

Concepção de Ambiente Computacional Assistivo para Apoio ao Ensino: Administrando Necessidades e Restrições

Sarajane M. Peres¹, Leandro Hirata, Edmir P. V. Prado, Rafael Chies, Rosana R. S. Vargas

¹USP – Universidade de São Paulo
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Rua Arlindo Bettio, 1000, Ermelino Matarazzo
CEP 03828-000 São Paulo, SP

sarajane@usp.br, leandrohirata@gmail.com, eprado@usp.br,
rafaelchies@usp.br, rosanav@usp.br

***Resumo.** Neste artigo são discutidos aspectos referentes à concepção e desenvolvimento de um ambiente computacional para apoio ao ensino clássico e especialmente dirigido a pessoas surdas. Tal ambiente deve atender a 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.*

1. Informações Gerais

O ambiente aqui discutido pretende apoiar o processo de ensino-aprendizagem, com uma atenção especial ao ensino dirigido a 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; 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, está-se procurando atender, principalmente questões relacionadas com disponibilidade, usabilidade e acessibilidade, já que o ambiente de uso do sistema são escolas geograficamente dispersas que, muitas vezes, apresentam limitações estruturais e parte dos usuários possui necessidades especiais. 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, a que 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.

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” [1], assim, optou-se por considerar o julgamento de todos os agentes envolvidos, os professores de ensino fundamental, os pesquisadores das áreas de conhecimento referentes aos conteúdos¹ de Química e Matemática e os profissionais da área de desenvolvimento de sistemas. E, 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 [1]. 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 processo citado acima, apresentando as necessidades e restrições, as quais foram 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 está estruturado como segue: na Seção 2 é apresentada uma breve discussão sobre o uso do computador no processo educacional clássico e dirigido a pessoas surdas; nas Seções 3 e 4 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, a Seção 5 apresenta as considerações finais deste artigo.

2. 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 [2]. 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 não usam essa ferramenta para planejar suas aulas ou mesmo em efetivo trabalho na sala de aula. Idealmente, a TI deve ser aplicada 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

¹ 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.

para o desenvolvimento integral do aluno, valorizando seus lados social, emocional, crítico e imaginário [3]. No que diz respeito à Educação Especial, definida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 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 [4], a deficiência não torna o sujeito um ser que tem possibilidades a menos. As habilidades são diferentes, portanto deve-se atacar nos pontos fortes para conseguir melhores resultados. Assim a incorporação de recursos especiais na sua educação é imprescindível e vê-se na TI um ambiente propício para construção de objetos de aprendizagem especiais, ou assistivos. Em [5] é apresentada uma discussão sobre localização de software educacional para crianças surdas.

Existem algumas iniciativas similares ao ambiente aqui proposto. Por exemplo, em [6], os autores descrevem um ambiente que disponibiliza conteúdos de Matemática e Ciências, para alunos surdos e ouvintes, por meio de animações 3D interativas. Em [7], é discutido 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.

3. 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 aula ou seqüência de aulas, que atendesse às reais necessidades da ação de ensinar e aprender dentro ou fora de uma sala de aula e 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.

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, quais sejam [8]: aceitabilidade social, aceitabilidade prática, utilidade e usabilidade. 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 [9] (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.

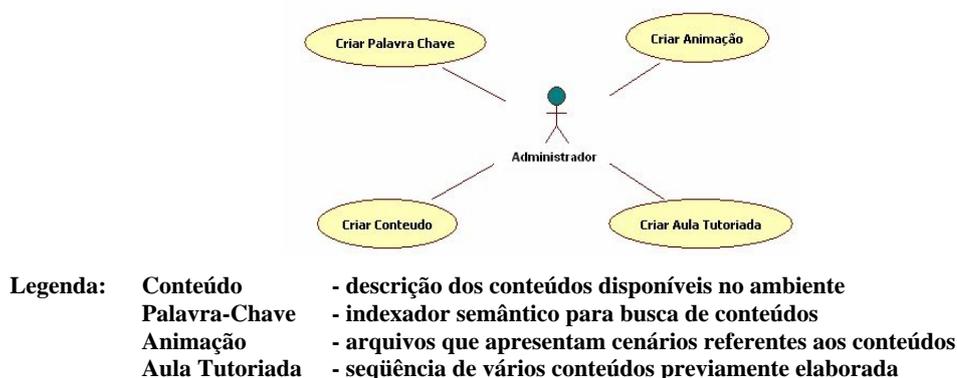


Fig. 1. Diagrama de Casos de Uso para os administradores do sistema.

