

Artigo 2

TEMA
INFORMÁTICA

Cegos, computador, desenho

José Antonio Borges, M.Sc.
Leo Roberto Jensen, M.Sc.

RESUMO

Este texto mostra os diversos aspectos de um sistema computacional que permite a criação e edição de desenhos geométricos para pessoas cegas.

ABSTRACT

This text shows distinct aspects of a computer system that allows blind people to create and edit simple geometric drawings.

T e c n o l o g i a s v o l t a d a s p a r a d e f i c i e n t e s v i s u a i s

O final deste século marca para os deficientes visuais a sucessiva quebra de barreiras milenares de exclusão e segregação, nas quais estes indivíduos eram abandonados à sua própria sorte ou isolados em instituições especializadas. A chave principal para esta evolução é a *tecnologia*, a ser aplicada para superar as barreiras anátomo-fisiológicas, através de um sem-número de técnicas e aparelhagens específicas. O desenvolvimento de inúmeras técnicas e artefatos tecnológicos para deficientes acompanhou toda a década passada nos países de primeiro mundo, resultado provável da pressão popular em favor destes indivíduos (Sasaki, 1997).

Os deficientes visuais talvez tenham sido os mais beneficiados pela tecnologia, em especial de computação. Hoje, com a ajuda de computadores, scanners, impressoras e outros equipamentos, um cego é capaz de “escrever e ser lido, e ler o que os outros escreveram”. A vertente brasileira desta tecnologia é o projeto DOSVOX (Borges, 1996), sistema de computação baseado em síntese de fala que permitiu o acesso ao computador a mais de 3000 pessoas cegas no Brasil, eliminando sérias restrições para comunicação com pessoas não cegas, e que foi a base de construção para o presente projeto.

Um cego conseguiria desenhar e ler um desenho já criado?

Primeiramente devemos nos perguntar se isso é importante. Na verdade, o desenho é um complemento importante da informação escrita. Quanto mais técnico for o que se deseja descrever (como estudos de física, estatística ou economia), mais o desenho se firma como uma linguagem gráfica muito bem especificada e padronizada, estabelecida para atingir todas as fases de projeto, no qual “elaboradores e executores se expressam e registram idéias e dados para a construção de máquinas, estruturas e projetos em geral.” (Jensen, 1998).

Em segundo lugar, devemos pesquisar se existe tecnologia que permita que o cego produza o desenho e depois consiga lê-lo. Não existem muitos meios, na verdade, para nenhuma dessas duas situações. Para produzir e aprender a desenhar, existem “à disposição do cego” (entre aspas porque muito poucos locais os têm) os seguintes dispositivos (www.dinf.org):

1. Folha de plástico na qual, ao se escrever, se obtém um relevo (German Paper)
2. Painel de preguinhos em que se “desenha” com elásticos (usado para ensinar geometria)
3. Impressora de pontos Braille
4. Plástico estufável por calor. Um desenho é criado em tinta escura sobre este plástico (por exemplo utilizando-se uma impressora de jato de tinta) que ao ser submetido ao calor estufa as regiões escritas.
5. Plástico deformante para cópia de papéis com relevo (ThermoForm) – uma vez que se tenha algum material com relevo ele pode ser duplicado através deste processo. O problema é gerar o papel original com relevo. O papel estufável não pode ser reproduzido por ThermoForm¹.

Como se percebe facilmente, apenas (2) e (5) são os dispositivos adequados para uso com computador. Alguns permitem apenas a leitura, outros apenas a escrita, em alguns casos indireta, ou com interveniência de outros dispositivos. O primeiro deles é o único que tem sido usado amplamente em salas de aula, mas não pode ser usado em conjunto com o computador por questões mecânicas.

