

Ano de Impressão 2010

Sarajane M. Peres<sup>1</sup>  
Leandro Hirata<sup>2</sup>  
Edmir P. V. Prado<sup>3</sup>  
Rafael Chies<sup>4</sup>  
Rosana R. S. Vargas<sup>5</sup>

---

**CONCEPÇÃO DE AMBIENTE  
COMPUTACIONAL ASSISTIVO PARA APOIO  
AO ENSINO: ADMINISTRANDO  
NECESSIDADES E RESTRIÇÕES<sup>1</sup>**

---

**RESUMO:** Neste artigo são discutidos aspectos referentes à concepção e desenvolvimento de um ambiente computacional para apoio ao ensino clássico e especialmente dirigido à pessoas surdas. Este ambiente deve atender usuários diferentes, incluindo aqueles inseridos em ambientes escolares com estrutura de tecnologia de informação que suporta a arquitetura cliente-servidor (estrutura de laboratório de informática), e aqueles que se encontram em um ambiente de estudo fora da escola, caracterizado por uma estrutura monousuária. Este ambiente está sendo desenvolvido como parte de um projeto científico e tecnológico que tem como objetivo apoiar o ensino de Química e Matemática pelo uso de animações e vídeos no processo de aprendizagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** tecnologias assistivas, desenvolvimento de sistemas de informação, software educacional.

**ENVIRONMENT DESIGN FOR COMPUTER AIDED EDUCATION:  
MANAGING REQUIREMENTS AND RESTRICTIONS**

**SUMMARY:** This paper discusses aspects related to the design and development of an environment for computer aided education, considering classical education and special education for deaf people. This environment must support different user profiles, including those who work in schools, where there is an information technology structure that supports client-server architecture (computer labs), and those who are in a learning environment outside of school with mono-user ambience. This environment has been developed as part of a scientific and technological project, which aims to support the teaching of Chemistry and Mathematics through the use of animations and videos in the learning process.

**KEYWORDS:** assistive technologies, information system development, educational software.

---

Data de recebimento: 21/07/2009. Data de aceite para publicação: 29/09/2009.

<sup>1</sup> Esta pesquisa é suportada pelo CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Número do Processo: 551178/2008-6.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Elétrica e de Computação, Professora Pesquisadora MS-3 na Escola

## INTRODUÇÃO

O ambiente aqui discutido pretende apoiar o processo de ensino-aprendizagem com uma atenção especial ao ensino dirigido à pessoas surdas e ao conteúdo de Química e Matemática. Criar um ambiente dentro desse contexto representa uma tarefa multidisciplinar, com participação de educadores e de desenvolvedores de sistemas. Os educadores desempenham um duplo papel, sendo atuantes na especificação do sistema e representantes dos usuários finais. Já os profissionais de desenvolvimento de sistemas atuam na especificação e desenvolvimento do sistema, mediando entre o que é possível oferecer para a concepção do sistema, considerando as necessidades dos usuários, suas restrições em relação ao conhecimento operacional da Tecnologia de Informação (TI) e os recursos de TI disponíveis nos laboratórios de informática das escolas brasileiras.

Na concepção deste ambiente, procura-se atender principalmente questões relacionadas com disponibilidade, usabilidade e acessibilidade, já que o ambiente de uso do sistema são escolas geograficamente dispersas, nas quais parte dos usuários possui necessidades especiais, e que muitas vezes apresentam limitações estruturais. Entre as necessidades do público alvo está a imperativa condição de autonomia do professor no processo de ensino-aprendizagem, imposta pelas diferentes condições que ele enfrenta nos ambientes escolares. Essa necessidade implica na disponibilização de recursos para a parametrização do conteúdo disponível no ambiente. Contudo, não se espera que este mesmo professor seja especialista na manipulação dos diferentes recursos da TI, mas que o ambiente possua recursos de fácil utilização que apoiem o professor no processo de ensino-aprendizagem.

Além das características já citadas, deve-se destacar que parte dos usuários do sistema apresenta dificuldades de comunicação, conseqüentes da sua condição de pessoa surda. Em muitos casos, os problemas de comunicação acarretam dificuldades de assimilação de conteúdo, assim, o ambiente deve proporcionar a efetiva acessibilidade à sua operação e à assimilação da informação apresentada através dele.