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”, o qual 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 “professor” possui o mesmo papel que o “independente” acrescido da possibilidade de usar o sistema no ambiente de sala de aula, e que “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 nas próximas seções.

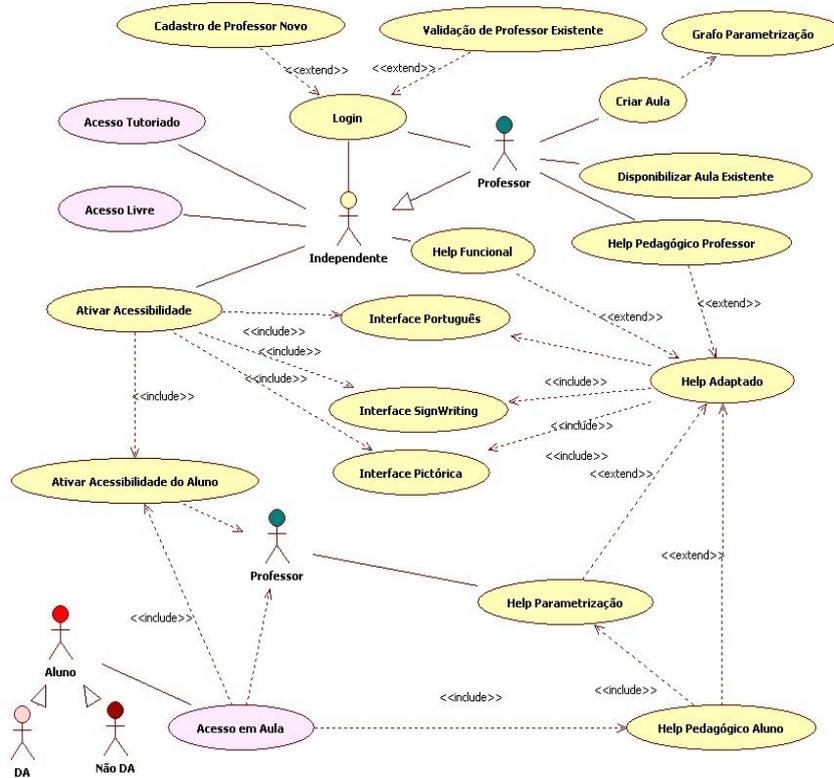


Fig. 2. Diagrama de Casos de Uso para os usuários finais do sistema.

3. Estratégias 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. Esta seção discute tais decisões dividindo-as em: arquitetura de sistema, persistência de dados, interface, e aquisição e instalação.

3.1 Arquitetura

A escolha da arquitetura do ambiente foi influenciada por quatro requisitos: 1) o gerenciamento de execuções de animações (conteúdo didático e *help* adaptado), 2) o ambiente multiusuário com controle de acesso, 3) o ambiente monousuário para o usuário independente e 4) 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 clientes, com permissão apenas ao acesso às aulas liberadas pelo usuário “professor”. Esse atua na máquina servidora, onde ele pode ainda executar outras funcionalidades de gerenciamento e disponibilização de conteúdo (com ou sem a opção de acessibilidade – ver Seção 3.3). 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: 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, 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, a suas aquisições devem estar gerenciadas de maneira que possam ser feitas de forma independente do aplicativo. É ainda uma questão em aberto, neste protótipo, 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.

