



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



TITULO: Sequenciador Inteligente de Atividades no Projeto Luz do Saber

EJE: Extensión, docencia e investigación

AUTORES: Marco Aurelio de Carvalho

Maria de Fátima Ramos Brandão

REFERENCIA INSTITUCIONAL: Departamento de Ciência da Computação
Universidade de Brasília (UnB)

CONTACTOS: marco@cic.unb.br , fatimabrandao@gmail.com

Abstract. *This paper describes a system to sequence learning objects to be used in the Luz do Saber literacy tutoring system developed in the State of Ceará Education Secretary in partnership with the REID Project. This tutoring system is being used in a large number of schools over the State, for teaching basic literacy skills for children, youngsters and adults, and it requires a high attention degree of tutors in its administration, since the target public is formed by illiterates. The introduction of an intelligent learning objects sequencing system aims at providing the tutorial with a greater application autonomy, thus allowing enhancing its range and effectiveness.*

Resumo. *Este artigo descreve o sequenciador de objetos de aprendizagem a ser usado na aplicação do sistema tutorial de alfabetização Luz do Saber, desenvolvido no âmbito da Secretaria de Educação do Estado do Ceará e no Projeto REID – Rede de Extensão para Inclusão Digital. O tutorial está em uso em inúmeras escolas no Estado, sendo presentemente dirigido a perfís básicos de alfabetização de crianças, jovens e adultos, e requer alto grau atenção de tutores em sua aplicação, dado ao fato de seu público-alvo ser composto por indivíduos não alfabetizados. A introdução de um sistema inteligente de sequenciamento de objetos de aprendizagem visa conferir ao tutorial uma maior autonomia em sua aplicação, permitindo ampliar o seu alcance e efetividade.*



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



1 – Introdução

O Projeto Casa Brasil é uma iniciativa do Governo Federal do Brasil, desenvolvida no período de 2005 e 2009, com o objetivo de avaliar um modelo de política pública de inclusão digital e social, estruturado no âmbito de vários ministérios e organizações públicas. Durante sua execução, foram implantadas 86 unidades Casa Brasil em comunidades de baixo IDH, distribuídas pelo país.

As unidades consistiam de edificações de pelo menos 300 metros quadrados, com seis módulos: um telecentro com 20 estações, um auditório, uma sala de leitura, um laboratório de montagem e reciclagem de computadores (ou um laboratório de divulgação da ciência), um estúdio multi-mídia e um laboratório para produção de programas de rádio comunitária ou rádio-web. As edificações eram disponibilizadas pelas organizações parceiras do Projeto, que também eram responsáveis pela logística de funcionamento. As unidades recebiam os equipamentos e mobiliários, recursos financeiros para custeio, e dispunham de seis bolsistas cada, para administrá-las e dar atendimento à população. Na avaliação final, realizada em 2010, 54 unidades obtiveram avaliações positivas em suas execuções e foram indicadas para continuar sua operação com o apoio e fomento de bolsas.

O Programa Rede de Extensão para Inclusão Digital (REID/Casa Brasil) foi concebido para dar continuidade às iniciativas do Projeto Casa Brasil, a partir de 2010, contando com a participação das Universidades em atividades de Extensão Universitária. A REID/Casa Brasil encontra-se em plena execução, com o apoio e fomento do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT e do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

A concepção de integração das ações do Casa Brasil na produção de conhecimento via atividades de extensão aponta para uma concepção de articulação universitária em que a relação com a sociedade passa a ser encarada como necessária à vida acadêmica e que pode ocorrer pela troca de saberes acadêmico e popular, tendo como consequência a democratização do conhecimento e a participação efetiva da sociedade na atuação da universidade, bem como nela resultante. No âmbito do CNPq, esse tipo de fomento representa um importante avanço do Governo Federal no apoio à pesquisa e extensão, pela via da Ciência e Tecnologia, estabelecendo-se relações bidirecionais institucionalizadas de extensão no processo de integralização curricular e de desenvolvimento social. A comunidade extensionista poderá contar com frentes de trabalho e pesquisa no âmbito do Projeto Casa Brasil, tendo um grande potencial de realização de investigação nesse contexto.

O Projeto Luz do Saber é fruto de uma parceria entre Casa Brasil, Secretaria de Educação do Estado do Ceará, Casa da União/CEBUDV e UnB, que permitiu a construção de um programa para auxiliar na alfabetização de jovens e adultos. O programa está disponível na Internet e é usado nas escolas públicas do Estado do Ceará e em diversas iniciativas educacionais distribuídas no País. O Luz do Saber possui um grande número de objetos de aprendizagem que são apresentados aos alunos em computadores, sempre sob a supervisão de tutores, uma vez que a população alvo do programa é composta por



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



personas de baixo nível de escolaridade que têm dificuldades de lidar sozinhas com o computador.

O SIAI (Sequenciador Inteligente de Atividades na Internet) é um sistema desenvolvido para a Web, que visa dar suporte a tutoriais de ensino para promover o acompanhamento pedagógico dos alunos e o sequenciamento de suas atividades (objetos de aprendizagem) de acordo com o desempenho individual. Trata-se de um sistema especialista, que modela o conhecimento do estudante a partir do modelo do domínio de conhecimento e das estratégias de ensino definidos por um pedagogo especialista no tema de aprendizagem em questão. Para tanto, o SIAI permite a modelagem do domínio de conhecimento, através da LDAC – Linguagem de Definição da Árvore do Conhecimento. Para a declaração das estratégias de ensino o SIAI utiliza a LDEE – Linguagem de Definição das Estratégias de Ensino.

