

O Uso de *Scaffolds* no Projeto de Software Educacional

Elen Santos Cezar¹, Neide Santos¹, Raquel Oliveira Prates²

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua São Francisco Xavier, 524, 6º andar
Rio de Janeiro – RJ – Brasil – CEP 20550-013

² Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais
{esantos@livingnet.com.br, neide@ime.uerj.br, rprates@dcc.ufmg.br}

Resumo

Um dos desafios envolvidos no desenvolvimento de ambientes educacionais é projetar mecanismos capazes de oferecer suporte cognitivo para os alunos ao longo da realização de atividades intelectuais complexas. A baixa produtividade de grande parte dos ambientes disponíveis reside na falta de apoio adequado ao estudante ao longo da realização das tarefas de aprendizagem. Na literatura, este apoio é definido como scaffold e está associado à visão sócio-interacionista da aprendizagem. Um trabalho interessante de investigação seria analisar o(s) tipo(s) de apoio que os softwares educacionais brasileiros oferecem ao estudante ao longo das tarefas propostas. Neste artigo, propomos alguns scaffolds que podem ajudar o projetista de ambientes educacionais no design de sistemas que ofereçam apoio mais efetivo à aprendizagem. Para tanto, discutimos as bases teóricas de scaffold e apresentamos um conjunto de softwares educacionais e verificamos que a totalidade dos softwares analisados não oferece mecanismos de scaffold. Elegemos dois deles – Eduling e CPU, para analisar a natureza da inclusão de scaffold para propor diretrizes de projeto.

1. Introdução

Um dos desafios envolvidos no desenvolvimento de ambientes educacionais é projetar mecanismos de software capazes de oferecer suporte cognitivo para os alunos ao longo da realização de atividades intelectuais complexas. Para Quintana e Fishman (2006), a baixa produtividade de grande parte dos ambientes disponíveis reside na falta de apoio adequado ao estudante ao longo da realização das tarefas de aprendizagem.

Na literatura, este apoio é definido como *scaffold* e está quase sempre associado à visão sócio-interacionista do processo de aprendizagem.

Analisando a literatura e a base teórica de *scaffold*, um trabalho interessante de investigação seria analisar o(s) tipo(s) de apoio que os ambientes brasileiros de software educacional oferecem ao estudante ao longo das tarefas propostas pelo software.

Para a identificação dos softwares que realmente oferecem apoio ao aluno, alguns conceitos devem estar bem consolidados, como os da disciplina de IHC (Interação Humano-Computador) e os aspectos taxonômicos de softwares já existentes. IHC é a disciplina que estuda todos os aspectos relacionados com a interação entre usuários e sistemas (Preece et al., 1994), dentre elas o *design*, avaliação e implementação de sistemas interativos. A pesquisa na área visa fornecer explicações e previsões para fenômenos de interação usuário-sistema e resultados práticos para o design de interfaces.

O domínio educacional traz novos assuntos e objetivos específicos para o *design* de interface e os estudos, princípios e diretrizes tradicionais de IHC geralmente precisam ser quebrados para permitir sua aplicação neste domínio (Lewis et al. 1998, Quintana et al. 2001). A interface é fundamental para o sucesso de sistemas interativos, e no caso de ferramentas educacionais, ela ainda é mais importante, já que seu principal objetivo é proporcionar a aprendizagem de um conteúdo ou habilidades cognitivas.

Neste artigo, seguindo os trabalhos de Quintana et al., (2001) e Prates e Figueiredo (2005), propomos alguns *scaffolds* que podem ajudar o projetista de ambientes educacionais no *design* de sistemas que ofereçam apoio mais efetivo à aprendizagem. Para tanto, discutimos as bases teóricas de *scaffold*, analisamos alguns ambientes disponíveis e elegemos dois deles – Eduling e CPU, para analisar a inclusão de *scaffold*.