Em terceiro lugar, devemos questionar se dado um desenho já criado, seria possível que um cego conseguisse saber o que aí está representado. O cego não é, normalmente, treinado no reconhecimento de elementos gráficos. Uma silhueta tátil de quadrado ou circunferência não apresentaria maiores dificuldades. Entretanto, se apresentarmos silhuetas ou projeções de objetos tridimensionais, por exemplo, o contorno de um cachorro ou de uma casinha, em relevo, a pessoa cega provavelmente não saberá o que é, especialmente porque a identificação da projeção tridimensional para bidimensional (que é a base do desenho ou foto) não possui referências cerebrais, que só são obtíveis através do processo de visão.

O interesse do uso de desenho por cegos, entretanto, transcende em muito a representação de objetos. Por exemplo, a representação de dados estatísticos na forma de histogramas ou a compreensão dos conceitos geométricos são muito mais importantes.

Por último, devemos nos questionar sobre o que já foi feito no sentido de computadorizar as tarefas de desenho para uso por deficientes visuais. Na verdade, muito pouco foi feito ou publicado. Após uma intensa busca, as únicas referências razoáveis que encontramos sobre o assunto são o trabalho de Kurze na Alemanha (Kurze, 1995) e Garder (Garder, 1998) nos Estados Unidos. Os primeiros resultados de pesquisas sobre a área começaram a ser publicados muito recentemente e são superficiais do ponto de vista tecnológico, valorizando no texto apenas aspectos de interface homem-máquina. Para uma visão geral sobre o avanço desta área podemos referir-nos aos anais do (ICEVI'98).²

E m d i r e ç ã o à a c e s s i b i l i d a d e d e c e g o s a o d e s e n h o

A proposta básica desta pesquisa é permitir que uma pessoa cega possa se exprimir graficamente e entender representações gráficas na maior amplitude possível, com o auxílio de programas de computação, criados especificamente para este fim e usando a tecnologia de interação sonora existente no sistema DOSVOX. As novas soluções criadas também podem ser integradas ao processo de ensino corrente.

Para atingir este objetivo maior, três etapas do projeto foram vislumbradas:

A) EXPLORAÇÃO DOS MECANISMOS DE ENTRADA E SAÍDA DE DADOS GRÁFICOS E DE PROGRAMAS DE INTERPRETAÇÃO GRÁFICA E SUA ADEQUAÇÃO A PESSOAS CEGAS.

Nesta fase, são exploradas algumas técnicas fundamentais de entrada de dados, inseridos em programas criados especialmente para este fim. Estas técnicas devem então ser aplicadas a usuários de nível médio, com conhecimentos básicos matemáticos e geométricos. A idéia é ter uma vivência dos limites de expressividade das técnicas de entrada de dados e das técnicas interativas utilizadas.

B) APLICAÇÃO DO PROGRAMA E DAS TÉCNICAS A USUÁRIOS DE DISTINTAS FAIXAS ETÁRIAS

Busca-se nesta fase propiciar o ensino/entendimento do desenho das figuras geométricas básicas, incluídos aí os segmentos de reta, ângulos, triângulos, quadriláteros, polígonos e elementos curvos tais como círculos e elipses. A partir deste entendimento, buscam-se caminhos de hierarquização de raciocínio e de construção gráfica, criando uma alternativa metodológica para o ensino gráfico para cegos.

C) EXPLORAÇÃO DE LIMITES MAIS AMPLOS DE DESENHO

A idéia aqui é explorar os conceitos geométricos mais complexos, através de feedback criado pelos próprios desenhos dos alunos. Entre os principais conceitos previstos estão os tradicionais de geometria (baricentro, mediana, perímetro etc.) e possivelmente a planarização de figuras tridimensionais.

