

## SIAI - Sequenciador Inteligente de Atividades na Internet

Marco Aurelio de Carvalho

Departamento de Ciência da Computação Universidade de Brasília (UnB)  
Cond Solar da Serra Qd4 Lt 17 CEP 71680-350 – Brasília – DF – Brazil

marco@cic.unb.br

**Abstract.** *This paper describes a system to sequence learning objects used in the Luz do Saber literacy tutoring system developed in the State of Ceará Education Secretary. 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 human 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. O tutorial está em uso em inúmeras escolas no Estado, sendo presentemente dirigido a perfis básicos de alfabetização de crianças, jovens e adultos, e requer alto grau atenção de tutores humanos 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.*

### 1.Introdução

O Sequenciador Inteligente de Atividades na Internet - SIAI é um sistema desenvolvido para a Web, visando dar suporte a tutoriais *on-line*, fazendo o acompanhamento pedagógico dos alunos e provendo o sequenciamento de suas atividades (objetos de aprendizagem) de acordo com o respectivo desempenho individual. Trata-se de um sistema que modela o conhecimento do estudante a partir do modelo do domínio de conhecimento e das estratégias de ensino, definidos por um pedagogo especialista. Para tanto, o SIAI permite a modelagem do domínio de conhecimento, através da LDAC – Linguagem de Definição da Árvore do Conhecimento, e a declaração das estratégias de ensino, por intermédio da LDEE – Linguagem de Definição das Estratégias de Ensino [Carvalho 2001].

O SIAI foi implementado em linguagem Java, com banco de dados PostgreSQL, e é disponibilizado na Internet em um servidor Apache-Tomcat 6. Suas interfaces com os

administradores permitem a declaração do domínio de conhecimento e das estratégias de ensino, a manutenção do cadastro de alunos, e o acesso a ferramentas gráficas de avaliação de desempenho individual e coletivo, e de efetividade das estratégias de ensino.

A interface com os alunos se dá nos objetos de aprendizagem que interagem com o estudante, propondo-lhes tarefas específicas do domínio de conhecimento, e avaliando-as. 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, com base no desempenho do estudante. De cada objeto de aprendizagem submetido ao aluno, o SIAI espera em retorno um valor percentual de avaliação, que será apropriado ao modelo do estudante, permitindo ao sistema a escolha da próxima atividade a ser realizada pelo aluno.

O Projeto Luz do Saber é fruto de uma parceria entre o Projeto Casa Brasil e a Secretaria de Educação do Estado do Ceará, que permitiu a construção de um programa auxiliar na alfabetização de jovens e adultos [Carvalho et all 2008]. O programa está disponível na Internet e vem sendo usado em escolas públicas do Estado do Ceará e em outras iniciativas educacionais no País. O Luz do Saber possui hoje cerca de 400 objetos de aprendizagem que são apresentados aos alunos sempre sob a supervisão de monitores, já que a população alvo do programa é composta por pessoas de baixo nível de escolaridade que têm dificuldades em determinar a sequência adequada das tarefas a serem realizadas.

Dessa forma, a capacidade de sequenciamento provida pelo SIAI representa um interessante complemento ao Luz do Saber. A integração do SIAI ao Luz do Saber se dará pela substituição da interface atual, que requer a interveniência de tutores humanos, por uma nova, na qual serão feitas comunicações com o SIAI, solicitando as próximas atividades a serem apresentadas ao aluno. O histórico do aluno é guardado no SIAI, permitindo a continuidade do aprendizado a partir do último ponto estudado.