---

de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, (0xx11) 3091-8897, CEP 03828-000, e-mail: sarajane@usp.br.

<sup>3</sup> Bacharel em Sistemas de Informação, Analista de Sistemas, São Paulo, SP.

<sup>4</sup> Doutor em Administração, Professor Pesquisador MS-3 na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

<sup>5</sup> Graduando no Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação e ex-bolsista da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, CEP 03828-000.

<sup>6</sup> Doutora em Matemática, Professora Pesquisadora MS-3 na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

Administrar tais necessidades e restrições representa um desafio no processo de desenvolvimento do ambiente. Processos de desenvolvimento de software “... são complexos e, como todos os processos intelectuais e criativos, dependem do julgamento humano” (SOMMERVILLE, 2007, p. 42). Dessa forma, optou-se por considerar o julgamento de todos os agentes envolvidos, sendo eles os professores de ensino fundamental, os pesquisadores das áreas de conhecimento referentes aos conteúdos<sup>7</sup> de Química e Matemática e os profissionais da área de desenvolvimento de sistemas. Assim sendo, a fim de melhor adequar o processo de desenvolvimento às expectativas de todos os envolvidos, optou-se por usar o modelo de processo de desenvolvimento evolucionário, o qual prevê o desenvolvimento de um protótipo baseado em especificações abstratas (SOMMERVILLE, 2007).

O modelo de processo foi documentado por meio de abstrações, porém com alto nível de expressividade, de forma que os agentes não especialistas puderam compreender e avaliar a documentação produzida.

Este artigo tem o objetivo de discutir o processo citado acima, apresentando as necessidades e restrições que atuaram como alvo de tomadas de decisão que permitiram a criação do primeiro protótipo do ambiente objetivado. A fim de melhor conduzir a leitura deste artigo, o mesmo inicia apresentando uma breve discussão sobre o uso do computador no processo educacional clássico e dirigido à pessoas surdas, na sequência são discutidos, respectivamente, o processo de levantamento de requisitos e as principais tomadas de decisão que implicaram na adoção de determinadas estratégias de projeto e implementação para a concepção do protótipo, e, por fim, são apresentadas as considerações finais desse estudo.

## **O PROCESSO EDUCACIONAL E A TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO**

A inclusão da TI na educação não deve ter por objetivo apenas o lado tecnicista e sim um propósito pedagógico no qual seja possível desenvolver a autonomia e criatividade dos alunos (FRANCO, 2009). Contudo, no contexto de nosso país, o uso do computador durante as aulas ainda é uma novidade na maioria das escolas, o que faz com que os professores fiquem inseguros, principalmente pelo fato que alguns deles não usam essa ferramenta para planejar suas aulas ou mesmo em efetivo trabalho na sala de aula. Idealmente, a TI deve ser aplicada

---

<sup>7</sup> A produção deste conteúdo está fora do escopo da discussão apresentada neste artigo, contudo é importante salientar que se trata de vídeos e animações (feitas em *Flash*) constituindo apresentação de conteúdo e exercícios interativos.

já no ensino fundamental, quando as crianças mostram-se aptas a realizar operações concretas. O uso da TI renova o processo de ensino-aprendizagem e contribui para o desenvolvimento integral do aluno, valorizando seus lados social, emocional, crítico e imaginário (GLADCHEFF et al., 2001). No que diz respeito à Educação Especial, definida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB<sup>8</sup>) de 1996, Artigo 58º, como a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com necessidades especiais, o contexto não é diferente. A TI pode atuar como um poderoso recurso de apoio a diferentes habilidades cognitivas. Segundo Skliar (1999), a deficiência não torna o sujeito um ser que tem possibilidades a menos. As habilidades são diferentes, portanto os pontos fortes devem ser trabalhados para a obtenção de melhores resultados. Assim, a incorporação de recursos especiais na educação desse sujeito é imprescindível e vê-se na TI um ambiente propício para construção de objetos de aprendizagem especiais, ou assistivos. Antoniou-Kriticou & Economou (2008) apresentam uma discussão sobre localização de software educacional para crianças surdas.