3.2 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 a 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 também é necessária, visto que um professor necessita de autonomia para escolha da aula a ser ministrada e precisa, portanto, sempre encontrar as suas aulas dentro do sistema, além de decidir se quer ou não disponibilizá-la 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 do 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 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 que o sistema seja de fácil instalação e que requeira recursos computacionais mínimos. Assim, a solução encontrada foi utilizar um SGBD simplificado como o HSQLDB, o qual é um recurso implementado em uma classe JAVA, passível de ser incluído em um “pacote” de instalação e configuração.

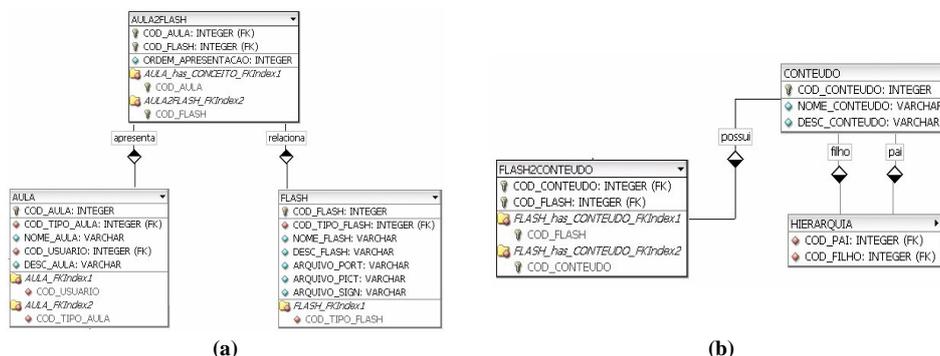


Fig. 3. Visão parcial do Modelo Relacional para Persistência de Dados.

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, usando quais e quantas animações forem desejadas. Além disso, a aula está relacionada ao *Usuário* (relação não apresentada na figura) de maneira que o atributo *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 diferentes contextos e com diferentes níveis de complexidade.

3.3 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. Esta seção se destina a discutir as tomadas de decisão em ambas as visões.

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. A primeira delas é 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 3.4.

Interface com o usuário: No quesito interface com o usuário foram considerados os princípios básicos de projeto de interface; a usabilidade de sistemas na web; e questões de interface para deficientes auditivos. Os princípios básicos de projeto de interface são quatro [8]: 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 a 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 idéia 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 duas abordagens: a artística e a focada em resolver o problema do usuário [8]. 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 em três linguagens: 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. Note 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-se *Signwriting*, a interface assume outra versão onde 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.

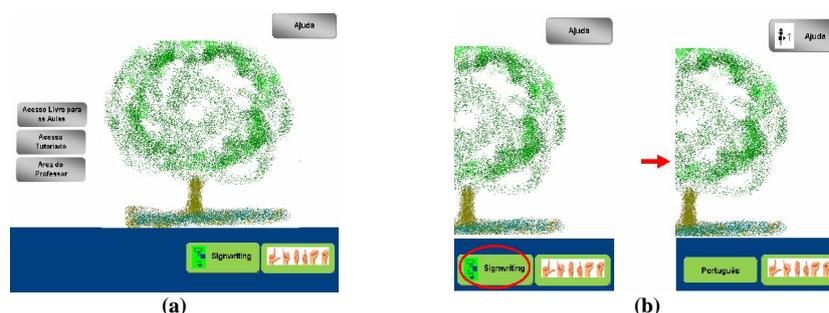


Fig. 4. Interface do sistema. (a) Tela inicial do sistema. (b) Dinâmica do processo de interface configurável.

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 [10], [11], [12].

3.4 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 o uso de recursos de TI que facilitam o desenvolvimento e manutenção do ambiente, como por exemplo, componentes *Ajax* ou *Taglibs*, porém aumentam o tamanho dos aplicativos gerados. O ambiente gerenciador de conteúdo, em si, deve ser disponibilizado em um arquivo separado dos arquivos que compõem 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-las. Para instalação do ambiente houve a preocupação em diminuir ao máximo a necessidade de interação dos usuários com 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.