O SIAI foi implementado em Java e banco de dados PostgreSQL, e é disponibilizado na internet em servidor Apache-Tomcat 6. Suas interfaces com os pedagogos e administradores permitem a declaração do domínio de conhecimento, das estratégias de ensino e a manutenção do cadastro de alunos. O sistema oferece um conjunto de ferramentas gráficas para avaliar o desempenho dos estudantes, seja no âmbito individual ou coletivo, além de avaliar a efetividade das estratégias de ensino em uso.

A interface com alunos é feita por objetos de aprendizagem que interagem com o estudante, propondo-lhes tarefas específicas do domínio de conhecimento, resultando numa medida de desempenho na tarefa (avaliação). Os objetos de aprendizagem não fazem parte do SIAI, mas devem ser a ele declarados e integrados, para que o sistema possa estabelecer e controlar individualmente a administração de tais objetos, de acordo com o desempenho do estudante. De cada objeto de aprendizagem submetido ao aluno, o SIAI espera em retorno uma medida de desempenho (0 a 100). Este valor será apropriado ao modelo do estudante, permitindo ao sistema a escolha da próxima atividade a ser realizada pelo aluno.

Dessa forma, a capacidade de sequenciamento do SIAI representa um interessante complemento ao Luz do Saber. A integração do SIAI ao Luz do Saber se dará pelo desenvolvimento de uma nova interface com o estudante, que substituirá a atual. Na nova interface, após a identificação do aluno, será feita uma comunicação com o SIAI solicitando a próxima atividade a ser apresentada ao mesmo. A história pregressa do aluno no tutorial fica armazenada nos arquivos do SIAI, permitindo a continuidade do aprendizado a partir do último ponto estudado.

O sistema SIAI pode ser usado em tutoriais de qualquer área de conhecimento, desde que lhe seja fornecida a árvore de conhecimento e as estratégias de ensino, descrevendo como lidar com a particular área, relacionando-o com os objetos de aprendizagem que serão utilizados no tutorial.

Os objetos de aprendizagem podem ser construídos em qualquer tecnologia, podendo inclusive contemplar procedimentos "off-line". Se forem objetos computacionais, poderão ser acionados pelo SIAI, desde que o desempenho do estudante seja comunicado ao sistema ao final de sua execução. Atividades "off-line" poderão ser disparadas pelo sistema, desde que o professor ou tutor responsável assuma a responsabilidade de mais

tarde comunicar ao SIAI o desempenho do estudante na tarefa. Objetos de aprendizagem já existentes poderão ser utilizados, desde que adaptados para devolver a medida de avaliação (em percentual) ao final de sua execução.

2 – Árvore do Conhecimento

O Domínio do Conhecimento é definido pela Árvore do Conhecimento implementada pela Linguagem de Definição da Arvore de Conhecimento - LDAC. A definição envolve uma hierarquização dos tópicos em estudo, semelhante àquelas tão comuns em índices de livros didáticos. Para exemplificar usaremos parte do domínio de conhecimento do tutorial do Projeto Luz do Saber.

O Luz do Saber é um programa de alfabetização de jovens e adultos, baseado nas metodologias de Paulo Freire [Freire 1981] e Emilia Ferreiro e Ana Teberoski [Ferreiro 1999], e utiliza o conceito de "Temas Geradores", que são palavras escolhidas cuidadosamente para despertar o interesse da comunidade envolvida e estimular a conscientização dos temas importantes para o seu crescimento social e político. As atividades de aprendizado propostas aos estudantes são realizadas no contexto dessas palavras, que são exploradas em um esquema de complexidade crescente e progressiva. A Figura 1 apresenta um exemplo de uma estrutura parcial da árvore de conhecimento do Luz do Saber.

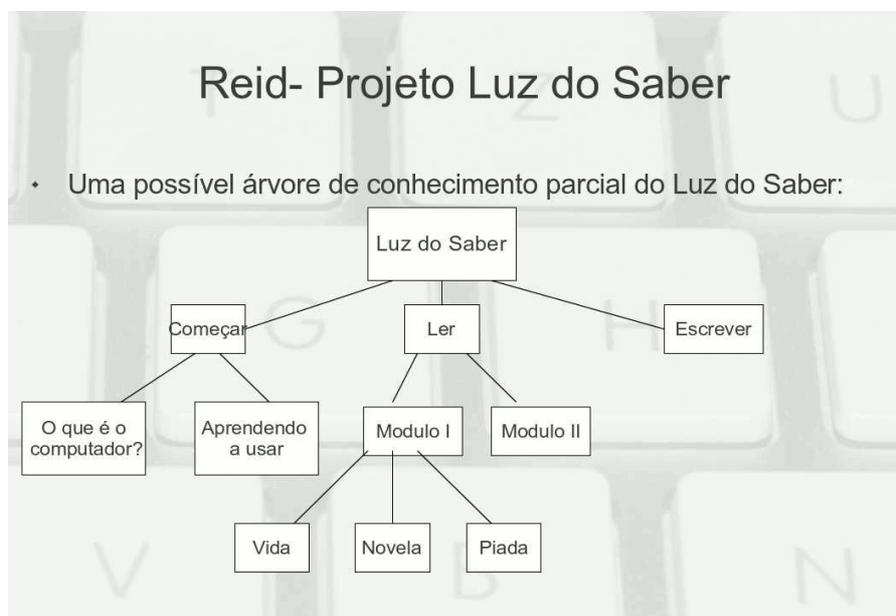


Figura 1– Estrutura parcial do Projeto REID/Luz do Saber

A árvore de conhecimento ilustrada anteriormente pode ser representada em LDAC da seguinte forma:

% Luz do Saber - Árvore do Conhecimento

1 - Luz do Saber.

