
Uma Arquitetura de Tutor para Promover Experiências de Aprendizagem Mediadas

André Luís Alice Raabe^{1,2}, Lúcia Maria Martins Giraffa^{1,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

³Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS Virtual

raabe@univali.br, giraffa@pucrs.br

Resumo. Este artigo apresenta os resultados do projeto envolvendo a proposta de extensão da arquitetura tradicional para Sistema Tutor Inteligente (STI) utilizando os pressupostos da teoria das experiências de aprendizagem mediadas de Reuven Feuerstein (1998). O trabalho segue a tendência, na área de pesquisa de STI, de incluir o professor como um dos agentes que interagem no ciclo de tutoração do aluno. O professor aparece como um agente externo ao sistema, interagindo com o módulo tutor na definição das estratégias e táticas a serem utilizadas nas interações com os alunos. Elaborou-se um programa objetivando validar os conceitos incorporados na nova arquitetura. A aplicação foi desenvolvida para disciplina introdutória de algoritmos. Os resultados do experimento conduzido indicam um aumento no desempenho dos alunos e na qualidade do atendimento individualizado.

Abstract. This paper presents an Intelligent Tutoring System (ITS) extended architecture based on the theory of mediated learning experiences proposed by Reuven Feuerstein (1998). The paper follows the recent tendency of ITS research area to include the teacher as a partner with tutorial module to assists students interactions. We developed a testbed (software) in order to validate the architectural proposal. The chosen domain area is related to the introductory algorithm discipline. The results show an increase into student's performance and personal motivation.

1. Introdução

Tradicionalmente a pesquisa em Sistemas Tutores Inteligentes (STI) buscava desenvolver um modelo que buscasse atender às necessidades individuais dos estudantes sem a intervenção de professores humanos. A participação do professor, na maioria das vezes, ficava restrita a condição de especialista na modelagem do domínio e, em alguns casos, na definição da estratégia pedagógica do sistema.

A inclusão do professor como usuário final de um STI é uma tendência recente. Ela aparece, principalmente, nos trabalhos de Kinshuk (et al. 2001), o qual propôs a inclusão de um modelo do professor na arquitetura tradicional dos STI. A inserção desse novo componente busca permitir a adaptação do sistema, ao estilo do professor, de forma mais interativa e flexível. Lesta e Yacef (2002) que propuseram a criação de uma modalidade de STI que auxilia não somente aos alunos, mas também aos professores,

denominada *Intelligent Teaching Assistant* (ITA). Nosso trabalho segue esta mesma tendência, mas apresenta um aspecto novo. A possibilidade de o professor auxiliar na construção do diagnóstico do aluno.

Essa perspectiva torna-se muito interessante nas situações onde o professor possui contato com os estudantes em atividades presenciais, e o STI é utilizado em atividades extraclasse. As observações feitas pelo professor, em sala de aula, podem ser registradas no STI permitindo que o sistema faça um melhor diagnóstico do estado cognitivo corrente do aluno. Como contrapartida o STI fornece informações estruturadas sobre o desempenho dos estudantes nas seções de uso extraclasse.

Dessa forma, o professor e o STI estabelecem uma parceria. O professor participa ativamente do trabalho do aluno, auxiliando na personalização do seu atendimento e observando as necessidades pedagógicas dos estudantes. O tutor artificial organiza e amplia a capacidade de atenção do professor aos alunos, permitindo a individualização do atendimento sem perder a noção de conjunto (a turma como um todo). Nesse contexto, a teoria pedagógica não fica restrita ao componente pedagógico do sistema. Ela embasa toda interação entre professores, alunos e STI.

A teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas (EAM) de Reuven Feuerstein (1998) apresenta uma abordagem teórico-instrumental que suporta bem a criação de um modelo computacional para ambas as situações: interação entre professores e estudantes e interação entre estudantes e STI. A Teoria de Feuerstein provê critérios de mediação que orientam objetivamente as ações para promoção da aprendizagem.

Esse trabalho busca contribuir para pesquisa na área de Inteligência Artificial aplicada a Educação de duas formas: (i) ampliando os resultados sobre a validade de incluir o professor como usuário final do STI; e (ii) investigando a viabilidade de representação da Teoria de Feuerstein (1998) em componentes de um STI.