Existem algumas iniciativas similares ao ambiente aqui proposto. Por exemplo, Adamo-Villani & Wilbur (2008) descrevem um ambiente que disponibiliza conteúdos de Matemática e Ciências, para alunos surdos e ouvintes, por meio de animações 3D interativas. Petrantonakis et al. (2008) discutem um software educacional cujo objetivo é melhorar as habilidades de leitura e escrita de crianças com algum grau de deficiência auditiva. Este ambiente considera as características do aprendizado visual e fornece uma série de funcionalidades ajustáveis de formas de disponibilização de informação para o professor e para o aluno.

## O PROCESSO DE LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

A iniciativa sobre a criação de um ambiente onde fosse possível gerenciar o conteúdo a ser ministrado em uma sala de aula ou uma sequência de aulas que atendesse reais necessidades da ação de ensinar e aprender dentro ou fora de uma sala de aula que pudesse ser acessível a qualquer pessoa interessada, surgiu da interação entre pesquisadores da área de Química e Matemática e professores atuantes no nível fundamental de ensino. A participação dos profissionais de TI concretizou-se após a idealização do projeto e deu início a um processo de levantamento de requisitos caracterizado por reuniões entre os desenvolvedores e os idealizadores do projeto.

<sup>8</sup> [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19394.htm)

Durante as reuniões houve a preocupação de contextualizar os participantes sobre a importância da exploração das possibilidades de concepção do ambiente, da documentação das reuniões e principalmente da clareza sobre os tópicos discutidos e estratégias adotadas. Essa preocupação adveio da necessidade de atendimento de objetivos básicos estabelecidos pela área de Interação Humano-Computador, que são a aceitabilidade social, a aceitabilidade prática, a utilidade e a usabilidade (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003). Tais objetivos determinam a aceitabilidade de um sistema e representam a base para o sucesso da criação, implantação e uso de um sistema computacional.

Como resultado final das reuniões obteve-se os Diagramas de Casos de Uso (UML, 2009) (Figuras 1 e 2) que resumem os requisitos e permitem verificar dois princípios de projeto de sistemas: a qualidade de modelagem conceitual dos requisitos e a qualidade de mapeamentos que representam a relação entre os conceitos reais e seus correspondentes no sistema.

O primeiro Diagrama de Casos de Uso (Figura 1) tem o objetivo de definir algumas funcionalidades que são de uso restrito aos proponentes e desenvolvedores do sistema. Essas funcionalidades dizem respeito à inserção de informações referentes ao conteúdo e ao processo didático (criação de aula tutoriada) que será disponibilizado nas distribuições do ambiente.

Os usuários em geral podem criar suas próprias aulas combinando os conteúdos disponíveis no ambiente, contudo, essas aulas são restritas à instalação do ambiente onde foram criadas. A opção por restringir a disseminação de tais aulas vem da preocupação em não permitir que o sistema proposto e disponibilizado para uso irrestrito se transformasse em um objeto de disseminação de conteúdo e práticas de ensino que não estejam, necessariamente, de acordo com os padrões de qualidade assumidos no projeto.



Figura 1 Diagrama de Casos de Uso para os Administradores do Sistema: “Conteúdo” - descrição dos conteúdos disponíveis no ambiente; “Palavra-Chave” - indexador semântico para busca de conteúdos; “Animação” - arquivos que apresentam cenários referentes aos conteúdos; “AulaTutoriada” - sequência de vários conteúdos previamente elaborada.

As funcionalidades disponibilizadas para os usuários finais do sistema são documentadas no Diagrama de Casos de Uso da Figura 2. O projeto do sistema presume três classes diferentes de usuários. As duas primeiras classes compreendem o professor e o aluno (deficiente auditivo (DA) ou não), que usam o sistema em um processo interativo de ensino-aprendizagem. A terceira é o usuário “independente”, é tratado como uma generalização de “professor” e atua no sistema em uma ambiente simplificado caracterizado pela promoção da auto-aprendizagem. É importante notar que esse “professor” possui o mesmo papel que o “independente”, somente acrescido da possibilidade de usar o sistema no ambiente de sala de aula, e que o “aluno” é um usuário com acesso restrito ao sistema, sob o controle do “professor”.