1.1 - Começar: habilidades motoras, habilidades auditivas, habilidades cognitivas.

1.1.1 - O que é o computador.

Prep "Video Introdutorio" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/videorato.avi>".



1.1.2 - Aprendendo a usar o computador.

- Prep "Noções do Mouse" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/mouse.jsp/>".
- Licao "Nocoos do Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/tec.jsp/>".
- Exemplo "Uso do Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/usotec.jsp/>".
- Exercicio "Pratica com Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/prattec.jsp/>".
- Teste "Teste com Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/testetec.jsp/>".
- Teste "Teste com Mouse" complexidade 2 url "<http://luzdosaber.gov.br:8080/testemouse.jsp/>".

1.2 - Ler: codificacao, decodificacao.

1.2.1 - Modulo I - Palavras Geradoras: associacao contextual.

1.2.1.1 - Vida.

- Prep "A palavra Vida" complexidade 1 URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/vida.jsp/>".
- Licao "Família Vocalica Vida" complexidade 1 URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/famvida.jsp/>".
- Exemplo "Identificar Silabas Vida" complexidade 1 URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/idvida.jsp/>".
- Exercicio "Arrastar silabas vida" URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/arrastevida.jsp/>".
- Teste "Bingo Vida" complexidade 1 URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/bingovida.jsp/>".
- Teste "Jogo Memoria Vida" complexidade 2 URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/memoriavida.jsp/>".
- Relax "Jogo da Forca Vida" complexidade 1 URL "<http://luzdosaber.gov.br:8080/forcavida.jsp/>".

1.2.1.2 – Novela.

... (etc.)

A linguagem LDAC, portanto, é uma linguagem textual, cujos comandos são compilados para definir as estruturas de dados para armazenar o modelo do conhecimento do especialista e dos estudantes, e para dar a base semântica para os comandos da LDEE. Na prática, como no índice de um livro didático, o domínio de conhecimento é hierarquizado e as atividades de ensino são relacionadas.

As atividades podem ser de seis tipos diferentes: Preparação, Lição, Exemplo, Exercício, Teste, Relaxamento. A LDAC aceita alternativas como "prep" ou "Prep" ou "exercício" ou "licao", ou "lesson" ou "Example", ou "relax", por exemplo. Em princípio, a ordem de escolha das atividades dentro de um tópico é a ordem de apresentação dos tipos acima. Atividades do mesmo tipo no mesmo tópico são ordenadas pela "complexidade" (de 1 a 5) e pela ordem de aparição.

Os tópicos que possuem tópicos descendentes (subordinados hierarquicamente) são chamados "ramos" e não podem possuir atividades associadas. Os tópicos sem descendentes são chamados "folhas" e devem ter uma ou mais atividades associadas. A declaração de uma atividade começa com a declaração do tipo, seguido do nome, entre aspas. Após o nome da atividade podem vir a complexidade e a graduação do *expert*. Se esses parâmetros não forem declarados serão assumidos os valores "1" e "100", respectivamente. O grau de *expertise* declarado em uma atividade pode reduzir os índices para que o desempenho do estudante possa ser considerado *suficiente*, *bom*, *excelente*, etc. Por exemplo, com a declaração "*expert 50*", um



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



estudante que obtenha o percentual 50 naquela atividade terá desempenho considerado excelente.

A URL (*Universal Resource Locator*) do objeto de aprendizagem precisa ser fornecida entre aspas. É o localizador do programa que implementa a atividade na Internet. Esse parâmetro será passado ao programa gerenciador do tutorial para que o mesmo possa disparar a atividade. O programa que implementa a atividade, por sua vez, deverá fornecer o resultado da avaliação do estudante que a realiza, em um índice percentual, para que o SIAI o aproprie no modelo do estudante. A declaração da URL deve ser entre aspas, seguida de um ponto. A declaração de URL é o último atributo de uma atividade.

A LDAC é uma linguagem computacional definida formalmente através da linguagem BNF (Backus-Naur Form):

Linguagem de Definição de Arvore do Conhecimento – Gramatica LDAC

```
<programa LDAC> ::= <cláusula LDAC> | <programa LDAC> <cláusula LDAC>
<cláusula LDAC> ::= <número hierarquico> <nome do nodo> <lista de habilidades> <atividades>
<número hierarquico> ::= <número com ponto> -
<número com ponto> ::= <digito> | <digito> <digito com ponto>
<digito com ponto> ::= . <digito> | <digito com ponto> . <digito>
<digito> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
<nome do nodo> ::= <sentença>
<sentença> ::= /* sentença de caracteres sem pontos ou dois pontos */
<lista de habilidades> ::= : <sinal de exclusao> <habilidades> . | <sinal de exclusao> .
<habilidades> ::= <habilidade> <lista de habilidades> | <habilidades> , <habilidade>
<habilidade> ::= <sentença>
<sinal de exclusao> ::= <vazio> | #
<vazio> ::= /* sentença vazia, sem nenhum caractere */
<atividades> ::= <atividade> <atividades> | <atividade>
<atividade> ::= <tipo de atividade> <nome da atividade> <complexidade> <expertise> <identificação>
. | <vazio>
<tipo de atividade> ::= Prep | Licao | Exemplo | Exercicio | Teste | Relax
<nome da atividade> ::= " <sentença> "
<complexidade> ::= complexidade <digito> /* de 1 a 5 , em ordem crescente */
<expertise> ::= expert <nota> | <vazio>
<nota> ::= /* número inteiro entre 0 e 100, inclusive */
<identificação> ::= URL /* URL da aplicação ou programa */
```