Esse artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta sucintamente a teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas; a seção 3 descreve a arquitetura proposta; a seção 4 detalha o ambiente desenvolvido; a seção 5 descreve o experimento conduzido e discute os resultados obtidos, e a seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Experiências de Aprendizagem Mediadas

A teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas foi proposta por Reuven Feuerstein, um pesquisador israelense que vem alcançando renome mundial pelo seu método desenvolvido com crianças com defasagem cognitiva. Existem amplos estudos empíricos evidenciando a validade dessa teoria (Feuerstein, 1985; Kaniel et al, 1991; Skuy et al, 1995; Feuerstein, 1998; Kozulin, 2001).

Feuerstein (1998) define a mediação como sendo uma atitude intencional realizada por um sujeito mais experiente que tem a incumbência de preparar situações que favoreçam o desenvolvimento cognitivo de seu aprendiz. Outro conceito fundamental em sua teoria é a Modificabilidade Cognitiva Estrutural (MCE) a qual define os seres humanos como indivíduo que têm a propensão para modificar-se ou para serem modificados nas estruturas de seu funcionamento cognitivo, à medida que eles

respondem às demandas de mudança de situações de vida. A Experiência de Aprendizagem Mediada é o processo pelo qual a modificabilidade cognitiva é obtida.

Em sua teoria, Feuerstein define doze critérios de mediação que devem ser selecionados conforme a avaliação do aprendiz. Dentre esses, três são requisitos obrigatórios para que ocorra uma Experiência de Aprendizagem Mediada. São eles: a mediação de significado; mediação de transcendência; e mediação de intencionalidade e reciprocidade. A intencionalidade refere-se à habilidade do mediador em personalizar as tarefas de acordo com a necessidade do estudante, e a reciprocidade refere-se à disposição do mediador em se colocar no mesmo nível do estudante e dar atenção às suas respostas. A mediação de transcendência busca fazer com que o estudante vá além do estudado promovendo a generalização para outros contextos, adquirindo uma estratégia geral de raciocínio e não uma habilidade restrita. Por meio da mediação de significado, o mediador comunica ao aprendiz o motivo da atividade de aprendizagem, o significado da tarefa e interpreta os resultados obtidos (ICELP, 2003).

Feuerstein também definiu ferramentas para avaliação e direcionamento da escolha dos critérios de mediação e respectivas ações mediadoras a serem tomadas. A avaliação dinâmica do potencial de aprendizagem (*Learning Potential Assessment Device - LPAD*) constitui-se em um instrumento que avalia as funções cognitivas e estratégias de solução de problemas do estudante. Já o programa de enriquecimento instrumental (PEI) oferece um conjunto de atividades de resolução de problemas que devem ser utilizadas em combinação com os critérios de mediação. Ou seja, o instrumento de avaliação LPAD auxilia na identificação dos critérios de mediação encaminhando o aluno para resolução de atividades do PEI.

3. Arquitetura Proposta

Para traduzir a teoria EAM em componentes da arquitetura de um STI, foi necessário identificar as interfaces existentes entre os pressupostos da teoria e os aspectos pertinentes à construção de Sistemas Tutores Inteligentes.

A ação mediadora para Feuerstein está ligada com uma avaliação dinâmica da possibilidade (ou propensão) de aprendizagem do aluno. Em seu ferramental instrumental (LPAD) a avaliação fornece subsídios para a decisão sobre o que mediar, quando mediar, como mediar com que intensidade e frequência. Dessa forma, é possível identificar uma similaridade entre as informações normalmente presentes no modelo do aluno em um STI com as informações coletadas pelo LPAD, pois ambas buscam prover um diagnóstico/avaliação do aluno. Da mesma forma é possível modelar o componente pedagógico de um STI para representar um conjunto de ações mediadoras possíveis de serem selecionadas a partir do diagnóstico cognitivo de um aluno.

O domínio de um STI é o assunto a ser aprendido. Ele oferece um acervo de possibilidades de atividades que possam desencadear a aprendizagem. Sob o prisma da teoria EAM, pode enxergar cada elemento desse acervo como tendo um potencial de aprendizagem intrínseco, ou seja, possui potencial para provocar a modificabilidade cognitiva.

A figura 1 apresenta a arquitetura proposta. Ela representa uma extensão da arquitetura original de um ITA definida por Yacef (2002). Os aspectos que foram mantidos são as representações do ITA e do STI como módulos distintos sendo o

componente pedagógico compartilhado entre eles, e a presença de ferramentas de análise e monitoramento.