O acesso restrito do usuário aluno insere um dilema entre: 1) estimular a construção do processo de aprendizagem aproveitando a curiosidade e respeitando o tempo de aprendizado do aluno e 2) controlar a dinâmica de uma aula em laboratório inibindo a livre exploração do sistema pelo aluno.

A primeira faceta do dilema é nobre e desejável, não podendo ser preterida no escopo do sistema. Contudo, a segunda representa uma necessidade real, advinda da realidade de uma sala de aula, onde atuam um ou dois professores junto a dezenas de alunos, não constituindo um ambiente adequado para a promoção do aprendizado livre. A criação de diferentes classes de usuários administra essa decisão, fazendo com que o aprendizado livre seja possível nas instalações da versão mono-usuário do sistema. O Diagrama de Casos de Uso da Figura 2 ainda mostra especificidades (níveis de acesso, operação e acessibilidade) que estão discutidas na sequência.

## **ESTRATÉGIA DE PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO**

Para oferecer as funcionalidades ilustradas nos Diagramas de Casos de Uso atendendo aos objetivos de disponibilidade, usabilidade e acessibilidade, foram necessárias algumas tomadas de decisão. Essas decisões foram divididas em arquitetura de sistema, persistência de dados, interface, e aquisição e instalação.

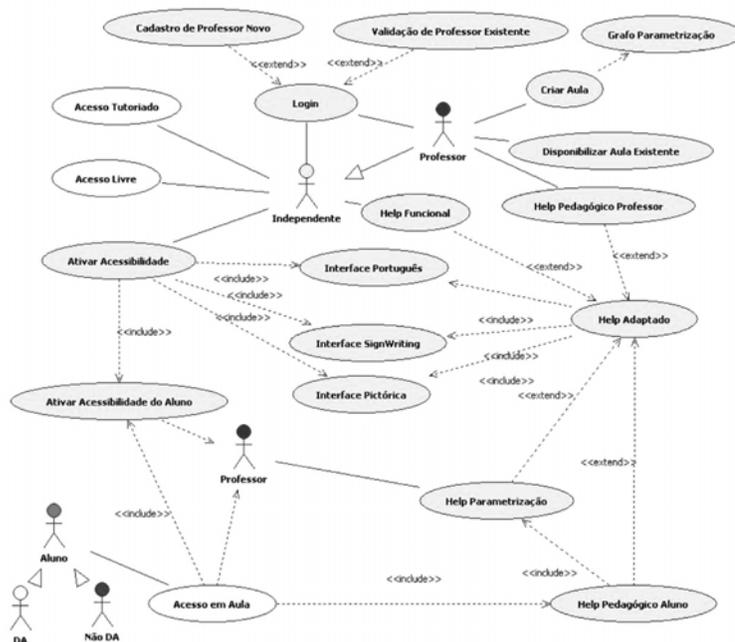


Figura 2 Diagrama de casos de uso para os usuários finais do sistema.

## ARQUITETURA

A escolha da arquitetura do ambiente foi influenciada por quatro requisitos, sendo eles o gerenciamento de execuções de animações (conteúdo didático e help adaptado), o ambiente multiusuário com controle de acesso, o ambiente monousuário para o usuário independente e a disponibilização para aquisição por meio da Internet.

A arquitetura cliente-servidor implementada sob uma interface web foi a combinação que melhor atendeu a estes requisitos. Em uma interface web, o próprio navegador é responsável pela exibição de uma animação, o que facilita a codificação do aplicativo que gerencia o ambiente. O ambiente multiusuário atendido por esta arquitetura situa o usuário aluno como cliente, com permissão apenas ao acesso às aulas liberadas pelo usuário professor. Esse atua na máquina servidora, onde pode ainda executar outras funcionalidades de gerenciamento e disponibilização de conteúdo (com ou sem a opção de acessibilidade – ver Seção INTERFACE). Neste contexto espera-se que a máquina do professor, que atua como servidora, ofereça mais funcionalidades do que as máquinas cliente.