2. Visão Geral de *Scaffolds*

A idéia fundamental de *scaffold* baseia-se na teoria de Vygotsky, desenvolvida em 1920, mas publicada somente em 1960 por P.M. Greenfield. O ponto chave da teoria de Vygotsky é sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal, que entende que o espaço de interação entre o aprendiz e o professor ou par mais capaz dá novo sentido à aprendizagem e é fator potencial do desenvolvimento cognitivo do aluno. Na mente de cada aprendiz podem ser exploradas “janelas de aprendizagem”, durante as quais o professor pode atuar como guia do processo de cognição até o aluno ser capaz de assumir o controle metacognitivo.

Scaffolds ocorrem quando o par mais avançado dá suporte para a construção do conhecimento e eles

ajudariam os alunos não desempenho de suas atividades que estão além das suas habilidades. A idéia é ajudar o aprendiz a fazer uma ponte entre o que ele sabe e o que ele pretende aprender, a partir de modelos e orientações. Quando a lacuna acaba, as orientações podem ser removidas. Gradualmente, com o *scaffold*, os alunos estão aptos a direcionar sua própria atenção, planejar, e controlar suas atividades. É recomendado que o uso do *scaffold* seja uma estratégia integrada de ensino e um método a ser constantemente usado com aumento de dificuldade, em uma abordagem de aprendizagem em espiral.

Buscando unir IHC e interfaces educacionais, Quintana et al. (2001b) desenvolveram um *framework* visando à padronização e categorização de diretrizes para apoio ao projetista no design de softwares educacionais com *scaffold* em torno de três grandes desafios cognitivos, a saber, o gerenciamento de processos de resolução da tarefa, a construção do sentido do trabalho e da articulação. Para cada um destes desafios, os autores oferecem diretrizes de *scaffold* e exemplos práticos encontrados em sistemas analisados por eles (Tabela 1).

Tabela 1. Framework de Scaffolds

Desafios Cognitivos para Aprendizes	Diretrizes e Estratégias de Suporte de <i>Scaffolding</i>	Exemplos de <i>Scaffold</i>
Gerenciamento de Processos Os aprendizes necessitam de sustentação para navegação entre os processos e as diferentes atividades do trabalho.	Em tarefas e funcionalidades da estrutura: Restrinja uma tarefa complexa ajustando "limites apropriados" para estudantes; Visualize tarefas complexas usando decomposição de tarefas; Restrinja o espaço das atividades usando "modalidades funcionais".	Mapas e listas de processo Paleta de atividade
	Forneça o acesso ao conhecimento especialista Forneça a orientação necessária para ajudar aprendizes em se empenhar em processos científicos Forneça a informação para usar a ferramenta Forneça a informação metacognitiva	Guias e “dicas” de atividade
	Automatize Tarefas não necessárias ou Rotineiras Facilite a organização de produtos do trabalho Facilite o movimento entre ferramentas e atividades Automatize parcelas das tarefas reduzindo demandas e cognições estranhas	Administração de produtos automáticos
Fazendo Sentido Os aprendizes necessitam a sustentação para analisar os produtos gerados e fazer sentido o produto do seu trabalho com intuito de ganhar a movimentação da introspecção	Organize a ferramenta em torno da semântica da disciplina Ofereça funcionalidade da estrutura de acordo com estratégias explícitas da disciplina Ofereça funcionalidade da estrutura de acordo com distinções conceituais explícitas da disciplina.	Interfaces baseadas em estratégias de trabalho Interfaces baseadas em conceitos de trabalho
	Use as representações que podem ser inspecionadas por aprendizes Forneça as representações que podem ser inspecionadas para revelar propriedades subjacentes dos dados Dê a aprendizes a capacidade de ligar "pontos de vista diferentes" sobre a mesma coisa Dê a aprendizes "pontos de vista variáveis" que permitam que manipulem diretamente (ou mudem) representações	Representações visuais manipuláveis