Além da visão hierarquizada inerente à árvore de conhecimento, o SIAI implementa o conceito de habilidades, que é transversal à hierarquia arbórea. Com as habilidades será possível favorecer a execução de atividades contrariando a sequência estabelecida pela árvore. O conceito de habilidades não será descrito neste artigo. Da mesma forma, as estratégias de ensino permitirão que os percursos naturais da árvore sejam alterados, dependendo do desenvolvimento de cada aluno.

3 – Estratégias de Ensino

As Estratégias de Ensino objetivam formalizar a experiência do professor especialista no trato com os seus estudantes. Um exemplo simples pode ser dado



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



no campo do Cálculo Integral, na Matemática - o conceito de integração é intrinsicamente ligado ao conceito de derivação e normalmente os professores e os livros didáticos exploram esses temas nessa sequência.

Se o aluno está tendo dificuldades na compreensão dos conceitos de integração e na realização dos seus exercícios, o professor pode lançar mão de revisões do conceito de derivação, indicar mais alguns exercícios e rerepresentar os conceitos de integração. Quando os alunos continuam com dificuldades, pode-se ir além, testando suas habilidades de lidar com manipulações algébricas, e depois retornar aos conceitos posteriores. Nessas revisitas a conceitos anteriores, pode-se apresentar novos exemplos e exercícios que não teriam sido vistos na primeira passagem, para oferecer material de reforço. Essa é uma atitude pedagógica, baseada na experiência do ensino da matemática com milhares de alunos.

A Linguagem de Definição de Estratégias de Ensino - LDEE possui construções para que o especialista expresse sua experiência, tanto com alunos que possuem facilidade em lidar com os novos conceitos, liberando o acesso a lições e exercícios mais avançados, como com alunos que possuem dificuldades e necessitam de reforços e revisões [Carvalho 2001] [Major 1995]. Dessa forma, as Estratégias de Ensino são agrupadas em cláusulas de um programa LDDE e constituem um recurso vital para a escolha da próxima atividade a ser realizada pelo estudante. Elas são construídas pelo pedagogo especialista, e podem ser revistas e modificadas sempre que o resultado do aprendizado coletivo é percebido como insatisfatório.

A Árvore do Conhecimento, tal qual a estrutura do domínio de conhecimento organizado em um livro didático é estática, e é concebida de forma a ordenar seu conteúdo em ordem hierárquica e padrão. A leitura de um livro ou de uma árvore de conhecimento é supostamente feita na ordem de apresentação. Entretanto, existem aqueles alunos que navegam pelo livro de forma diversa, de acordo com seus conhecimentos anteriores. As estratégias de ensino existem para contemplar os casos fora do padrão, que na realidade parecem ser a maioria.

No SIAI foram definidos seis tipos de atividades (mostrados abaixo). Dentro de um mesmo tópico, a ordem de escolha padrão para o tipo de atividade será:

Preparação -> Lição -> Exemplo -> Exercício -> Teste -> Relaxamento

As atividades do tipo *Preparação* são destinadas a promover motivação do tópico a ser focado. Podem ser vídeos, animações ou depoimentos visando preparar e motivar os estudantes para o tema. As atividades do tipo *Lição* são aquelas que conduzem o conteúdo do tema de maneira mais formal - contém definições, explicações, arazoados, enfim, expressam a parte formal do conteúdo.

As atividades do tipo *Exemplo* visam mostrar a aplicação dos conceitos na realidade do tema. Podem ser exercícios resolvidos, técnicas de solução, etc. Os *Exercícios* são



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



pequenos testes em unidades menores do tópico, e visam mostrar dar oportunidade ao estudante de aprender a usar os conceitos do tópico. Os *Testes* devem avaliar a aquisição dos conhecimentos do tópico já de uma forma mais global - um teste deve ser capaz de avaliar as diversas facetas do conhecimento administrado.

Finalmente, as atividades de *Relaxamento* destinam-se a concluir o aprendizado do tópico com ações lúdicas e compensatórias para os estudantes. Podem ser apresentadas histórias bem humoradas, músicas, *cartoons*, etc., e devem apresentar-se como prêmios para o estudante.

Todos os tipos de atividades são opcionais, e essa tipificação é uma sugestão do SIAI de como os objetos devem ser apresentados. Claramente, a propriedade de uso de qualquer tipo de atividade depende integralmente do domínio do conhecimento, do público alvo, da disponibilidade de objetos de aprendizagem que possam se enquadrar nessa tipificação, e das condições dos responsáveis pelo tutorial de construir objetos com tais características.