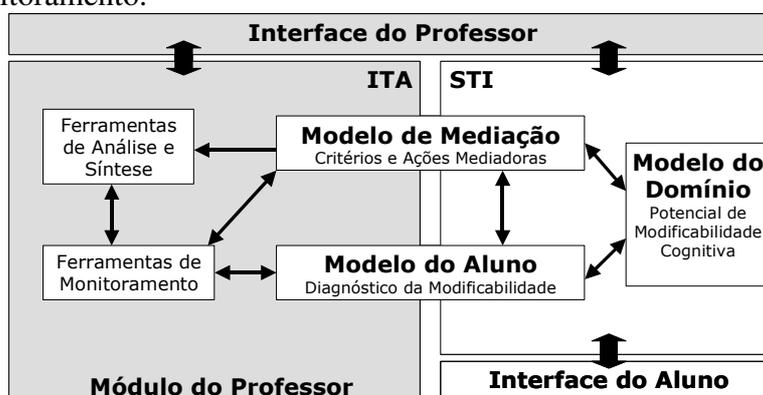


Figura 1 - Arquitetura Proposta

As principais diferenças são: (i) a utilização da teoria EAM como fundamentação pedagógica para o STI; (ii) o modelo do aluno também passou a ser compartilhado entre STI e ITA. Estas mudanças afetaram diretamente o processo decisório do sistema conforme descrito a seguir.

Modelo do Aluno: Como em um STI tradicional ele mantém informações sobre a performance e tarefas dos estudantes. A principal diferença é a possibilidade de o professor interferir provendo informações adicionais sobre os alunos. O objetivo desse componente é detectar a modificabilidade cognitiva do aluno, ou seja, sua propensão a aprender um assunto particular.

Modelo do Domínio: Contém o conteúdo a ser trabalhado com o aluno organizado hierarquicamente em uma estrutura curricular. Cada elemento do domínio possui metadados que possibilitam determinar qual o potencial de modificabilidade cognitiva ele representa para um aluno em um momento específico. Ou seja, o quão apto o aluno está e o quão transformadora a experiência de interagir com tal elemento pode ser.

Modelo de Mediação: Representa o processo decisório do sistema. Ações mediadoras são definidas e relacionadas a cada critério de mediação. De acordo com o diagnóstico do aluno esse componente decide qual ação deve ser acionada, e, no caso da ação envolver a escolha de algum elemento do domínio, decide qual é o mais adequado ao aluno naquele momento.

As ferramentas de análise, síntese e monitoramento, são importantes mecanismos de auxílio ao professor para compreender melhor o aluno, de forma personalizada, detectar e identificar problemas de aprendizagem e ampliar a capacidade de atendimento individualizado. Possibilitam também a identificação de dificuldades de aprendizagem que se manifestam coletivamente, fornecendo indícios que permitem reorientar a atuação do docente.

A promoção de EAM é resultado da interação entre professor, alunos e sistema. A arquitetura se insere nesse contexto auxiliando o professor organizar a ampliar a atenção aos alunos, tomando decisões fundamentadas na combinação das informações do modelo do aluno, modelo do domínio, estratégia pedagógica.

4. O Ambiente Desenvolvido

Foi desenvolvido um ambiente Internet voltado para disciplinas que trabalham centradas na resolução de problemas. O ambiente oferece um conjunto de documentos e ferramentas de apoio à aprendizagem e um espaço para estudo extraclasse onde o módulo STI confecciona constantemente tarefas ao aluno. As tarefas podem ser desde a leitura de um texto sobre um determinado conceito, ou a exploração de um exemplo, até a resolução de problemas propostos. As questões objetivas são respondidas pelo sistema, enquanto que os professores, e demais envolvidos no atendimento aos alunos (monitores, por exemplo) fornecem feedback das questões que dependem da intervenção humana.

O domínio foi estruturado em duas partes: currículo e acervo. O currículo contém as divisões adotadas para organizar o conteúdo programático em unidades e conceitos (subunidades). O acervo compreendeu o conjunto de elementos de conteúdo tais como textos, questões, exemplos, simulações, etc. que poderiam ser oferecidos ao aluno.