	Use as representações e a linguagem como uma ponte sobre a compreensão dos aprendizes Forneça conceitos visuais organizados para melhor acesso às funcionalidades Use a terminologia que construa nos estudantes conceitos intuitivos para descrever conceitos complexos	Mapas conceituais visuais
Articulação Os aprendizes necessitam de sustentação para expressar uma compreensão do trabalho como explicações e descrições do material que analisaram.	Facilite a articulação das descrições e das explicações Destaque características epistêmicas das explicações para dar suporte ao desenvolvimento de explicações científicas Destaque características epistêmicas das descrições para dar suporte ao desenvolvimento de descrições científicas	Áreas de textos de prompts e templates
	Facilite a articulação de planos de trabalho e progresso do aluno Dê a estudantes um espaço para facilitar o planejamento de aspectos do trabalho Forneça lembretes e orientação para facilitar o monitoramento	Ferramentas de planejamento e monitoramento

A proposta de Quintana et al. (2001b) direciona-se para a construção de *scaffolds* para ambientes cooperativos voltados para descoberta e exploração. Os autores apontam que uma linha futura de trabalho seria a proposta de *scaffolds* para softwares educacionais do tipo “tutor da aprendizagem”, conforme classificação proposta por Taylor (1980).

Outra tentativa de união entre IHC e interfaces educacionais é o Modelo de Representação de Apoio ao Aprendizado (MRA), apresentado na próxima seção.

3. Modelo de Representação de Apoio ao Aprendizado

Um dos passos para unir IHC e informática na educação é o MRA, um modelo proposto para o apoio ao desenvolvimento de ambientes educacionais, visando integrar o projeto da interface e o apoio educacional, para

levar o educador a refletir e descrever o tipo de apoio a ser oferecido ao aluno em cada etapa do sistema (Prates, Figueiredo, 2005).

MRA permite ao educador refletir sobre e descrever o tipo de apoio a ser oferecido ao aluno. Este apoio é posteriormente acrescentado ao modelo hierárquico de tarefas definido pelo *designer*. Uma vez que o tipo de apoio foi definido usando este modelo, suas instâncias são adicionadas ao Modelo Hierárquico de Tarefas. Desta forma, a equipe de projeto terá como resultado um modelo de tarefas enriquecido, que além de descrever os passos das atividades a serem executadas pelo estudante, descreve também o *scaffold* que será disponibilizado a ele em cada uma destas atividades.

MRA propõe cinco dimensões para representar o tipo de *scaffold* desejado. Na tabela 2, pode-se observar que enquanto as três primeiras dimensões são questões a serem definidas pelo educador, as duas últimas requerem decisão conjunta do educador e do *designer*.

Tabela 2. Dimensões do MRA

Dimensão	Descrição
Tipo	Tipo de apoio que pretende oferecer ao aluno
Apoio para	Objetivo educacional do apoio a ser oferecido, ou seja, como ele vai apoiar o aprendiz.
Associado a	A que tipo de atividade executada pelo aluno o apoio deve estar associado
Descrição	Descrição abstrata de como o apoio deveria funcionar no sistema
Especificação	Aspectos específicos de comportamento do apoio na aplicação

O MRA foi utilizado na descrição dos *scaffolds* oferecidos no sistema Ampliar – um sistema de apoio ao aprendiz do Método Simplex. Para ilustrar seu uso, apresentamos rapidamente a proposta do sistema Ampliar (Prates et al., 2002; Levorato Jr. et al., 2005) e a descrição do apoio oferecido ao aluno usando o MRA.

No ensino de Programação Linear, notou-se que os alunos apresentavam dificuldade em resolver os

problemas utilizando o Método Simplex, e consequentemente consolidar o seu aprendiz. A razão para era o alto custo em repetir passos quando erros algébricos aconteciam; e o tempo entre ter um desvio de conceito quando se resolvia um problema fora da sala de aula até retornar com o problema para o professor.

Como solução, foi projetado o sistema Ampliar. Ele permite que os alunos sejam liberados do trabalho de

corrigir as operações algébricas, focando nas decisões e passos envolvidos e superando uma interrupção imediatamente. Para oferecer aos estudantes um suporte educacional efetivo, os requisitos definidos foram:

- oferecer desempenho automático nas operações algébricas envolvidas em cada passo, evitando assim erros algébricos;

- estimular o estudante a entender e aprender sobre as decisões e conceitos envolvidos; e,
- oferecer significados ao estudante para sair de um problema que poderá resolver o problema.