Da mesma forma, o SIAI espera de qualquer objeto de aprendizagem uma medida de avaliação, em termos percentuais, do rendimento do estudante. Em alguns casos será necessária alguma criatividade para atribuição de tais valores. Por exemplo, pode-se forçar a realização de uma sequência de *exercícios* dentro de um tópico, atribuindo-se um valor máximo de avaliação bem inferior à totalidade (100%) mesmo no caso do estudante ter acertado completamente um exercício. Um valor de 50%, que é considerado "suficiente", por exemplo pode forçar a realização de um outro exercício dentro do mesmo tópico caso a estratégia exija rendimento "bom" (acima de 69%) para que não sejam realizados mais exercícios naquele tópico. Nesse caso, a partir do segundo ou terceiro exercícios a pontuação já pode ser suficiente para que o estudante deixe os exercícios do tópico.

Como outro exemplo, uma atividade do tipo *Relaxamento* pode ter avaliação de 100% independentemente de qualquer outro parâmetro, porque tal atividade não tem (supostamente) importância na formação do conteúdo. As construções da LDEE permitirão variações tanto no sequenciamento dos tópicos quanto nos tipos de atividades dentro de um tópico.

Vamos agora focar na construção das estratégias de ensino. O SIAI é, essencialmente, uma máquina de escolha de atividades de ensino para o estudante, baseada na *Árvore do Conhecimento* e nas *Estratégias de Ensino*. Uma vez definida a *Árvore de Conhecimento* de nosso tutorial, e na ausência de uma estratégia explícita, a primeira atividade a ser escolhida pelo sistema seria, no nosso exemplo, o "Video Introdutório", que é uma atividade de *preparação* do tópico mais simples (o primeiro da hierarquia):

1.1.1 - O que é o computador.

Prep "Video Introdutorio" complexidade 1 url "<file:///home/marco/videorato.avi>".

Porém, no caso de não haverem estratégias de ensino declaradas, a próxima atividade escolhida pelo sistema seria a mesma anterior, pois é a mais indicada pela *Árvore do Conhecimento*, que é estática.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



A primeira regra estratégica, para evitar que fiquemos eternamente na mesma atividade, é a suspensão de uma atividade logo depois de sua execução, por um número determinado de vezes. A declaração

suspende vencedor (10)

fará com que a atividade “Vídeo Introdutório” só seja escolhida de novo daqui a 10 rodadas. Isso dará chance de serem escolhidas as próximas 9 atividades, na sequência padrão. Mas isso também não satisfaz, uma vez que o sistema passaria a oferecer eternamente a mesma sequência. Se tivéssemos 100 atividades e declarássemos “suspende vencedor (100)”, com única estratégia a ser considerada, as atividades seriam oferecidas em ordem fixa de forma cíclica (1, 2, 3, etc. até 100), o que também não interessa, pois nesse caso teríamos um tutorial com ordenação fixa de atividades para todos os alunos.

Portanto, devem haver outros mecanismos para complementar a declaração “suspende”. Esses mecanismos são as declarações condicionais e de ação. Essas declarações é que de fato oferecerão os recursos necessários para a personalização do ensino e aprendizado.

Qualquer dos tópicos do domínio ou qualquer habilidade podem ser objetos de declarações condicionais e de declarações de ação. As condicionais são implementadas pelo comando “se” e as de ação pelos comandos “inclui”, “exclui”, “suspende” e “favoreça”. As declarações condicionais permitem investigar o histórico do estudante em atividades passadas em cada tópico e daí tomar ações, que podem ser de suspensão ou de reativação de atividades suspensas. Assim, de forma semelhante ao bloqueio temporário realizado pela declaração “suspende”, porém de forma dinâmica, o sequenciador poderá retirar ou adicionar atividades como candidatas à seleção em cada momento que o estudante solicitar uma atividade. Por exemplo, no comando:

*se teste (Chuva) mais_que bom então exclui exercicio (Chuva),
exclui exemplo(Chuva), exclui prep (Chuva), exclui licao (Chuva),
exclui teste (Chuva).*

será avaliada a média de execuções de atividades do tipo “teste” no tópico “Chuva” e se o resultado for “mais_que bom” nenhuma atividade dos tipos “exercício”, “exemplo”, “preparação”, “lição” ou mesmo “teste” do tópico “Chuva” poderá ser escolhida no futuro. Todas essas atividades serão excluídas da próxima escolha.

As declarações condição-ação são executadas sequencialmente, portanto, nada impede que uma declaração posterior venha a superpor-se à anterior, reabilitando atividades para concorrer à próxima corrida.

Por exemplo, poderíamos declarar que:

se exercicio (Cartao postal) menos_que suficiente então inclui exercicio (Chuva).

Isso reabilitaria eventuais exercícios de Chuva, feitos há mais do que 10 corridas (se o parâmetro de “suspende” for 10). Seria uma decisão do pedagogo – no caso, ele estaria



considerando que a realização de mais exercícios do tópico “Chuva” concorrerem para a habilitação do aluno aos exercícios de “Cartao Postal”. Esta última declaração seria colocada em algum lugar das estratégias depois da declaração anterior.

Observe-se que os termos entre parênteses referem-se a tópicos de conhecimento definidos na árvore de conhecimento, e devem ser escritos de forma idêntica àquela usada na árvore.

A definição completa da LDEE, expressa em BNF, é apresentada a seguir.