4. 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. Mas, 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 a todos os requisitos funcionais e que fosse de simples aquisição e instalação. O protótipo produzido passará por avaliações e evoluções até que alcance a maturidade para ser efetivamente usado como objeto de aprendizagem. Em paralelo a esse processo evolutivo estão sendo produzidas as animações e vídeos que deverão compor o conteúdo didático e os diferentes formatos de sistema de ajuda. A avaliação deste ambiente² não é uma tarefa trivial que se caracteriza principalmente pelo *feedback* dos usuários e este quesito pode ser bem avaliado por meio do protocolo TAP (*talk aloud or think aloud protocol*) e sua variação GTALK (*gestural think aloud protocol*), como experimentado em [13].

O processo de desenvolvimento aqui discutido está pautado, principalmente, na preocupação de obtenção de um atestado de aceitabilidade e, 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).

² A avaliação do ambiente descrito neste artigo é uma das etapas de avaliação do objeto de aprendizagem. Este objeto de aprendizagem une o ambiente e o conteúdo didático (animações e vídeos). Avaliações do objeto de aprendizagem devem incluir metodologias para atestar sua adequabilidade ao processo de ensino-aprendizagem, cuja discussão está em andamento pelo grupo de desenvolvimento e está fora do escopo do presente artigo.

Referências

- [1] Sommerville, I., Engenharia de Software, Pearson Addison-Wesley, São Paulo, 8ª ed., 2007, 568 p.
- [2] Franco, M. G., “Inclusão Digital: Uma proposta de Alfabetização de Jovens e Adultos”, “Educatica (PUC-SP)”, http://www.educatica.net/participantes/artigo1_Monica.php, último acesso em 19/07/2009.
- [3] Gladcheff, A. P., Sanches, R., Silva, D. M. “Um instrumento de avaliação de qualidade de software educacional: como elaborá-lo”, VIII Workshop de Qualidade de Software, XV Simp. Brasileiro de Eng. de Software, Rio de Janeiro, 2001, pp. 100-113.
- [4] Skliar, C. Manual LOGO para portadores de deficiência auditiva, EDUCOM/UFRGS, Porto Alegre, 1999.
- [5] Antoniou-Kritikou, I., Economou, C., The Open Knowledge Society. A Computer Science and Information Systems Manifesto, vol. 19, cap. “Localization of Education Software for Deaf Children: Suggestions and Perspectives”, Springer, 2008, pp. 75-82.
- [6] Adamo-Villani, N., Wilbur, R., “Two Novel Technologies for Accessible Math and Science Education”, IEEE Multimedia, vol.14, n.4, IEEE Computer Society, 2008, pp. 38-46.
- [7] Petrantonakis, P., “SEE and SEE: Na Educational Tool for Kids with Hard of Hearing”, Proc. of Eighth IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies, IEEE Computer Society, 2008, pp. 1032-1033.
- [8] Rocha, H. V., Baranauskas, M. C. C. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador, Emopi Editora e Gráfica, Campinas, 2003, 244 p.
- [9] “Unified Modeling Language”, <http://www.uml.org>, último acesso em 19/07/2009.
- [10] Verlinden M., Zwitserlood I., Frowen H., “Multimedia With Animated Sign Language For Deaf Learners”, EDMEDIA – World Conf. on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, Chesapeake, VA:ACE, 2005, pp. 4759-4764.
- [11] Campos M. B., Silveira, S. M., “Tecnologia para Educação Especial”. RIBIE 98 - IV Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, Brasília, 1998.
- [12] Petrie, H. *et al.*, “Universal Interfaces to Multimedia Documents”. Proc. of the Fourth IEEE Int. Conf. on Multimodal Interfaces, IEEE Computer Society, 2002.
- [13] Roberts, V. L., Fels, D. I., “Methods for inclusion: Employing think aloud protocols in software usability studies with individuals who are deaf”. Int. Journal of Human-Computer Studies, vol. 64, 2006, pp. 489-501.