Usando MRA, foram definidos os seguintes *scaffold* para o sistema (Prates e Figueiredo, 2005):

Tabela 3. Representação de Apoio ao Aprendizado para o Projeto Ampliar

Tipo	Parte Conceitual
Apoio para	Dominar um problema, ou entender melhor alguns conceitos fundamentais.
Associado a	Cada passo do Método Simplex bem como os elementos, ações e decisões.
Descrição	Baseado no Modelo de Help da Engenharia Semiótica (Silveira et al., 2004): questões que descrevem as potenciais dificuldades que os alunos poderiam ter e suas respostas devem ser definidas pelo professor (baseado em sua experiência)
Especificação	Questões para serem respondidas em cada passo: “O que é isso...” “Como eu faço...”, “O que faço agora...?”, “Porque”
Tipo	Incentivo à Reflexão
Apoio para	Reflete sobre uma decisão errada e tenta corrigi-la.
Associado a	Decisões
Descrição	Começa encorajando o aluno a refletir nos seus erros, e gradualmente oferece a ele mais informações sobre o que estava errado e como agir para consertar.
Especificação	Três níveis de mensagens de erro: (1) Falar qual decisão não estava correta e incentivar a reflexão sobre o erro. (2) Fornecer informação sobre o que o aluno deve considerar ao tomar a decisão. (3) Fornecer todas as informações necessárias para tomar a decisão e indicar outras referências, caso o aluno sinta que as informações não foram suficientes.
Tipo	Mapa de Opções
Apoio para	Obter uma visão geral de todas as opções envolvidas no processo.
Associado a	Definição da próxima ação ou passo
Descrição	Mostra todas as possibilidades para que o aluno possa escolher uma.
Especificação	Todas as opções devem estar disponíveis, mas não deve ser permitido ao aluno continuar se escolher uma opção que não faça sentido. Este último pode ser combinado com o apoio de Incentivo à Reflexão.

4. Proposta de *Scaffolds* em Dois Softwares Educacionais

A partir desta fundamentação, iniciou-se a análise de uma mostra de softwares educacionais brasileiros, visando verificar o tipo de apoio – *scaffold* – oferecido. Para analisar este apoio, foi realizado um levantamento dos sistemas educacionais disponíveis na Internet. A proposta da maioria dos softwares analisados era somente oferecer ao aluno um espaço de experimentação ou de observação de fenômeno.

Desta forma, o conceito de *Scaffold* não se aplicava. Mas para dois deles, Eduling e Simulador de Mecanismos de Alocação da CPU, o conceito poderia ser aplicado, por serem ambos os softwares educacionais desenvolvidos para serem tutores da aprendizagem. No entanto, nenhum dos dois apresentava *scaffolds* que pudessem orientar o aluno na construção do seu conhecimento. Assim, usando MRA apresentamos uma proposta de *scaffolds* para estes softwares. Esta proposta tem dois objetivos: (1) ilustrar como *scaffolds* poderiam

complementar o apoio oferecido ao aluno pelo sistema; (2) indicar como o MRA poderia ser utilizado pela equipe de design destes sistemas para a descrição destes *scaffolds*.

4.1 Eduling

Eduling (Dognini e Raabe, 2003) é voltado para o ensino de Linguagens Regulares. O software possibilita ao aluno experimentar a construção de autômatos e expressões regulares através de uma interface gráfica interativa. O aluno pode verificar a equivalência entre as diferentes representações de uma linguagem regular, bem como simular o reconhecimento de sentenças a fim de validar a linguagem construída.

Ao analisar o software, foram identificadas características e com base no MRA foi feita uma proposta de *scaffolds* que poderiam complementar o apoio oferecido pelo sistema., conforme tabela 4.

Tabela 4. Aplicação de MRA em Eduling.