Linguagem de Definição da Estratégia de Ensino – Gramática de LDEE

```
<programa LDEE> ::= <cláusula LDEE> | <cláusula LDEE> <programa LDEE>
<cláusula LDEE> ::= <comando se> | <comando de acao>
<comando se> ::= se <expressao booleana> entao <cláusula LDEE> . |
    se <expressao booleana> entao <cláusula LDEE> senao <cláusula LDEE> .
<expressao booleana> ::= <booleano primario> |
    <expressao booleana> e <expressao booleana> |
    <expressao booleana> ou <expressao booleana> |
    nao <expressao booleana> |
    ( <expressao booleana> )
<booleano primario> ::= <atributo de atividade> ( <nome do nodo> ) <relacao> <grau> |
    <grau> <relacao> <grau> |
    <atividade> ( <nome do nodo> | qualquer ) visitado |
    <atividade> ( <nome do nodo> | qualquer ) marcou ( <grau> )
<atributo de atividade> ::= media | licao | exemplo | exercicio | teste | prep | relax
<relacao> ::= igual_a | difere_de | mais_que | menos_que | nao_mais_que | nao_menos_que
<grau> ::= pobre | suficiente | bom | excelente | <valor> | <variavel> | <variavel do sistema>
<valor> ::= <inteiro> | - <inteiro>
<inteiro> ::= <digito> | <inteiro> <digito>
<atividade> ::= licao | exemplo | exercicio | teste | prep | relax
<variavel> ::= /* any sequence of letters different from grammar elements */
<comando de acao> ::= <acao primaria> | <acao primaria> , <comando de acao>
<acao primaria> ::= inclui <atividade> ( <nome do nodo> | qualquer ) |
    exclui <atividade> ( <nome do nodo> | qualquer ) |
    favoreça <atividade> | <habilidade> ( <nome do nodo> | qualquer ) |
<variavel> = <formula> |
    rank <atividade> <habilidade> ( <nome do nodo> | qualquer ) <fator> |
    suspende vencedor ( <inteiro> | <variavel> ) |
    suspende <atividade> ( <nome do nodo> | qualquer ) ( <inteiro> | <variavel> ) |
    expertise ( <dominio> ) = <inteiro>
<dominio> ::= <nome do nodo> | <habilidade> | <nome do nodo> , <habilidade>
<fator> ::= <operador unario> <variavel> | <operador unario> <inteiro>
<operador unario> ::= + | -
<formula> ::= <formula primaria> | <formula> <operador> <formula> | ( <formula> )
<formula primaria> ::= <membro> <operador> <membro> | - <membro> | <membro>
<membro> ::= <variavel> | <valor> | <variavel do sistema>
<operador> ::= + | - | * | / | mod | % | ^
```

4 - Aplicação ao Luz do Saber

O Projeto Luz do Saber vem sendo desenvolvido já há mais de três anos e já dispõe de um grande número de atividades para auxílio ao ensino de alfabetização [Carvalho et al 2008]. Sua principal interface é um conjunto de menús que permitem a escolha da atividade a ser administrada ao aluno. Como os alunos são quase totalmente analfabetos é necessária a presença de um professor ou tutor que orienta e supervisiona as atividades dos estudantes. O sistema tem acesso público e gratuito, e a Secretaria de Educação do Estado do Ceará promove encontros, seminários e oficinas para orientar a aplicação do tutorial. Os professores podem modificar os objetos de aprendizagem já disponíveis, além de introduzir novos objetos para uso em suas aulas. O sistema pode ser acessado no URL <http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br/>, onde são também encontradas instruções para uso, links para *downloads* de versões *off-line* e outras informações.



Figura 2 – Menú inicial do Luz do Saber

Como pode ser visto na Figura 2, o sistema apresenta um menú básico para escolha da atividade a ser realizada. A maior parte das atividades hoje disponíveis são relativas a perfís bem básicos, de codificação e decodificação de palavras.

Na opção “Começar” (Figura 3) serão realizados exercícios para familiarizar o aluno com os computadores: exercícios de uso de mouse, teclado, etc.



Figura 3 – Menú Começar

Na opção “Ler” (Figura 4) está a maioria dos exercícios hoje utilizados, explorando palavras geradoras escolhidas pelos pedagogos do projeto. As palavras geradoras dão origem aos grupos vocálicos em estudo, além de oferecerem os temas a serem explorados. Dessa forma, por exemplo, a palavra “vida” oferece os grupos va-ve-vi-vo-vu, da-de-di-do-du e propicia a discussão de diversos aspectos relaciona-dos como o dia-a-dia dos alunos. Com a escolha adequada de temas geradores procura-se oferecer estímulos vocálicos de complexidade crescente.



Figura 4 – Menú Ler

A Figura 5 ilustra a atividade denominada “bingo” com os grupos vocálicos da palavra “vida” - à medida em que as sílabas são sorteadas, o aluno deve marcar presença na sua cartela, em azul.



Figura 5 – Atividade Bingo para a palavra Vida

Ainda como exemplo, os grupos vocálicos de “vida” servem como estímulo para um jogo de agrupamento de palavras a partir de sua sílaba inicial (Figura 6).