O SIAI é independente do Luz e pode ser usado em tutoriais de outras áreas de conhecimento, desde que lhe sejam providas a árvore de conhecimento e as estratégias de ensino específicas, junto com os objetos de aprendizagem a serem usados no tutorial. Os objetos podem ser construídos em qualquer tecnologia, e contemplar inclusive tarefas *off-line*. Se forem objetos computacionais, poderão ser acionados pelo SIAI, desde que a avaliação percentual, seja comunicada em retorno. Nas tarefas *off-line* o tutor responsável deve mais tarde comunicar a avaliação ao SIAI. Objetos de aprendizagem já existentes devem ser adaptados para devolver o valor da avaliação 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 Árvore de Conhecimento - LDAC. A definição envolve a hierarquização dos tópicos em estudo, de forma semelhante a índices de livros didáticos. Como exemplo usaremos parte do domínio de conhecimento do tutorial do Luz do Saber.

O Luz do Saber é um programa destinado a promover a alfabetização de jovens e adultos, fundamentado nas metodologias de Paulo Freire [Freire 1981], 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 onde o ensino se aplica e para estimular a conscientização dos temas importantes para o seu crescimento social e político. Os objetos de aprendizado propostos aos estudantes giram em torno dessas palavras, que são exploradas em um esquema de complexidade crescente e progressiva. O Luz do Saber é estruturado através da seguinte árvore de conhecimento (parcial):



A (sub) árvore de conhecimento acima pode ser assim representada em LDAC:

*% 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" complex 1 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/videorato.avi>".*

*1.1.2 - Aprendendo a usar o computador.*

*Prep "Noções do Mouse" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/mouse.jsp/>".*

*Licao "Nocoas do Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/tec.jsp/>".*

*Exemplo "Uso do Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/usotec.jsp/>".*

*Exercicio "Pratica com Teclado" complex 1 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/prattec.jsp/>".*

*Teste "Teste com Teclado" complexidade 1 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/testetec.jsp/>".*

*Teste "Teste com Mouse" complexidade 2 url "<http://luzdosaber.seduc.ce.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.seduc.ce.gov.br:8080/vida.jsp/>".*

*Lic "Familia Vocalica Vida" complex 1 URL "<http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/famvida.jsp/>".*

*Exem "Identificar Silabas Vida" complex 1 URL "http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/idvida.jsp/"*  
*Exercicio "Arrastar silabas vida" URL "http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/arrastevida.jsp/"*  
*Teste "Bingo Vida" complexidade 1 URL "http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/bingovida.jsp/"*  
*Teste "Jogo Memoria Vida" URL "http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/memoriavida.jsp/"*  
*Relax "Jogo da Forca Vida" complex 1 URL "http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/forcavida.jsp/"*

1.2.1.2 – *Novela.*  
... (*etc.*)

A linguagem LDAC, portanto, é uma linguagem textual, cujos comandos são compilados para prover 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 de cada tópico 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 estudante que obtenha o percentual 50 naquela atividade terá desempenho considerado *excelente*.

O URL (*Universal Resource Locator*) do objeto de aprendizagem precisa ser fornecido entre aspas. É o localizador do programa que implementa a atividade na Internet. Na prática essa atividade pode estar em qualquer localização 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 do 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> ::= /* sequencia 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. A próxima sessão detalha as estratégias.

### 3. Estratégias de Ensino

As Estratégias de Ensino objetivam registrar e formalizar a experiência do professor especialista no trato com os seus estudantes. Um exemplo simples pode ser dado no campo do Cálculo Integral, na Matemática - o conceito de integração é intrinsecamente 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 voltar mais um pouco, testando suas habilidades de lidar com manipulações algébricas, e depois retornar aos conceitos posteriores. Nessas novas visitas 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 estudantes.

A Linguagem de Definição de Estratégias de Ensino - LDEE possui construções para o especialista expressar sua experiência, tanto com alunos que possuem facilidade em lidar com os novos conceitos, liberando o acesso a lições e exercícios mais avançados, quanto com alunos que possuem dificuldades e necessitam de reforços e revisões [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 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 em um livro didático, é estática e é concebida de forma a expressar seu conteúdo em ordem hierárquica padrão. A leitura de um livro ou de uma árvore de conhecimento é supostamente feita na ordem de apresentação. Entretanto, há 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 padrão de escolha 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, arrazoados, 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 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 anedotas, músicas, cartoons, etc., com significado de bônus ou 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 agrupados. O uso adequado de qualquer tipo de atividade depende 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.