Tipo	Parte Conceitual
Apoio para	Dominar a construção de linguagens regulares, ou entender melhor alguns conceitos fundamentais.
Associado a	Cada passo da construção de Linguagens Regulares bem como os elementos, ações e decisões.
Descrição	Através de um <i>cardápio</i> Tutorial o aluno poderá consultar os conceitos fundamentais para a construção de autômatos. Baseado no Modelo de Help da Engenharia Semiótica: questões que descrevem as potenciais dificuldades as quais alunos poderiam e suas respostas devem ser definidas pelo professor(baseado em sua experiência)“ (Seria o ideal).
Especificação	<i>Menu</i> de acesso a seis capítulos disponíveis. Cada capítulo é composto de textos, exemplos ilustrados e exercícios de múltipla escolha, onde o aluno pode verificar a compreensão que obteve do capítulo. “Questões para serem respondidas em cada passo: “O que é isso...” “Como eu faço...”, “O que faço agora...?”, “Porque” (Seria o ideal).
Tipo	Incentivo a Reflexão
Apoio para	Solucionar problemas
Associado a	Buscar soluções adequadas para os erros que cometeu
Descrição	O software apresenta os erros do autômato construído ao aluno, validando o mesmo quanto à minimização e inconsistências.
Especificação	O software deveria oferecer uma pista ou idéia de como solucionar tal dificuldade, assim o conhecimento deverá se dar através de simples descobertas.
Tipo	Avaliação dos Resultados
Apoio para	Resolução de problemas
Associado a	Definição da próxima ação ou passo
Descrição	Cria anteriormente os problemas que irão desafiar o aluno de acordo com a pertinência do conteúdo a ser trabalhado.
Especificação	O aluno tem a possibilidade de solucioná-las com o apoio do professor, que deve intervir quando for apropriado.

4.2 Simulador de Mecanismos de Alocação da CPU

Simulador de Mecanismos de Alocação da CPU (Viminey, 2004; Simulador) visa facilitar a tarefa de avaliar o impacto da implantação de um determinado mecanismo de alocação da CPU sobre um sistema

computacional. Para alcançar este objetivo, o simulador fornece aos usuários meios de criar mecanismos de alocação da CPU de forma personalizada e, em seguida, testá-los sobre diferentes condições de funcionamento.

A tabela 5 mostra os tipos de apoio que poderiam ter sido oferecidos.

Tabela 5. Aplicação de MRA em CPU

Tipo	Parte Conceitual
Apoio para	Entender melhor alguns conceitos fundamentais para melhor análise de simulações.
Associado a	Cada passo da configuração da simulação.
Descrição	Baseado no Modelo de Help da Engenharia Semiótica: questões que descrevem as potenciais dificuldades as quais alunos poderiam e suas respostas devem ser definidas pelo professor(baseado em sua experiência).
Especificação	Questões para serem respondidas em cada passo: “O que é isso...” “Como eu faço...”, “O que faço agora...?”, “Porque”
Tipo	Incentivo a Reflexão
Apoio para	Reflete sobre uma decisão de preenchimento de configuração errada e tenta achar a correta.
Associado a	Decisões
Descrição	Começa a encorajar o aluno a refletir sobre a consequência que poderá causar no caso de uma configuração errada.
Especificação	Dois níveis de mensagens (1) Explicação sobre as funcionalidades da interface, ou seja, o que faz cada botão e campos. (2) Explicação sobre o conteúdo da disciplina no caso de dúvida do que significa conceitualmente tal campo.
Tipo	Avaliação dos Resultados/ Visualização da Simulação
Apoio para	Obter uma visão do que acontece efetivamente após a simulação.
Associado a	Análise dos resultados

	Descrição	Mostra graficamente todos os passos que estão acontecendo com a CPU durante o processamento.
	Especificação	Mostra o relatório em texto onde o aluno pode verificar se a configuração feita por ele faz algum sentido. Senão tiver sentido o reporte não é impresso e o aluno poderá manualmente dar um <i>stop</i> na simulação e fazer nova configuração.