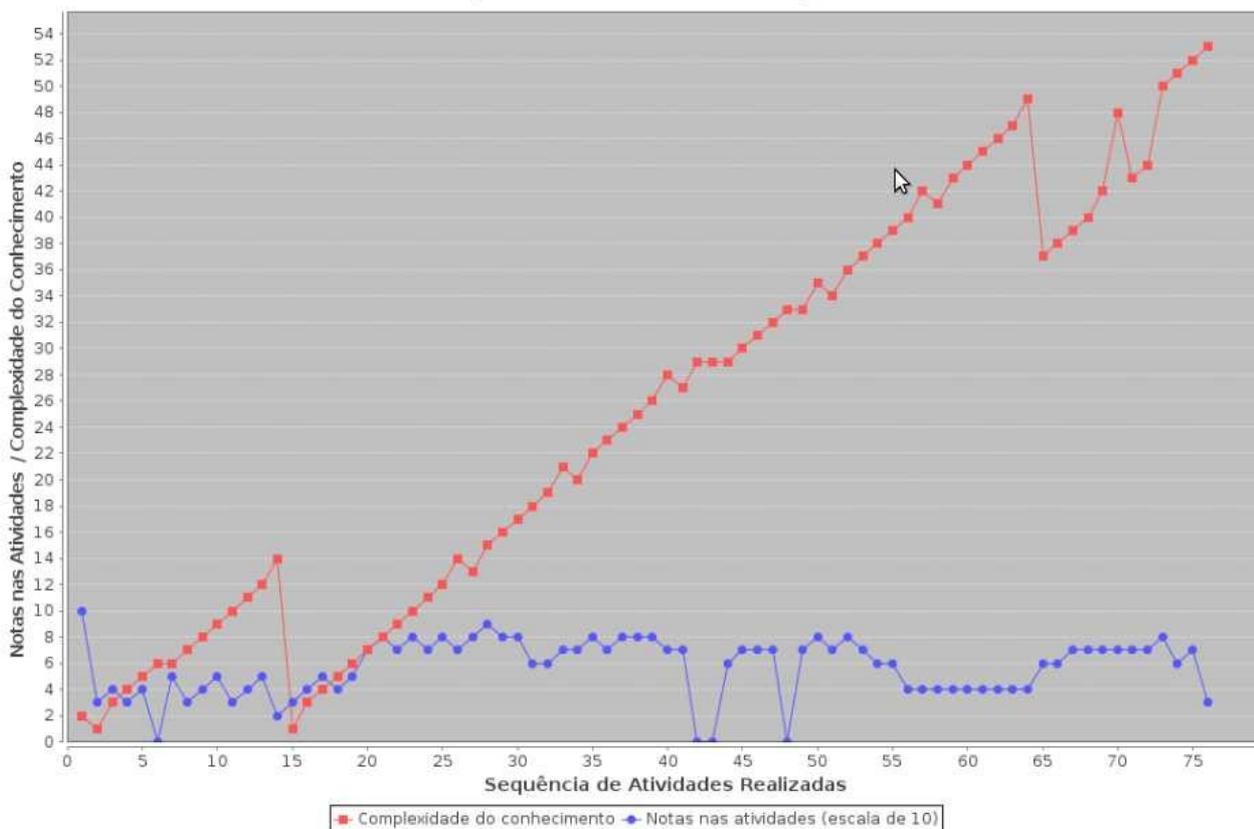
Figura 6 - Agrupamento com a palavra Vida

Como pode-se observar e supor, os objetos de aprendizagem do Luz do Saber são reusáveis, sendo os seus estímulos substituídos por outros mais complexos à medida em que o estudante começa a demonstrar domínio nos conhecimentos mais básicos. Hoje, quem regula o desenvolvimento do aluno, oferecendo-lhe estímulos mais complexos é o tutor. Com a entrada da modelagem do estudante realizada pelo SIAI, a interface conduzida por menus controlados pelos tutores será substituída por um gerenciador que, entretanto, endereçará os mesmos objetos já existentes. Tais objetos estão sendo modificados para lançar um percentual de avaliação de desempenho cada vez que forem acionados.

5 - Avaliação.

A introdução do SIAI no acompanhamento das atividades dos alunos no Luz do Saber trará uma maior autonomia ao sistema, mas não deverá dispensar totalmente a assistência aos alunos. Os tutores e pedagogos do sistema terão acesso a gráficos de acompanhamento individual e coletivo do desempenho dos alunos.

**SIAI - Evolução (com notas) da Estudante Maria Aparecida
(Matrícula=3 Turma=A)**

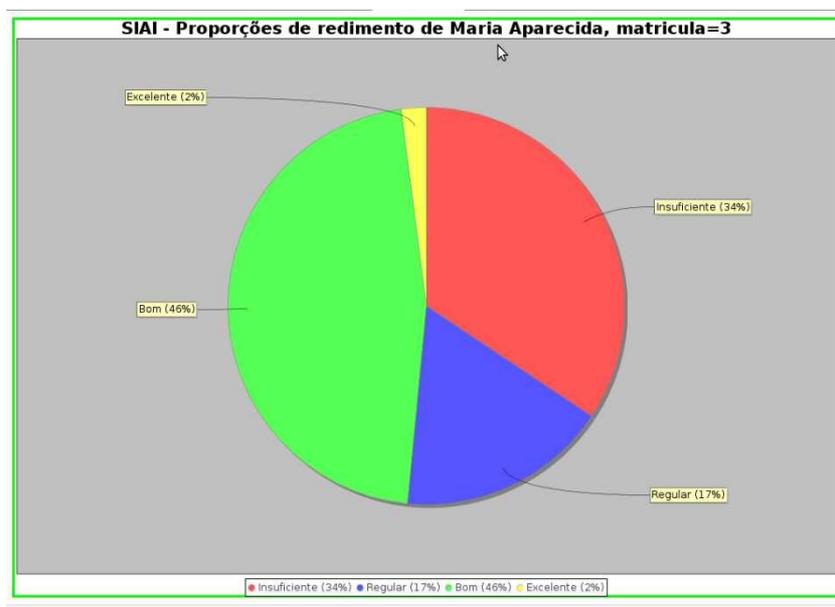


O gráfico de sequência de atividades, mostrado acima, ilustra o desenvolvimento individual de uma aluna. No eixo horizontal é registrada a