No modelo do aluno foram armazenadas informações que possibilitaram realizar o acompanhamento do estado de desenvolvimento dos conceitos pelo aluno. Foram adotados cinco estados de desenvolvimento para cada conceito a ser aprendido pelo aluno, conforme ilustra a tabela 1.

Tabela 1 – Estados de desenvolvimento do aluno

Conceitos Futuros	São os em que o aluno ainda não atingiu os pré-requisitos necessários para aprendê-los. Serão trabalhados futuramente
Conceitos Potenciais	Representam o potencial de modificabilidade cognitiva do aluno, ou seja, os conceitos em que o aluno já possui potencial para aprender.
Conceitos em Desenvolvimento	Representam os conceitos em que o aluno está trabalhando através da resolução de problemas, e que não apresenta dificuldades de aprendizagem.
Conceitos em Dificuldade	Representam os conceitos em que o aluno está trabalhando através da resolução de problemas, e que apresenta dificuldades de aprendizagem.
Conceitos Aprendidos	Representam os conceitos em que o aluno já atingiu os objetivos de aprendizagem e não mais necessita exercitar

À medida que o aluno passa a dominar um determinado conceito, torna-se apto a resolver problemas utilizando-o como pré-requisito para adquirir novos conhecimentos. Desta forma, para cada aluno existe um conjunto de conceitos os quais ele está apto a trabalhar. Esse conjunto de conceitos representa o potencial de modificabilidade cognitiva do aluno.

O modelo do aluno é inicializado por meio de um questionário curto respondido por esse na primeira vez em que ele acessa o ambiente. No ambiente o professor, pode atuar de maneira decisiva auxiliando a compor o diagnóstico do aluno. Ele normalmente identifica dificuldades de aprendizagem de determinados alunos durante a realização de atividades em sala de aula. O ambiente possibilita que o professor registre esta informação sobre o aluno. O sistema passa então a considerar esta informação ao diagnosticar o aluno e com isso modifica o seu comportamento com relação a esse.

Dentre as doze modalidades de mediação apresentadas na teoria de Feuerstein, foram selecionadas quatro modalidades para serem utilizadas no ambiente. As mediações de significado, transcendência e intencionalidade/reciprocidade foram selecionadas por serem fundamentais para a ocorrência de uma Experiência de Aprendizagem Mediada. A quarta modalidade escolhida é a mediação do sentimento de competência, a qual frequentemente faz-se necessária na mediação de problemas de

aprendizagem. Desta forma, o processo decisório do ambiente está ligado à identificação das situações onde estas quatro modalidades de mediação se fazem necessárias.

A regra utilizada para tomada de decisão é disparada sempre que o professor conclui a correção de um exercício do aluno, ou então quando ele realiza alguns registros sobre o aluno (atualiza o modelo do aluno). Definiu-se que para um conceito tornar-se aprendido o aluno deve realizar um número mínimo de questões (que variam conforme o conceito) e receber pelo menos uma mediação de transcendência. O quadro 1 apresenta de forma resumida as regras de decisão adotadas.

```

Para cada conceito em desenvolvimento
  Se conceito apresenta dificuldade de aprendizagem Então
    Mediar significado
    Mediar competência
  Senão
    Se aluno já fez o número mínimo de questões Então
      Se aluno já recebeu mediação de transcendência Então
        Conceito torna-se aprendido
      Senão
        Mediar transcendência
      Fimse
    Senão
      Mediar transcendência
    Fimse
  Fimse
Fimpara
Se nenhuma mediação foi definida então
  Atualiza potencial de modificabilidade cognitiva
  Para cada conceito potencial do aluno
    Mediar significado
    Se aluno tem experiência prévia Então
      Mediar transcendência
    Senão
      Mediar competência
    Fimse
  Fimpara
Fimse

```

Quadro 1 – Regras de decisão para seleção do critério de mediação

As dificuldades de aprendizagem são sempre atendidas por mediações de significado, pois entende-se que o aluno deve revisar o conteúdo, reconstruir o significado daquele conceito, e por mediações de competência para não gerar um distanciamento do que está sendo exigido e o que ele tem potencial de realizar. Os conceitos que não apresentam problemas de aprendizagem indicam que o aluno tem condições de transcender, ou então que já aprendeu aquele conceito. Conforme a quantidade de questões realizadas e a vivência ou não de uma mediação de transcendência naquele conceito, a decisão é tomada.