	Tipo	Parte Conceitual
	Apoio para	Entender melhor alguns conceitos fundamentais para melhor análise de simulações.
	Associado a	Cada passo da configuração da simulação.
	Descrição	Baseado no Modelo de Help da Engenharia Semiótica: questões que descrevem as potenciais dificuldades as quais alunos poderiam e suas respostas devem ser definidas pelo professor(baseado em sua experiência).
	Especificação	Questões para serem respondidas em cada passo levando em consideração a resposta de potenciais perguntas em relação ao sistema (elementos da interface e funcionalidades), quanto ao conteúdo representado. Algumas perguntas seriam: “O que é isso...?” “Como eu faço...?” “O que faço agora...?”, “Porque...?”, “O que isso representa...?”
	Tipo	Incentivo a Reflexão
	Apoio para	Reflete sobre uma decisão de preenchimento de configuração errada e tenta achar a correta.
	Associado a	Decisões
	Descrição	Começa a encorajar o aluno a refletir sobre a consequência que poderá causar no caso de uma configuração errada.
	Especificação	Três níveis de mensagens: (1) Explicação conceitual sobre os elementos envolvidos (2) Explicação sobre o impacto desta decisão no funcionamento da alocação da CPU (3) Explicação das considerações a serem feitas ao definir este valor, e se possível sugerir um valor
	Tipo	Avaliação dos Resultados/ Visualização da Simulação
	Apoio para	Obter uma visão do que acontece efetivamente após a simulação.
	Associado a	Análise dos resultados
	Descrição	Mostra graficamente todos os passos que estão acontecendo com a CPU durante o processamento.
	Especificação	Mostra o relatório em texto onde o aluno pode verificar se a configuração feita por ele faz algum sentido. Senão tiver sentido o relatório não é impresso e o aluno poderá manualmente dar um <i>stop</i> na simulação e fazer nova configuração.

Usando o MRA descrevemos acima os tipos de scaffolds que poderiam ser interessantes para os alunos usuários dos dois softwares considerados. Acrescentando a esta descrição as diretrizes propostas no *framework* de Quintana et al. (2001), apresentamos

na tabela 6 uma generalização dos scaffolds que poderiam ser incluídos nestes sistemas e algumas sugestões de como o scaffold poderia ser apresentado ao aluno.

Tabela 6. Scaffolds em Eduling e em CPU

	Definição	Exemplos
Parte Conceitual	Este apoio tem o objetivo de fornecer ao aluno um melhor entendimento dos conceitos para que o aluno possa obter um melhor entendimento do que será “ensinado” pelo software.	Roteiro de Atividades e Dicas. Guia lógico de Atividades.
Incentivo à Reflexão	Busca a reflexão do aluno através da resolução de problemas resolvidos por ele próprio com a ajuda do sistema. Neste ponto o aluno deverá decidir qual o próximo passo que deverá ser seguido, sendo que o software poderá exibir mensagens com dicas de como resolver alguma eventual dúvida.	Interfaces baseadas em estratégias de trabalho. Interfaces baseadas em conceitos. Inspeccionar e Manipular representações visuais. Mapeamento de conceitos visuais. Linguagem do mundo real em lugar de termos técnicos.
Avaliação dos Resultados	Permite que o aluno verifique o resultado alcançado de modo a perceber se os resultados fazem sentido. Em uma nova execução dos passos para resolução de problemas, o aluno já terá aprendido com a primeira execução do problema e provavelmente já terá aprendido com as mensagens lidas anteriormente e na maioria vezes as abandonará.	Ferramentas de Monitoramento e Planejamento. Lembretes de texto de conteúdo na tela.

5. Conclusões

Neste trabalho apresentamos o conceito de scaffold e algumas propostas de como apoiar a sua concepção e desenvolvimento em sistemas educacionais. Uma análise de diversos softwares educacionais brasileiros mostra que muito poucos fazem uso desta estratégia para apoiar o aprendizado. Assim, com o propósito de colaborar no debate sobre a melhoria do projeto de software educacional, foi realizado um estudo de dois softwares – Eduling e CPU.

Com base neste estudo, foi feita uma descrição utilizando o MRA de possíveis *scaffolds* a serem incluídos nestes sistemas., nos quais poderia ter sido aplicado o MRA. Verificou-se que três tipos de apoio poderiam ser oferecidos, um referente à parte conceitual, outro de incentivo à reflexão sobre a tarefa que sendo realizada com o suporte do software e uma última com algumas formas de ajuda para que o aluno avalie os resultados de suas ações.