sequência de atividades – a aluna teria realizado 76 atividades. Na linha que aparece abaixo no gráfico, em azul, e com cota limitada entre 0 e 10, são registradas as notas (em verdade o valor inteiro do percentual dividido por 10) em cada atividade. No eixo vertical é são registrados os graus de dificuldade das atividades que foram realizadas pela aluna. A aluna recebeu inicialmente atividades de graus baixos: 2, 1, 3, 4, 5, 6, 6, 7, 8, etc., e teve rendimentos também baixos, a saber 10, 3, 4, 3, 4, 0, 5, 3, 4, etc. À medida em que as notas foram melhorando, o sistema passou a oferecer tarefas de graus de dificuldade maiores. Observa-se pelo gráfico que esta aluna está tendo um progresso em seu aprendizado, pois ao final de 76 ciclos já está realizando tarefas de grau 53. Foram feitas várias simulações, havendo alunos que não superam o grau 14 ou 15 (aqueles que sistematicamente atingem em torno de 30% do rendimento esperado) assim como há alunos que em 70 tentativas já estão realizando tarefas de grau de dificuldade 80.

O mesmo tipo de gráfico acima mostrado pode ser aplicado coletivamente – podem haver seleções por sexo, por idade ou por classes. Nesse caso, o gráfico presta-se a dar indicativos a respeito da eficácia das estratégias de ensino que estão sendo utilizadas, para eventualmente redirecioná-las visando melhor atendimento coletivo ou direcionado a grupos.

O sistema pode ainda oferecer gráficos de avaliação de rendimento individual ou coletivo na modalidade conhecida com “pizza”. Tal tipo de gráfico também pode orientar os tutores no atendimento individual e retroalimentar os pedagogos na aplicação de estratégias de ensino.



6 – Trabalhos Futuros

O SIAI, como seu próprio nome diz, é um sistema para realizar o sequenciamento de objetos de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem em si, não fazem parte do



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



SIAI, mas devem ser a ele integrados, mediante poucos requisitos, sendo o principal deles a capacidade de realizar uma medida de avaliação do estudante (em sua realização) e fornecer essa medida (avaliação) em termos percentuais, de volta ao SIAI.

A pesquisa que deu origem ao SIAI, foi concebida para incorporar funcionalidades além da presente versão, oferecendo uma série de recursos para a produção de tutoriais completos, incluindo seus próprios objetos de aprendizagem [Carvalho 2000].

Para tanto, foi desenvolvida uma ferramenta de autoria, que, através do conceito de "primitivas" de interação, permitia que o pedagogo produzisse objetos de aprendizagem integrados ao sequenciador.

Tal trabalho, entretanto, foi desenvolvido há cerca de dez anos, em uma época em que as facilidades multimídia apresentavam-se bem mais rudimentares do que hoje.

Em continuação a este trabalho, pretende-se realizar o desenvolvimento de uma ferramenta de autoria com facilidades de comunicação multimídia modernas, que possa ser usada para produção de objetos de aprendizagem de uso geral, aplicável a diversos domínios de conhecimento. Essa ferramenta de autoria será generativa, ou seja, permitirá a produção de programas para estabelecer a interação com o usuário, já conectados com o SIAI.

Uma outra linha de desenvolvimento em estudo é a integração dos mecanismos de sequenciamento do SIAI a uma plataforma de ensino a distância, tal como a plataforma Moodle. Neste caso os "objetos de aprendizagem" estariam ligados pelo gerenciador de tarefas do Moodle, mas o SIAI faria o acompanhamento dos estudantes em suas tarefas e facilitaria o sequenciamento e avaliação de suas atividades.

Finalmente, a integração efetiva com o Luz do Saber é a tarefa a ser realizada imediatamente, uma vez que os objetos de aprendizagem do referido sistema já existem em profusão, são produzidos generativamente por uma ferramenta de autoria escrita em Adobe Flash, e já representam um trabalho significativo em favor do combate ao analfabetismo no país. Ademais, a integração do SIAI ao Luz do Saber poderá aumentar muito a sua penetração e operacionalização. Com essa integração os mecanismos do SIAI poderão ser aperfeiçoados pelo seu uso em campo.

Referências



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



- Carvalho, M. (2000) . Generating intelligent tutoring systems for teaching reading: combining phonological awareness and thematic approaches. PhD Thesis, University of Edinburgh, Scotland, 2000.
- Carvalho, M. (2001). "A teaching strategy model for distant learning". In: Johanna Moore, Carol L Redfield, and W Lewis Johnson, editors, Artificial Intelligence in Education - AI-ED in the Wired and Wireless Future, Volume 68 of Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, pages 536-38, Amsterdam, 2001. IOS Press
- Carvalho, M., Campos, M., Chagas, T. and Nascimento, M. (2008) "Desenvolvimento de Software Para Alfabetização de Adultos Baseado em Princípios Freirianos", in Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2008, Brasil: SBC.
- Freire, Paulo. (1981). Pedagogia do Oprimido. 10a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Ferreiro, E., & Teberosky, A. (1999). Psicogênese da Língua Escrita. (D. M. Lichtenstein, L. Di Marco, & M. Corso, Trads.) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Artmed.
- Major, N. (1995) "Modelling teaching strategies". Journal of Artificial Intelligence in Education, 6(2/3):117-152, 1995.