Como já dito, o SIAI espera de qualquer objeto de aprendizagem uma avaliação percentual 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 uma tarefa. 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, pois tal atividade não deve ter 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.

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. Na ausência de uma estratégia explícita, a primeira atividade a ser escolhida seria, no nosso exemplo, o "Vídeo Introdutório", que é uma atividade de *preparação* do tópico mais simples (o primeiro da hierarquia):

*Prep "Video Introdutorio" complex 1 url "http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br:8080/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. A estratégia mais básica, para evitar que o aluno fique 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 possa ser 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 oferecerão de fato 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).*

é 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 decidir 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” concorreriam 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 em BNF da LDEE 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 Luz do Saber possui uma enorme quantidade de objetos de aprendizagem disponível em sua versão padrão, que está na Internet, no endereço <http://luzdosaber.seduc.ce.gov.br>. Os objetos podem ser modificados pelos professores através de ferramenta de autoria própria. Os professores podem substituir as palavras da distribuição padrão visando adequar aos regionalismos, introduzir novas palavras como estímulo aos estudantes, gravar novos audios, e mesmo propor novas atividades dentro dos *templates* disponíveis no sistema. O sistema também pode ser usado na modalidade *stand-alone*, mediante *download*, para o caso de não haver acesso adequado via Internet.

Como o Luz do Saber foi concebido para uso com tutoria humana presencial, não havia o interesse de promover-se a avaliação do estudante na realização da atividade, ficando isso a cargo do tutor humano.

A integração do SIAI ao Luz do Saber está sendo feita em duas frentes. A primeira, já praticamente realizada, envolveu a definição da Árvore de Conhecimento e das Estratégias de Ensino do Luz através das linguagens disponíveis no SIAI. Tais definições vem sendo testadas com auxílio de um simulador. Na segunda frente, estão sendo modelados os critérios de avaliação para cada categoria de objeto de aprendizagem já existente no Luz do Saber. A meta atual é a aplicação de um teste piloto com uma turma de adultos já no mês de novembro de 2011.

#### 5. Trabalhos Futuros e Conclusões

O SIAI é um sequenciador de objetos de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem em si, não fazem parte dele, mas devem ser a ele integrados, mediante poucos requisitos, sendo o principal deles a capacidade avaliar o desempenho do estudante em sua realização. Entretanto, a pesquisa que deu origem ao SIAI, ia além da presente versão, oferecendo recursos para a produção de tutoriais completos, inclusive com os objetos de aprendizagem.

Para isso, havia sido desenvolvida uma ferramenta de autoria, que, através do conceito de "primitivas" de interação, permitia que o pedagogo produzisse os objetos integrados ao sequenciador [Carvalho, 2000]. Tal trabalho, entretanto, foi desenvolvido em uma época em que as facilidades multimídia apresentavam-se bem mais rudimentares do que hoje. Em continuação a este trabalho, pretende-se desenvolver uma ferramenta de autoria com facilidades de comunicação mais 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 ao SIAI.

Outra linha em estudo é a integração dos mecanismos de sequenciamento do SIAI a uma plataforma de ensino, tal como a plataforma Moodle. Nesse caso os objetos de aprendizagem seriam administrados pelo Moodle, e o SIAI faria o acompanhamento dos estudantes em suas tarefas e sugeriria o sequenciamento e avaliação de suas atividades.

A integração efetiva do SIAI com o Luz do Saber está sendo realizada presentemente. Os objetos de aprendizagem do Luz do Saber são produzidos generativamente por uma ferramenta de autoria própria, e já representam um trabalho significativo de combate ao analfabetismo no País. 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

- 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.