D i f i c u l d a d e s p a r a u m c e g o c r i a r d e s e n h o s n o c o m p u t a d o r e s u a i n f l u ê n c i a s o b r e o s p r o g r a m a s c r i a d o s n e s t e p r o j e t o

A maior parte dos sistemas de CAD (Computer Aided Design, desenho auxiliado por computador) para pessoas que enxergam é baseada na interação tipo “WYSIWYG” (“what you see is what you get”, o que você vê é o que se obtém), mostrando na tela o resultado gráfico à medida que ele vai sendo produzido. A maior parte dos programas permite os seguintes modos de posicionamento e referência de elementos:

1. direto, através do cursor;
2. através da especificação em coordenadas cartesianas ou polares;
3. através do posicionamento (cartesiano ou polar) em relação a elementos já existentes;
4. através de algoritmos, em que uma função matemática calcula a posição do elemento desejado;
5. funções para múltiplo posicionamento, no qual diversas figuras são introduzidas (por exemplo, formando uma malha retangular ou circular de elementos).

Todos esses programas também trabalham com a possibilidade de criar uma “biblioteca de símbolos”, em que pequenos desenhos prontos são simplesmente colados ao executar-se a operação com o editor. Um editor gráfico voltado para desenhos de cozinhas, por exemplo, já traz o desenho de fogões, geladeiras, mesas etc. prontos para serem utilizados.

Ao aplicar os mesmos modos de posicionamento de elementos e características operacionais convencionais de CAD aos programas protótipos que serviram de base para os primeiros experimentos, pudemos vivenciar algumas dificuldades fundamentais, antes inimaginadas:

A) A INTERFACE NATURAL DE POSICIONAMENTO DE UMA PESSOA CEGA

Para um cego, a interface natural de localização de objetos é tipicamente relativista. Por exemplo: um cego, ao procurar um objeto numa mesa, orienta-se com as mãos, tateando; ao contrário do vidente, que efetua esta procura de forma bidimensional (ou tridimensional) com o auxílio da visão, encontrando o objeto. Estas relações relativísticas, tais como “está do lado direito de” ou “está perto de” são absolutamente triviais. Assim, qualquer especificação de posicionamento no sistema de entrada de dados, ao respeitar estas características, ou seja, maximizar o posicionamento relativo de objetos (evitando ao máximo o posicionamento), estará melhorando a comunicação do cego com o sistema.

B) A DIFICULDADE DO POSICIONAMENTO USANDO FEEDBACK DO CURSOR

Por razões óbvias, o posicionamento através da visualização do cursor é inviável, bem como a utilização convencional do mouse. Entretanto, caso seja possível mover-se o cursor usando um dispositivo em que seja possível especificar um passo unitário (por exemplo, as setas do teclado), se torna viável a entrada de dados usando o cursor (que neste caso é apenas um item de referência, com possível feedback sonoro de posição).

C) COMO SABER SE O OBJETO DESENHADO ESTÁ DE ACORDO COM O DESEJADO

Uma vez estando o desenho registrado, de alguma forma, na memória do computador, existem duas formas de reconhecimento pelo cego. A primeira, óbvia, é copiar todo o desenho para um dispositivo de exibição tátil bidimensional (por exemplo, um papel com relevos, como uma folha gerada em impressora Braille), na qual todas as linhas do desenho sejam recobertas pelos pontinhos de pseudo-caracteres Braille.

A segunda forma é um tipo de feedback auditivo controlado por um dispositivo de reconhecimento posicional bidimensional (tela *touch-screen*, por exemplo); o desenho é colocado na tela e o cego passeia o dedo sobre ela. Ao passar o dedo sobre alguma coisa desenhada, o computador pode falar algo que identifique o elemento selecionado.

C a r a c t e r í s t i c a s i n t e r a t i v a s d o e d i t o r g r á f i c o D E S E N V O X

Mostraremos a seguir os detalhes técnicos da implementação de um editor de desenhos para cegos, chamado DESENVOX, criado como resultado dessa pesquisa. Sua base de interação com o usuário é a síntese de voz, herdada do sistema DOSVOX. Todas as mensagens do sistema são gravadas ou sintetizadas, e toda entrada feita através do teclado, com feedback sonoro, permitindo, assim, que uma pessoa cega utilize o programa sem maiores problemas.