Outra possibilidade de implementação foi considerada, que é o

desenvolvimento de duas versões do aplicativo, uma implementando o modo servidor e outra implementando o modo cliente. Entretanto, essa opção acarretaria a necessidade de instalação e configuração de dois aplicativos, o que incrementaria o nível de dificuldade do processo de instalação e gerenciamento do ambiente durante a fase de produção (uso).

Considerando que os usuários do sistema podem apresentar um modesto conhecimento em informática e que uma instalação mais complexa poderia reduzir a motivação para uso e disseminação do sistema, essa opção foi descartada. O requisito referente à existência de um modo monousuário é atendido a partir do uso do sistema na máquina servidora.

O último requisito é que o sistema seja disponibilizado para aquisição na Internet. Esse requisito, apesar de parecer trivial, cria uma preocupação com o tamanho final do aplicativo, o que desencoraja o uso de componentes específicos que facilitam o desenvolvimento e manutenção de sistemas. As animações podem apresentar um tamanho de arquivo elevado e, por isso, suas aquisições devem estar gerenciadas de maneira que possam ser feitas de forma independente do aplicativo. Ainda há uma questão em aberto, neste protótipo, que é a criação de um esquema de gerenciamento de arquivos que seja adaptável à livre localização das animações no sistema de arquivos. Atualmente espera-se que as animações estejam em uma localização pré-definida.

## **PERSISTÊNCIA**

A incorporação de um mecanismo de persistência de dados ao sistema, com a incorporação de autoria e segurança de informações, é um requisito claramente desejável para os professores usuários do sistema. Durante as reuniões de levantamento de requisitos, foi discutida a necessidade de autonomia para a construção de aulas devido às particularidades que os alunos apresentam. Além disso, ficou clara a preocupação com o armazenamento da aula planejada para fins de reutilização. A autoria de cada aula foi reconhecida como necessária, visto que um professor necessita de autonomia para escolha da aula a ser ministrada, precisa sempre encontrar suas aulas dentro do sistema e ainda tem que decidir se quer ou não disponibilizar seu material a outro professor. Seguiu-se então para o estabelecimento de um modelo de dados para compor o esquema no qual a persistência deveria ser construída. As principais características desse modelo estão ilustradas na Figura 3.

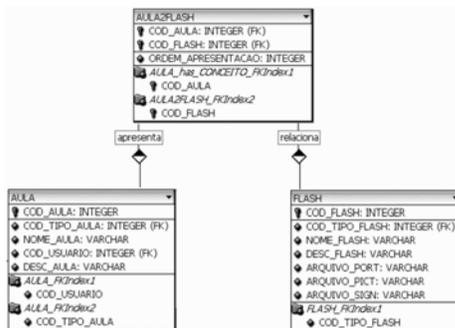
Para atender ao requisito de persistência de dados foram

consideradas várias alternativas, desde o uso de um arquivo do tipo texto até o uso de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). A complexidade das informações inviabilizou o uso do arquivo texto, entretanto, também não justificou o uso de um SGBD de grande porte. O volume de informações que se prevê armazenar é pequeno e assim é mais um fator para encorajar o uso de um SGBD simplificado. Ainda mais importante do que esse ponto é o requisito não funcional que exige um sistema de fácil instalação e que requeira recursos computacionais mínimos. Assim, a solução encontrada foi utilizar um SGBD simplificado como o HSQLDB, que é um recurso implementado em uma classe JAVA, possível de ser incluído em um pacote de instalação e configuração.

