2009).

**A Tecnologia Assistiva é uma área de conhecimento que abrange recursos e serviços com o objetivo de proporcionar maior qualidade de vida aos indivíduos com perdas funcionais advindas de deficiência ou como resultado do processo de envelhecimento. A Tecnologia Assistiva engloba áreas como mobilidade alternativa como**



cadeira de rodas e andadores, a adequação postural com o posicionamento adequado do aluno na carteira da escola, a Comunicação Alternativa e Ampliada, o acesso ao computador e suas adaptações, acessibilidade dos ambientes, a adaptação de atividades escolares, adaptação de equipamentos de lazer e recreação e o transporte adaptado (KING, 1999; BARNES; TURNER, 2001; BERSCH; PELOSI, 2008).

Com o intuito de incentivar e aumentar o grau de usabilidade e acessibilidade na web, a W3C criou a WAI (Web Accessibility Initiative), que, mediante a busca por sites acessíveis, acabou por estabelecer normas padronizadas que hoje são a base de legislações de vários países (WAI, 2000).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas criou um comitê que ficou responsável por analisar as diferentes normas de vários países, com o objetivo de elaborar um documento padronizado baseado no W3C/WAI constituindo um Modelo de Acessibilidade Brasileiro (e-MAG) com a função de oferecer parâmetros para a construção de sites acessíveis (FERREIRA; NUNES, 2008).

Aspectos como acessibilidade e usabilidade são imprescindíveis para o desenvolvimento de tecnologias que visem, de modo sério e responsável, o acesso de pessoas independentemente de suas limitações (SILVA, 2010).

### Discussão

Os sistemas de informação não só incluem como elemento o homem, mas oferecem a ele uma oportunidade de interação disponibilizando meios ou linguagens que têm como objetivo suprir algumas de suas necessidades (PRESSMAN, 1995). Para que esse sistema possa ser considerado interativo, ele deve, intuitivamente, permitir a realização de tarefas como comunicação, diálogo e controle. Nessa direção é que se fundamenta parte do trabalho do profissional da saúde – sobretudo o do terapeuta ocupacional e do



fisioterapeuta –, ao indicar ou sugerir, durante o tratamento, o uso de um produto de tecnologia assistiva baseado em uma interface digital. O objetivo não se realiza se não for possível garantir que sejam seguidas normas de acessibilidade digital ou sem que se façam estudos de usabilidade do produto.

A ABNT, ao criar um padrão como o do W3C, resolveu um dos problemas que era a falta de diretrizes para a produção específica de sites acessíveis, mas o que ainda falta são estudos que possibilitem maior participação do usuário final – como apontam Burns e colegas (2008) – e que comprovem satisfação do usuário ao utilizar produtos de diferentes tipos, relatando quais foram as reais dificuldades encontradas – e, principalmente, se foram consideradas as características de uma pessoa com deficiência. Isso só é possível, no caso das tecnologias assistivas, se for feito no contexto das práticas terapêuticas – o que encorajamos que seja feito.

Outro ponto a ser considerado refere-se ao próprio designer do produto tecnológico, aquele que fica a cargo de desenvolver o aparato em si. Seria importante aproximá-lo da realidade apresentada pela pessoa com deficiência, fazendo-o participar do seu cotidiano para que possa, assim, entender quais são as necessidades prioritárias de aprimoramento das ferramentas e aplicativos tecnológicos.

Autores como Hayashi et al. (2009) chegam a apontar a importância de começarem a introduzir estudos que permitam avançar além das questões frequentemente analisadas em estudos de usabilidade e de normas de acessibilidade, para que possamos contemplar o aspecto denominado *afetividade*, diretamente ligado à motivação deste outro tipo de usuário, que precisa ser cada vez mais conhecido pelos designers.

Assim, a tecnologia assistiva, como prática de grande parte de profissionais, serve como orientador metodológico e prático para a organização e acompanhamento das adaptações realizadas para o usuário em âmbito mais individualizado, sendo possível, por meio dela, pensar, planejar, estruturar e executar um objeto tecnológico que venha a fazer parte da rotina de vida do usuário – além de proporcionar o acesso a sistemas interativos, softwares e equipamentos tecnológicos por meio da acessibilidade digital (BIDARRA; BOSCARIOLI; RIZZI, 2009).