Quando nenhuma mediação foi selecionada, é um indício de que o aluno tem que avançar para um novo conceito presente no seu potencial de modificabilidade cognitiva, desta forma os conceitos potenciais são recalculados e para cada conceito são geradas mediações de significado (pois se trata de um assunto novo). Acompanhando o novo conceito é gerada uma mediação de transcendência para o caso do aluno possuir experiência prévia com programação (alunos que geralmente podem ser mais exigidos) ou então de competência para os alunos sem experiência prévia. Assumiu-se que mediação de intencionalidade será percebida pelo aluno através das tarefas designadas a

ele na interface do ambiente e também através de mensagens que sempre acompanham a comunicação das tarefas.

Uma vez selecionado, o critério de mediação é traduzido em ações mediadoras, representadas através de tarefas realizáveis pelo aluno por meio do sistema ou então de mensagens. Para cada modalidade de mediação, uma ação diferente é disparada. Ao mediar significado entende-se que o aluno necessita conhecer (ou rever) definições e interagir com os exemplos presentes no material de apoio da disciplina a fim de melhor construir significados. A ação mediadora de significado é a geração de uma tarefa para que o aluno consulte o material de apoio do conceito em questão.

As mediações de transcendência e competência são entendidas como sendo antagônicas com relação às ações mediadoras que dispararam. A mediação de transcendência deve possibilitar ao aluno ir além do contexto específico do conteúdo trabalhado. A ação mediadora de transcendência é a confecção de uma tarefa do tipo exercício com questões de nível difícil. Já a mediação de competência busca fazer o aluno identificar o quanto já aprendeu, ampliando assim seu sentimento de competência e sua confiança. A ação mediadora de competência é a confecção de uma tarefa do tipo exercício com questões de nível fácil.

5. O Experimento Realizado

Selecionou-se a disciplina introdutória de Algoritmos como domínio para a realização do experimento. A escolha ocorreu devido à existência de dados históricos do desempenho dos alunos na disciplina o que possibilitou a realização de testes comparativos. O experimento foi realizado em duas turmas da disciplina (num total de 63 alunos), durante 11 semanas, compreendendo 88 horas aula (pouco mais de dois terços da disciplina).

As aulas da disciplina foram ministradas nos laboratórios de informática (aproximadamente 30% da carga horária) e também em sala de aula presencial. As duas turmas que participaram do experimento foram conduzidas de maneira bastante similar, no que tange os conteúdos programáticos, planos de aulas, trabalhos e provas realizadas. Essa similaridade entre as disciplinas já vinha ocorrendo há vários semestres por conta de um esforço conjunto dos professores para padronizar os processos de ensino de algoritmos.

As principais observações feitas pelos professores durante o experimento foram: (i) os problemas de aprendizagem dos alunos foram detectados antes do que normalmente ocorriam; e (ii) o sistema proveu informações qualificadas que possibilitaram compreender melhor a natureza dos problemas de aprendizagem dos alunos individualmente e também da turma como um todo.

5.1 Análise do Experimento

A análise estatística dos dados permitiu realizar observações sobre as variáveis representativas da utilização do ambiente pelos alunos. Esta análise buscou principalmente identificar indícios quantitativos da inserção do ambiente no processo de aprendizagem dos alunos da disciplina de Algoritmos.

A amostra foi composta de 63 ($n=63$) alunos distribuídos em duas turmas da disciplina. A divisão entre as turmas obedeceu a um critério alfabético. O desempenho

dos alunos na disciplina foi mensurado através das notas obtidas nas avaliações. Uma vez estando o ambiente focalizado em ampliar a ocorrência de experiências de aprendizagem mediadas (EAM) na disciplina de algoritmos, assumiu-se a premissa de que quanto mais EAM ocorrer na disciplina melhor será o desempenho dos alunos nas avaliações.

Utilizou-se o Teste Z (que possibilita verificar a significância da diferença entre médias de duas amostras) como procedimento estatístico a fim de identificar se a utilização do ambiente influenciou positivamente no desempenho dos alunos que participaram do experimento, comparando-os com nove edições anteriores da disciplina. Utilizou-se como variável independente à presença do ambiente e como variável dependente o desempenho dos alunos na primeira metade da disciplina (denominada média 1 ou M1).