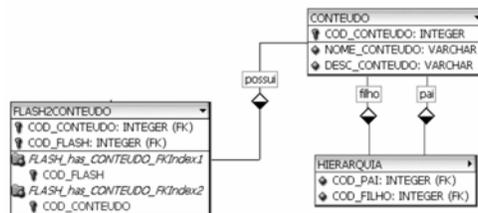
O modelo de dados parcial da Figura 3(a) atende aos anseios de autonomia para criação de aulas mediante o relacionamento múltiplo (Aula2Flash) entre as relações Flash e Aula, permitindo o cadastro de diferentes aulas e usando quaisquer e quantas animações forem desejadas. Além disso, a aula está relacionada ao Usuário (relação não apresentada na Figura) de maneira que o atributo conhecido por cod\_usuario presente na relação Aula garante a autoria da aula. Outro aspecto interessante (Figura 3(b)) é o atendimento à persistência de múltipla granularidade de conteúdo e seus relacionamentos hierárquicos. Essa estratégia é importante porque, na organização dos conteúdos do ensino fundamental, diferentes conceitos são trabalhados em diversos contextos e com distintos níveis de complexidade.

### INTERFACE

Duas visões compõem as decisões referentes à interface: 1) comunicação entre os módulos cliente e servidor do sistema; 2) comunicação do sistema com o usuário.



(a)



(b)

Figura 3 Visão parcial do Modelo Relacional para Persistência de Dados.

A primeira visão pode ser conhecida como “Interface inter módulos”. Como já exposto, o sistema foi construído sob uma interface web. Essa decisão foi tomada, principalmente, sob justificativas que envolvem o atendimento do requisito não funcional referente à facilitação da instalação do sistema por parte do usuário final. Desenvolver um sistema na arquitetura cliente-servidor sob uma interface desktop dificultaria o processo de instalação e configuração do mesmo, sendo que a primeira dificuldade se debruçaria no fato de que a máquina cliente precisa acessar as animações (armazenadas no servidor).

Uma maneira de fazer isso é através do compartilhamento e mapeamento de pastas do servidor no ambiente de rede de computadores. Dessa forma, ficaria a cargo do usuário final a ação de compartilhar as pastas necessárias no servidor, atribuir as permissões de acesso e mapeá-las na rede. Em uma análise conceitual de usabilidade considerou-se que esta opção poderia ser onerosa para usuários com conhecimento básico de informática. Por outro lado, adotar uma interface web implica na necessidade da existência de um programa que disponibilize um serviço web. Instalar e configurar um servidor web também é uma tarefa complexa no contexto de uso do presente sistema e poderia ser um impeditivo ainda maior do que o anteriormente discutido. Para esse problema foi elaborada uma solução de relativa simplicidade discutida na Seção AQUISIÇÃO E INSTALAÇÃO.

No segundo quesito, “Interface com o usuário”, foram considerados os princípios básicos de projeto interface, a usabilidade de sistemas na web e questões de interface para deficientes auditivos. Os princípios básicos de projeto de interface são quatro: visibilidade e affordances, bom modelo conceitual de cada objeto usado na interface, bons mapeamentos entre os controles e entidades, seus movimentos e resultados; e feedback.

No desenvolvimento do ambiente houve a preocupação de atender estes requisitos. A Figura 4(a) mostra a tela inicial do ambiente. A

interface foi projetada para ser minimalista, apresentando a menor quantidade de informação necessária para sua operação, com rótulos que explicitam o objetivo dos objetos e que propiciam uma ideia do resultado de sua operação. Uma interface necessita passar pela avaliação com usuários a fim de verificar se atende aos requisitos de affordance e feedback, e este é um dos próximos passos da execução deste projeto.

A questão da usabilidade na web pode ser analisada sob as abordagens artística e focada em resolver o problema do usuário (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003) . O presente sistema atende apenas a segunda, mas não menospreza a necessidade de atender também à abordagem artística. A elaboração de um design artístico faz parte dos trabalhos futuros. Quanto à interface voltada para as necessidades dos deficientes auditivos, este sistema está preparado para localização na linguagem oral (português brasileiro), pictórica (para atender aos usuários que são acostumados a usar figuras para representar conceitos, inclusive aproveitando figuras que especificam sinais da Libras – Língua Brasileira de Sinais – ou a utilização de figuras que representam os sinais da Datilologia) e sistema Signwriting (sistema universal de escrita de línguas de sinais). A Figura 4(b) ilustra o resultado da escolha de uma linguagem diferente da atual.