Parece haver uma falta de documentos que sirvam como norteadores ou que possam prestar algum auxílio a profissionais envolvidos com o desenvolvimento de tecnologias assistivas. Embora as lacunas sejam muitas, acreditamos que a publicação de relatos de experiências com o uso de tecnologia assistiva, feitos por profissionais diretamente envolvidos com a aplicação terapêutica, contribuiria para a criação e a circulação de um repertório de ações e estratégias entre terapeutas que fazem uso de tecnologias assistivas e muitas vezes encontram o desafio de personalizá-las e adequá-las. Com o desejo de dar alguma contribuição à discussão em torno das tecnologias usadas para fins terapêuticos, oferecendo alguns elementos para a reflexão de elaboradores e utilizadores de tecnologias digitais no âmbito das terapias assistivas, é que escrevemos este artigo.

### Referências bibliográficas

BARNES, K. J.; TURNER, K. D. Team collaborative practices between teachers and occupational therapist. *The American Journal of Occupational Therapy*, v.55, n.1, p. 83-9, 2001.

BERSH, R. C. R.; PELOSI, M. B. Portal para ajudas técnicas. Tecnologia Assistiva: recursos de acessibilidade ao computador. Brasília: MEC/SEESP/ABPEE, 2007.



BIDARRA, J.; BOSCARIOLI, C.; RIZZI, C. B. xLupa – um ampliador de tela com interface adaptativa para pessoas com baixa visão. In: MELO, A. M.; PICCOLO, L. S. G.; ÁVILA, I. M. A.; TAMBASCIA, C. A. (Org.). *Usabilidade, acessibilidade e inteligibilidade aplicadas em interfaces para analfabetos, idosos e pessoas com deficiência: Resultados do workshop*. Campinas: CPqD, 2009. p. 23-30.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000. Estabelece prioridade de atendimento a pessoas portadoras de deficiência, idosos, gestantes, lactantes e com crianças de colo.

BURNS, W.P., Nugent, C.D., McCullagh, P.J., Zheng, H., Finlay, D.D., Davies, R.J., Donnelly, M.P., Black, N.D.. Personalisation and Configuration of assistive technologies. 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vancouver, BC, 2008, pp. 3304-3307.

CAÑAS, José Juan; WAERNS, Yvonne. *Ergonomía Cognitiva: Aspectos Psicológicos de la interacción de las personas con la tecnología de la información*. Madrid: Editorial Medica Panamericana, 2001.

CASSAN, Adolf. Daltonismo: ceguera a los colores. *Compartir - Revista de Cooperativismo Sanitário*, n. 77, p. 6-7, 2010. Disponível em: <[http://www.fundacionespriu.coop/pfw\\_files/cma/articulos/20103113172306-07\\_salut\\_77\\_cast.pdf](http://www.fundacionespriu.coop/pfw_files/cma/articulos/20103113172306-07_salut_77_cast.pdf)>. Acesso em: 1º jun. 2013.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M.; HUSSEY, S. M. *Cook & Hussey's Assistive technologies: Principles and practice*. 3. ed. Little Rock, MO: Mosby Elsevier, 2008.

FEDERICI, S. et al. Checking an integrated model of web accessibility and usability evaluation for disabled people. *Disability and Rehabilitation*, v. 27, n. 13, p. 781-790, 2005.

FERREIRA, S. B. L.; NUNES, R. R. *e-Usabilidade*. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

\_\_\_\_\_; SILVEIRA, D. S.; NUNES, R. R.; PASTOR, H. S. Tornando os requisitos de usabilidade mais aderentes às diretrizes de acessibilidade. In: MELO, A. M.; PICCOLO, L. S. G.; ÁVILA, I. M. A.; TAMBASCIA, C. A. (Org.). *Usabilidade, acessibilidade e inteligibilidade aplicadas em interfaces para analfabetos, idosos e pessoas com deficiência: Resultados do workshop*. Campinas: CPqD, 2009. p. 43-54.

GEGENFURTNER, K. R.; SHARPE, L. T. *Color vision: from genes to perception*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

GOMES FILHO, J. *Ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura ergonômica*. São Paulo: Escrituras, 2003.