Para apoiar a operacionalização destes apoios, foram selecionados do framework proposto por Quintana et al. (2001) alguns exemplos de *scaffolds*.

As propostas de *scaffolds* feitas neste trabalho, nos levam a supor que uma das razões pelas quais eles não são encontrados com frequência em softwares educacionais brasileiros é o seu alto custo de implementação. Na fase do *design*, a equipe formada pelo professor e o projetista de software devem avaliar as eventuais dificuldades na realização da tarefa mediada pelo software e propor *scaffolds* compatíveis.

Para sucesso de interfaces educacionais que possuam *scaffolds*, o professor precisa ter conhecimento prévio das dificuldades dos alunos e das formas com as quais as dificuldades podem ser superadas. O projetista, por seu lado, tem que entender o objetivo educacional do professor e traduzir o objetivo em elementos de interface que representem os *scaffolds* desejados. Há também uma limitação tecnológica, ou seja, não existem ferramentas prontas que facilitem ao projetista a construção de softwares educacionais com *scaffolds*. Talvez a existência de um framework de classes/repositórios de componentes poderia ser útil.

Referências Bibliográficas

- [1] Dognini, M. J.; Raabe, A. L. (2003). EduLing - Software Educacional para Linguagens Regulares. *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* - Rio de Janeiro, RJ, Brasil – 2003. Disponível em <http://www.nce.ufrj.br/sbie2003/publicacoes/paper24.pdf>. Data de acesso 28/01/2007
- [2] Ferreira, P. P. (2005). Uma Proposta de Aplicação do Modelo de Sistema de Ajuda de Engenharia Semiótica para Ambientes de Apoio ao Aprendizado. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Departamento de Informática e Ciência da Computação, IME, UERJ, Rio de Janeiro, Brasil/Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2005.
- [3] Levorato Jr., M., Prates, R. O.; Figueiredo, R. M. V.; (2005). AMPLIAR: Um software multiplataforma de apoio ao aprendizado do Método Simplex. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática e Educação 2005, Mostra de Software*.
- [4] Lewis, C.; Brand, C.; Cherry, G.; Rader, C. (1998). Adapting user interface design methods to the design of educational activities. *Conference on Human Factors in Computing Systems*. Los Angeles, Califórnia. Pages. 619 – 626
- [5] Prates, R. O.; Figueiredo, R. M. V.; Bach, C. F. (2002). Projeto de um Ambiente de Aprendizado para Complementar o Ensino do Método Simplex em Sala de Aula. In: Luiz Mariano Carvalho. (Org.). *Historia e Tecnologia no Ensino de Matemática*.
- [6] Prates, R. O.; Figueiredo, R. M. V. (2005) An Experience with an Enriched Task Model for Educational Software. In: *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2005)*, New York: ACM, 2005.
- [7] Preece, J.; Rogers, Y.; Benyon, D. (1994). *Human-computer interaction*. Wokingham, England. Addison-Wesley.
- [8] Quintana, C., & Fishman, B. (2006). Supporting science learning and teaching with software-based scaffolding . *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA.
- [9] Quintana, C., Carra, A., Krajcik, J. and Soloway, E. (2001a) Learner-Centered Design: Reflections and New Directions. In J.M. Carroll (Ed.) *Human Computer Interaction in the New Millennium*, ACM Press, 605-626.
- [10] Quintana, C., Krajcik, J., & Soloway, E. (2001b). Exploring a Description and Methodology for Learner-Centered Design. In W. Heineke & L. Blasi (Eds.), *Methods of Evaluating Educational Technology*. Vol. 1. Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- [11] Simulador de Mecanismos de Alocação da CPU. In <http://www.ime.uerj.br/~alexsz/cursos/so1/>
- [12] Vimeney, A. N. (2004). Simulador de Mecanismos de Alocação da CPU. *Trabalho de Conclusão de Curso*, Departamento de Informática e Ciência da Computação, IME, UERJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2004