A amostra 1 ($n=408$) corresponde as nove edições anteriores da disciplina de Algoritmos (de 2000-2 a 2004-2) cujos dados haviam sido registrados, e a amostra 2 ($n=32$) corresponde a uma das turmas onde o experimento foi realizado (grupo do experimento). Para esse teste, adotou-se apenas uma das turmas, pois apenas para esta existiam os registros históricos do desempenho dos alunos, e por ter sido ministrada pelo mesmo professor (tanto na amostra 1 quanto na amostra 2). A tabela 2 apresenta os dados coletados nas duas amostras.

Tabela 2 - Dados coletados para o teste Z de diferença entre médias

Dados Coletados	Amostra 1 Edições anteriores da Disciplina	Amostra 2 Grupo do Experimento
Média (\bar{x})	5,728	6,912
Desvio Padrão (σ)	3,145	3,141
Variância (S)	9,890	9,868
Total de alunos (n)	408	32

Utilizou-se o teste de hipóteses comparando-se o valor calculado (Z observado ou Z_o) com o valor limite de Z (Z crítico ou Z_c) para um determinado grau de significância. Definiu-se que o valor de significância do teste seria de 95% onde o valor de Z_c é de -1,64.

A seguir formulou-se a hipótese nula e a hipótese de alternativa:

– $H_0: \chi_1 \geq \chi_2$ - Hipótese Nula - A média das edições anteriores é maior ou então igual ao do grupo do experimento;

– $H_a: \chi_1 < \chi_2$ - Hipótese alternativa - A média do grupo de experimento é maior que as edições anteriores da disciplina.

O valor de Z observado foi $Z_o = -2,05$. Como esse é maior (em valor absoluto) que o Z crítico ($Z_c = -1,64$), é possível rejeitar a hipótese nula e aceitar a hipótese alternativa. Logo, é possível afirmar com 95% de confiança que houve uma melhoria no desempenho dos alunos na primeira parte da disciplina no grupo do experimento.

Outra influência do uso do ambiente no desempenho dos alunos foi identificada através da análise da correlação entre: variáveis indicativas da participação e empenho dos alunos na utilização do ambiente e seus desempenhos na disciplina. Utilizaram-se três variáveis independentes (tarefas realizadas, acessos realizados e questões resolvidas) e como variável dependente o desempenho médio dos alunos na Média 1 da disciplina. A medida de correlação adotada foi o coeficiente de correlação de Pearson

(r), onde os valores variam de -1 a 1 , indicando a força da relação (quanto mais próximo de 1 mais forte a correlação). Adotou-se como nível de significância novamente o valor de 95% , ou seja, com uma amostra de 63 indivíduos (nesta análise as duas turmas foram consideradas) somente valores maiores que $0,25$ (valor absoluto) poderiam ser considerados significantes. A Tabela 3 apresenta a correlação identificada entre as variáveis.

Tabela 3 - Correlação da utilização do ambiente e o desempenho dos alunos

Coefficiente de Correlação (r)	Média 1
Tarefas Realizadas	0,329
Acessos Realizados	0,254
Questões Resolvidas	0,433

As correlações identificadas são todas positivas, ou seja, indicam uma proporcionalidade direta entre o uso do ambiente e o valor da média 1, e todas são significantes a 95% . Porém, os coeficientes indicam uma correlação fraca entre as variáveis, logo, a influência existe (com 95% de certeza), mas é pequena.

6. Conclusões

A mediação da aprendizagem nos Sistemas Tutores Inteligentes vem sendo alvo de pesquisas a mais de duas décadas, mas devido à complexidade do processo educacional, permanece um problema em aberto suscetível a contribuições provenientes de novas abordagens. Nesse sentido, este trabalho propõe uma nova abordagem que integra duas contribuições de naturezas distintas: uma pedagógica e outra metodológica; a fim de avaliar e discutir questões sobre como melhorar a assistência ao aluno, fazendo com que esta seja mais personalizada e focada nas reais necessidades deste.