A edição interativa de um desenho pode ser imaginada, simplificada, como envolvendo:

1. a colocação de diversos elementos sobre um painel planar, em coordenadas selecionadas interativamente;
2. modificações posteriores sobre estes elementos;

A colocação do elemento envolve basicamente um processo de informar as coordenadas do objeto e, portanto, na pior hipótese, bastaria informar as coordenadas cartesianas. Modificar o elemento, entretanto, é mais complicado: é necessário localizar o elemento desejado dentre os existentes.

Num editor gráfico para pessoas que enxergam, o usuário aponta com o mouse (ou outro dispositivo de apontar) a tela onde está desenhado o elemento desejado. O programa, nesta hora, recebe a coordenada (x, y) em que o mouse foi acionado, e varre uma lista interna de elementos, comparando item a item as coordenadas de cada elemento com a coordenada gerada pelo mouse. Este procedimento, entretanto, é inviável para a pessoa cega. Desta forma, é necessário substituir a busca de elementos por alguma outra alternativa. As formas de interação adotadas no programa DESENVOX se baseiam nas seguintes premissas:

1. o usuário pode interagir diretamente com a lista de elementos criados, selecionando dali, através de folheamento, usando as setas do teclado, os elementos desejados;
2. cada elemento pode receber um nome particular. É usual nomearem-se apenas os elementos mais importantes do desenho, seja pela sua posição estratégica ou pela importância referencial;

3. todas as informações mensuráveis de um elemento (suas coordenadas ou sua altura, por exemplo) também podem fazer referência a um outro elemento da lista pelo seu nome. Quando se mudam as características de um elemento (sua posição, por exemplo), todos aqueles elementos que o referenciam também são alterados. Existe a previsão futura de serem utilizadas também referências “frouxas” entre elementos, por exemplo “acima”, “abaixo”, “à direita” e “à esquerda”, em que existe uma heurística de definição dependendo dos elementos envolvidos.

I n t e r f a c e g e r a l d e o p e r a ç ã o d o p r o g r a m a d e e d i ç ã o D E S E N V O X

A) ORGANIZAÇÃO GERAL

Um desenho é criado como sendo um conjunto de figuras. A cada momento, o operador está editando apenas uma figura. Esta forma de organizar simplifica muito a implementação e permite a existência de “bibliotecas de figuras prontas”, que podem ser apenas inseridas na figura atual. Uma vez que a figura esteja pronta, ela também pode ser inserida dentro de outras figuras.

B) INFORMAÇÃO NA TELA

Na nossa visão inclusiva, é importante que a informação introduzida através dos métodos anteriormente citados seja simultaneamente visualizada, pois o professor ou colega do estudante/usuário pode enxergar. Essa visualização pode ser desabilitada, gerando um aspecto semelhante a uma interação com um sistema convencional de menus.

C) ESPECIFICAÇÃO DE COMANDOS

A forma operacional selecionada foi escolhida para ser a mais próxima possível da utilizada no sistema DOSVOX. Assim, o computador oferece a cada momento um leque de opções (um menu) e o usuário seleciona com uma tecla a opção desejada. Se o usuário não sabe quais as opções disponíveis, aperta uma tecla (F1), e estas opções são informadas.

Os menus de alto nível são organizados hierarquicamente, como a seguir:

MENU PRINCIPAL:

- **E – EDITAR;**
- **I – IMPRIMIR;**
- **G – GRAVAR;**
- **N – NOVA FIGURA;**
- **V – ATIVA VISUALIZAÇÃO;**
- **ESC – FIM DO PROGRAMA.**

MENU DE EDIÇÃO:

Selecione a posição do elemento gráfico com as setas, depois teclé:

- **I – DETALHES SOBRE ESTE ELEMENTO;**
- **N – PARA INSERIR NOVO ELEMENTO DEPOIS DESTA;**
- **A – APAGAR O ELEMENTO;**
- **E – EDITAR O ELEMENTO;**
- **R – RENOMEAR O ELEMENTO;**
- **C – CRIAR CLONES DO ELEMENTO;**
- **O – TROCAR A ORDEM DO ELEMENTO NA LISTA;**

- **C – LOCALIZAR ELEMENTO COM CURSOR;**
- **ESC – TERMINAR EDIÇÃO DESTA FIGURA.**

MENU DE SELEÇÃO DE NOVOS ELEMENTOS:

- **M – MARQUINHA;**
- **L – LINHA RETA;**
- **C – CÍRCULO;**
- **R – RETÂNGULO;**
- **P – POLÍGONO REGULAR;**
- **G – POLÍGONO GENÉRICO;**
- **T – TEXTO;**
- **F – FIGURA.**

Nota: Este número de elementos pode ser facilmente expandido, devido à forma de implementação utilizada – orientada a objetos.

D) SELEÇÃO DE ELEMENTOS DA LISTA DE DESENHO

Durante a edição (ou seja, alteração de um desenho), é necessário selecionar o item do desenho que sofrerá alteração, ou que servirá como base para outras operações. Essa seleção pode ser realizada através das setas do teclado. Neste caso, ao pressionar uma seta, o computador vai lendo, um por um, os nomes/tipos dos elementos já presentes na figura. Caminha-se com as setas até o elemento e pressiona-se uma tecla que indique a operação desejada. Por exemplo, quer-se apagar o terceiro elemento desenhado e, neste caso, usa-se três vezes a seta para baixo e aperta-se a letra A, abreviatura de Apagar.

E) ESPECIFICAÇÃO DE COORDENADAS

A primeira versão do programa permitia apenas o uso de coordenadas cartesianas absolutas, mas rapidamente nos demos conta das limitações de falta de *feedback* que este tipo de abordagem cria para o deficiente visual. Optamos, assim, por usar coordenadas relativas, onde um elemento se referencia a outro, por exemplo, ao desenhar um boneco, as coordenadas de um olho seriam especificadas como “nariz +1.0 +1.0” e do outro como “nariz -1.0 +1.0”. Se o nome do objeto relativístico for omitido, serão assumidas coordenadas absolutas.

F) CÓPIA DO MATERIAL GRÁFICO PRODUZIDO

O material produzido pode ser copiado para papel numa impressora comum de jato de tinta. Desta forma, é possível também fazer uso do plástico deformante por calor para gerar cópias táteis. O desenho também pode ser transcrito para uma impressora Braille. Neste caso, o programa imprime pontinhos no papel, nos lugares onde seria teoricamente colocada tinta se fosse uma impressão comum.

E x p e r i m e n t o s

Foram realizados alguns experimentos com o programa criado, denominado DESENOX, com dois alunos cegos de segundo e terceiro grau, no NCE/UFRJ. O objetivo destes experimentos preliminares foi delimitar as características operacionais dos programas e produzir uma versão que tivesse poder suficiente para criar desenhos simples. Nesta fase, foram detectados os problemas que já haviam sido previstos: a dificuldade de a pessoa cega lidar com duas dimensões.

Para nossa surpresa, o uso de conceitos cartesianos foi de fácil assimilação, em especial porque esses estudantes já haviam sido apresentados a uma “mesa de preguinhos” durante sua formação estudantil. Embora não possamos ainda comprovar isso, supomos que os estudantes provavelmente conseguem montar uma imagem mental do que seria produzido na mesa de preguinhos ao usar o DESENVIX.