É válido notar que no lado direito da figura é fornecida uma visão parcial da interface do sistema, cuja linguagem é o português escrito. Essa interface apresenta a possibilidade de troca de linguagens no canto inferior direito. Escolhendo Signwriting, a interface assume outra versão na qual os termos em português estão acompanhados da escrita da Libras no sistema Signwriting. O usuário professor pode escolher se os clientes (alunos) usarão uma linguagem específica ou se estarão livres para escolher a linguagem que preferirem.

Essa possibilidade de escolha de linguagem estará também presente no sistema de ajuda. Tecnicamente, o protótipo concebido está preparado para receber conteúdos de ajuda (veja os casos de uso de help na Figura 2) expressos em português, Signwriting e em Libras (no formato de vídeo). O uso de animações, vídeos, ícones e mensagens na forma gráfica torna o aprendizado mais rico e fácil para a pessoa surda (VERLINDEN et al., 2005), (CAMPOS & SILVEIRA, 1998), (PETRIE et al., 2002).

## **AQUISIÇÃO E INSTALAÇÃO**

O ambiente está sendo preparado para ser adquirido na Internet. Este requisito insere uma preocupação com o volume final do aplicativo, e por isso, restringiu-se ao uso de recursos de TI que facilitam o desenvolvimento e manutenção do ambiente, como por exemplo, componentes Ajax ou Taglibs. O problema causado por esses componentes é que eles aumentam o tamanho dos aplicativos gerados. O ambiente gerenciador de conteúdo, em si, deve ser disponibilizado em um arquivo separado dos arquivos que comporão as animações e vídeos. A única exigência é que estes arquivos de mídia sejam colocados em uma localização pré-definida para que o aplicativo gerenciador possa acessá-los. Para instalação do ambiente houve a preocupação em diminuir ao máximo a necessidade de interação entre os usuários e os instaladores de software. Então, concebeu-se um instalador que embute a Java Virtual Machine e coloca em funcionamento o servidor de aplicação web Tomcat e o SGBD HSQLDB, isentando o usuário da preocupação com a disponibilização de tais recursos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste artigo foram apresentadas as especificidades referentes ao desenvolvimento de um ambiente de informação educacional e assistivo. Tantas especificidades construíram um contexto rico em situações onde a tomada de decisão dos profissionais de desenvolvimento nem sempre puderam estar respaldadas no uso dos mais novos recursos de TI. Porém, tais situações propiciaram o uso da criatividade para administrar necessidades e restrições que unidas constituíram dilemas complexos. O principal desafio foi criar um sistema que atendesse todos os requisitos funcionais e que fosse de simples aquisição e instalação.

O processo de desenvolvimento aqui discutido está pautado, principalmente, na preocupação de obtenção de um atestado de aceitabilidade. O estágio atual de desenvolvimento já permite vislumbrar o alcance parcial de tal objetivo, pois neste protótipo já se procurou anular as barreiras que possam ser incompreensíveis aos usuários, concebendo uma interface minimalista, funcional e de acessibilidade configurável (aceitabilidade social), primar pelo baixo custo de obtenção e uso (aceitabilidade prática), cumprir os propósitos esperados pelos usuários (utilidade) e fornecer um ambiente confortável para uso do sistema (usabilidade).