HAYASHI, E.; NERIS, V.; BARANAUSKAS, C.; MARTINS, M. C.; PICCOLO, L.; COSTA, R. Avaliando a qualidade afetiva de sistemas computacionais interativos no cenário brasileiro. In: MELO, A. M.; PICCOLO, L. S. G.; ÁVILA, I. M. A.; TAMBASCIA, C. A. (Org.). *Usabilidade, acessibilidade e inteligibilidade aplicadas em interfaces para analfabetos, idosos e pessoas com deficiência: Resultados do workshop*. Campinas: CPqD, 2009. p. 55-62.

HORI, J.; SAKANO, K.; SAITOH, Y. *Development of communication supporting device controlled by eye movements and voluntary eye blink*. *Engineering in Medicine and Biology Society. 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, vol.2, n 1-5, Sept. 2004, pp.4302-4305*

KELLER, S.; BRAITHWAITE, R.; OWENS, J.; SMITH, K. *Towards universal accessibility: Including users with a disability in the design process*, ACIS 2001 Proceedings, 2001.

KING, T.W. *Assistive technology - essential human factors*. Boston: Allyn and Bacon, 1999.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARI, C. M. M. *Avaliação da acessibilidade e da usabilidade de um modelo de ambiente virtual de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

NBR 9050. *Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamento urbanos*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NICHOLL, A. R. J. O ambiente que promove a inclusão: conceitos de acessibilidade e usabilidade. *Revista Assentamentos Humanos*, Marília, v. 3, n. 2, p. 49-60, 2001.

NIELSEN, J. *Usability engineering*. San Diego, CA: Academic Press, Elsevier, 1993.

NORMAN, D. A.; NIELSEN, J. Gestural interfaces: a step backward in usability. *Interactions*, set./out. 2010. Disponível em: <[http://www.jnd.org/dn.mss/gestural\\_interfaces\\_a\\_step\\_backwards\\_in\\_usability\\_6.html](http://www.jnd.org/dn.mss/gestural_interfaces_a_step_backwards_in_usability_6.html)>. Acesso em: 1º jun. 2013.

PELOSI, Miryam Bonadiu; NUNES, Leila Regina d'Oliveira de Paula. Caracterização dos professores itinerantes, suas ações na área de tecnologia assistiva e seu papel como agente de inclusão escolar. *Rev. bras. educ. espec.*, Marília, v. 15, n. 1, p. 141-154, Apr. 2009.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Design de interação: Além da interação homem-computador*. London: Bookman, 2002.

PRESSMAN, R. S.. Engenharia de Software. Makron Books. São Paulo, 1995.

PUHRETMAIR, F.; MIESENBERGER, K. Making sense of accessibility in IT design - usable accessibility vs. accessible usability. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS, 60, 2005, P. 861-865.

SANTAROSA, L. M. C. "ESCOLA VIRTUAL" PARA A EDUCAÇÃO ESPECIAL: AMBIENTES DE APRENDIZAGEM TELEMÁTICOS COOPERATIVOS COMO ALTERNATIVA DE DESENVOLVIMENTO. *REVISTA DE INFORMÁTICA EDUCATIVA*, BOGOTÁ: UNIANDES, V. 10, N. 1, P. 115-138, 1997.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. *Designing the user interface: Strategies for effective human-Computer Interaction*. 5. ed. New York: Prentice Hall, 2009

SILVA, A. L. da. Comparative analysis of accessibility for blind digital environments for learning management for distance education. In: IBERIAN CONFERENCE, 5, 2010, INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI), 2010, P. 1-5.

SMITH, R. O. MEASURING THE OUTCOMES OF ASSISTIVE TECHNOLOGY: CHALLENGE AND INNOVATION. *ASSISTIVE TECHNOLOGY*, V. 8, P. 71-81, 1996.

TOPAL, C., BENLIGIRAY, B. AND AKINLAR, C. ON THE EFFICIENCY ISSUES OF VIRTUAL KEYBOARD DESIGN. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL ENVIRONMENTS HUMAN-COMPUTER INTERFACES AND MEASUREMENT SYSTEMS (VECIMS), TIANJIN, 2-4 JULY 2012, 38-42.

WAI. Web Content Accessibility Guidelines 1.0. In: World Wide Web Consortium website, 2000. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>

Imagens: Rovená Rosa/Fotos Públicas (29/01/2016), Alexandre Moreira/Fotos Públicas (03/05/2014), Fernando Pereira/Fotos Públicas (28/08/2014), [www.freeimages.com](http://www.freeimages.com) e [www.rgbstock.com](http://www.rgbstock.com)