Diversas situações, porém, se apresentaram:

1. Dificuldades para posicionamento por “distância euclidiana”, ou seja, colocar um elemento distante de outro a um certo ângulo. Para minorar este problema, tivemos que introduzir uma forma de posicionamento “polar” (distância a outro elemento e ângulo).
2. Inclinação de elementos. Embora não prevista originalmente, por julgarmos que este tipo de situação poderia ser resolvida pelo uso de polígonos. Foi também permitido o uso opcional do baricentro das figuras como seu ponto de inserção.
3. Elementos opcionalmente desenhados com preenchimento e textura. O projeto original previa apenas o desenho dos contornos dos objetos. Duas situações, entretanto, fizeram-nos rever esta definição: o desenho de histogramas e a superposição de elementos.

O aprendizado do DESENVIX é muito rápido (um período de 2 horas é suficiente para explicá-lo todo para um estudante de segundo grau). Entretanto, a dificuldade não consiste no uso do programa, mas sim na sua aplicação para produzir um desenho. Leva cerca de uma hora para produzir um desenho simples. A maior dificuldade consiste no tempo de feedback do material produzido, ou seja, criar, imprimir na impressora Braille, editar, reimprimir, editar etc. formam um ciclo bastante demorado.

Os resultados obtidos são bastante animadores. Uma pessoa cega cursando o segundo grau já pode usar o computador para criar desenhos simples e apresentá-los tanto em Braille quanto em tinta. Em particular, notamos a imensa utilidade da criação de histogramas (gráficos de barra) usando a impressora Braille, tanto assim que estamos criando um novo programa específico para esta finalidade.

A próxima fase de experimentos consiste num trabalho de cerca de um ano, para aplicar o DESENVIX a algumas turmas no Instituto Benjamin Constant. Pretendemos delimitar aqui a adequação do uso do computador no ensino geométrico para cegos. O programa DESENVIX pode ser obtido diretamente com os autores.

B i b l i o g r a f i a

1. BORGES, J.A. DOSVOX : um novo acesso dos cegos à cultura e ao trabalho. Revista Benjamin Constant. Rio de Janeiro, nº 03, maio de 1996, pág. 24-29, também em <http://www.nce.ufjf.br/aau/dosvox>
2. GARDNER, J. A. Tactile Graphics: em Overview and Resource Guide. Information Technology and Disabilities. vol 3. nº 4, 1996
3. ICEVI'98 Anais do International Congress for the Visually Impaired. São Paulo: 1998
4. JENSEN, L.R. & MOREIRA, R.M. O Ensino de Desenho Técnico. Engevista, Niterói, v. 2, nº 03, maio de 1998, pág. 10-13.
5. JENSEN, L.R. Inovação educativa para deficientes visuais, utilizando o desenho como instrumento de intervenção no processo de aprendizagem, através do emprego de recursos computacionais. Tesina de Qualificação. Univ. Autónoma de Barcelona: 1998
6. KURZE, M. Giving Blind People Access to Graphics - Anais do SW-Ergonomie'95 (também em http://www.inf.fu-berlin.de/~kurze/publications/se_95/swerg95.html)
7. SASSAKI, R.K. Inclusão: construindo uma sociedade para todos. WVA Editora e Distribuidora Ltda: Rio de Janeiro, 1997. (também em <http://www.dinf.org/tiresias/Equipment/eb6.htm> - Devices for Embossed Graphics)

N o t a s

1. Existem ainda alguns outros dispositivos, mencionados em (<http://www.dinf.org/>) que têm pequeno interesse para o escopo deste trabalho. Não se devem esquecer também os processos descritivos, em que o desenho é descrito através de um pequeno texto, muito usado em páginas da Internet.
2. Obs: Sabemos que existe um programa para edição de gráficos operável diretamente por cegos, que utiliza um painel tátil denominado MANOR NOMAD para entrada de desenhos, mas não foi possível obter nenhuma documentação sobre este produto.

José Antonio Borges, M.Sc. trabalha no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - NCE/UFRJ.

Leo Roberto Jensen, M.Sc. trabalha no Departamento de Desenho Técnico da Universidade Federal Fluminense - TDT/UFF.