A contribuição de natureza pedagógica é proveniente da escolha de uma teoria ainda inexplorada para a construção de STI. A teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas (EAM) de Feuerstein apresentou-se como uma alternativa viável, fundamentada em pressupostos interacionistas, e que possui uma proposta teórico-instrumental, onde o aporte teórico fornece orientações sobre a mediação pedagógica. A contribuição de natureza metodológica está na adoção da modalidade de *Intelligent Teaching Assistants* (ITA) estendida para permitir o compartilhamento do modelo do aluno. Esta abordagem foi selecionada por trazer uma característica que vinha ao encontro das crenças do grupo de pesquisa onde o trabalho foi desenvolvido de que um software educacional deve ser utilizado contextualizado no trabalho do docente. Logo, a abordagem tradicional de STI, de substituição do professor, dá lugar a uma abordagem onde existe uma colaboração entre professor e sistema, ambos compartilhando informações que possibilitam melhorar a assistência ao aluno.

A utilização da disciplina introdutória de algoritmos como domínio para o experimento conduzido foi uma escolha de ordem metodológica. A arquitetura proposta e a abordagem de compartilhamento do modelo do aluno podem ser aplicadas a diferentes domínios, desde que sejam centrados na resolução de problemas, tais como algoritmos. Dessa forma, esta proposta não apresenta especificidades voltadas ao ensino de lógica de programação.

Com a presença do ambiente, foi possível dar um acompanhamento individualizado aos alunos com dificuldades de uma forma que não era possível nas edições anteriores da disciplina. Salienta-se, no entanto que a demanda de trabalho do

docente aumentou significativamente em virtude da necessidade de corrigir as questões resolvidas pelos alunos através do ambiente e de dar contribuições para o diagnóstico destes. Esta característica não surpreende uma vez que a própria adoção da teoria EAM já pressupõe uma abordagem de atenção intensiva ao aluno, o que dificulta sua aplicação em turmas com grande número de alunos.

As evidências empíricas coletadas durante a realização do experimento permitiram identificar diversos aspectos positivos da adoção da arquitetura proposta em uma disciplina presencial: as dificuldades de aprendizagem foram detectadas mais cedo; o professor pôde reorientar sua atuação baseado em dados objetivos coletados pelo sistema; os alunos sempre dispunham de problemas personalizados para serem resolvidos; o ritmo de desenvolvimento dos alunos deixou de ser regido exclusivamente pelas interações de sala de aula; houve maior dedicação uma melhor organização e registro das situações de estudo extraclasse dos alunos; o desempenho dos alunos na primeira parte da disciplina apresentou melhorias com relação aos dados históricos e existem indícios de que o uso do ambiente influenciou positivamente no desempenho dos alunos. Desta forma, acredita-se que a arquitetura proposta, instanciada por meio do ambiente desenvolvido, auxiliou de diversas maneiras a promoção de experiências de aprendizagem mediadas.

7. References

- Feuerstein, R. et al. Don't accept me as I am: helping retarded people to excel. New York: Plenum Press, 1985.
- Feuerstein, R. The Theory of Mediated Learning Experience: About The Human as a Modifiable Being. Ministry of Defense Publications, Jerusalem, 1998.
- ICELP - International Center for Enhancement of Learning Potential. Basic Theory. Disponível em: <http://www.icelp.org/asp/Basic_Theory.shtm> Acesso em: fev. 2003.
- Lesta, L.; Yacef, K. An Intelligent Teaching-Assistant System for logic. In: International Conference On Intelligent Tutoring Systems, Biarritz, Spain, 2002.
- Kaniel, S., Tzurriel, D., Feuerstein, R., Ben-Schachar, N., Eitan, T. Dynamic assessment: Learning and Transfer Abilities of Ethiopian Immigrants to Israel. In Feuerstein, R., Klein, P., Tannenbaum, A. (Eds.). Mediated Learning Experience: Theoretical, Psychosocial, and Learning Implications. Tel Aviv and London: Freund, 1991.
- Kinshuk; Tretiakov, A.; Hong, H.; Patel A. Human Teacher in Intelligent Tutoring System: A Forgotten Entity. Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Los Alamitos, 2001.
- Kozulin, A. GRAB, E. Dynamic Assessment of EFL Text Comprehension of At-Risk students. 9th Conference of the European Association for research on Learning and Instruction. Switzerland, 2001.
- Skuy, M.; Mentis, M.; Durbach, F.; Cockcroft, K.; Fridjhon, P.; Mentis, M. Cross cultural Comparison of Effects of FIE on Children in a South African Mining Town. School Psychology International, 16(3): 265-282, 1995.
- Yacef, K. Intelligent Teaching Assistant Systems, IEEE International Conference On Computers In Education, New Zeland, 2002.