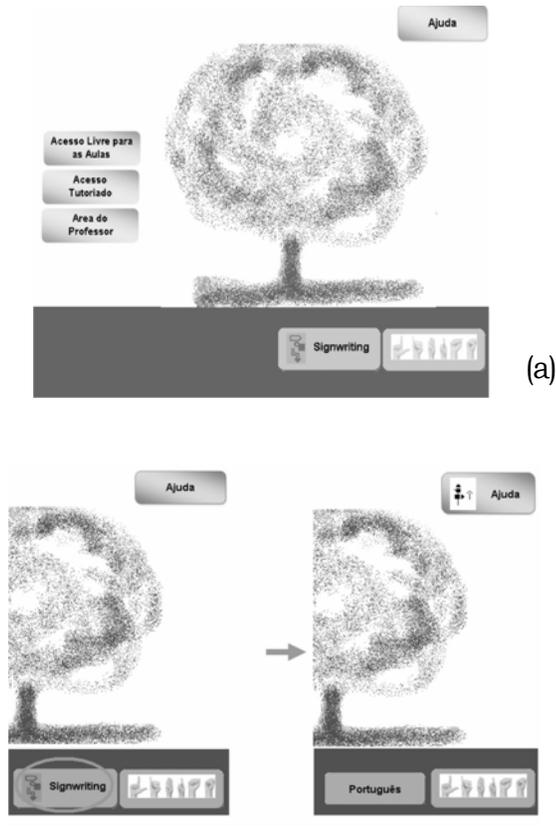


Figura 4 Interface do sistema. (a) Tela inicial do sistema. (b) Dinâmica do processo de interface configurável.

## REFERÊNCIAS

ADAMO-VILLANI N.; WILBUR, R. Two Novel Technologies for Accessible Math and Science Education, **IEEE Multimedia**, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA. v.14, n.4, p. 38-46, 2008.

ANTONIOU-KRITICOU, I.; ECONOMOU, C. Localization of Educational Software for Deaf Children: Suggestions and Perspectives. IN: The Open Knowledge Society: A Computer Science and Information Systems Manifesto – first world summit on the knowledge society, 2008, Athens, Greece. **Proceedings...** Athens, Greece: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 75-82.

CAMPOS M. B.; SILVEIRA, S. M. Tecnologia para Educação Especial. In: RIBIE 98 - IV CONGRESSO DA REDE IBEROAMERICANA DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1998, Brasília. **Anais...** 1998. Disponível em <<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/167.html>>. Acesso em: 19 set. 09.

FRANCO, M. G. Inclusão digital: uma proposta de alfabetização de jovens e adultos, **Educatica**, Pontifícia Universidade Católica – São Paulo (PUC-SP). Disponível em <[http://www.educatica.net/participantes/artigo1\\_Monica.php](http://www.educatica.net/participantes/artigo1_Monica.php)>. Acesso em: 19 set. 09.

GLADCHEFF, A. P.; SANCHES, R., SILVA, D. M. Um instrumento de avaliação de qualidade de software educacional: como elaborá-lo. In: VIII WORKSHOP DE QUALIDADE DE SOFTWARE, XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2001. p. 100-113.

PETRANTONAKIS, P.; KOSMIDOU, V.; NIKOLARAIZI, M.; KOUTSOGIORGOU, S.; HADJILEONTIADIS, L.J. SEE and SEE. An Educational Tool for Kids with Hard of Hearing. In. 8th IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGIES, IEEE Computer Society, 2008, Santander, Cantabria, Spain. **Proceedings...** Santander, Cantabria, Spain, 2008. p. 1032-1033.

PETRIE, H.; FISHER, W.; LANGER, I.; GLADSTONE, K.; RUNDEL, C.; PYFERS, L. Universal Interfaces to Multimedia Documents. In: FOURTH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMODAL INTERFACES, IEEE Computer Society, 2002, Pittsburgh, PA, USA. **Proceedings...** Pittsburgh, PA, USA, 2002. p. 319-324.

ROBERTS, V. L.; FELS, D. I. Methods for inclusion: Employing think aloud protocols in software usability studies with individuals who are deaf. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 64(6), p. 489-501, 2006.

ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas: Emopi Editora e Gráfica, 2003. p. 244.

SKLIAR, C. **Manual LOGO para portadores de deficiência auditiva**. Porto Alegre: EDUCOM/UFRGS, 1999.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007.p. 568.

UML. Unified Modeling Language. Disponível em: <<http://www.uml.org>>. Acesso em: 19 jul. 09.

VERLINDEN M.; ZWITSERLOOD I.; FROWEN H. Multimedia With

Animated Sign Language For Deaf Learners. In: EDMEDIA – WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA, HUPERMEDIA AND TELECOMMUNICATIONS, 2005, Chesapeake. **Proceedings...** VA:ACE, 2005. p. 4759-4764.



Versão eletrônica disponível na internet:

[www.unioeste.br/saber](http://www.unioeste.br/saber)