

Um Ambiente para Atendimento as Dificuldades de Aprendizagem de Algoritmos

André Luís Alice Raabe, Júlia Marques Carvalho da Silva

Ciência da Computação – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)
Rua Uruguai, 458 – 88302-202 – Itajaí – SC – Brasil

{julia.marques, raabe}@univali.br

Resumo. *O aprendizado de Algoritmos é considerado desafiador pelos estudantes de cursos tecnológicos. Os principais motivos para este fato são: o alto nível de abstração do conteúdo e a dificuldade dos docentes em detectar e atender as dificuldades de aprendizagem dos alunos. Este artigo apresenta um ambiente que auxilia no atendimento as dificuldades de aprendizagem da disciplina de Algoritmos utilizando o paradigma de Assistentes Inteligentes de Ensino. Estes assistentes auxiliam o professor em sua tarefa de monitorar, analisar e assistir os alunos. Os resultados da utilização do ambiente apontam para a viabilização da tarefa de acompanhamento individualizado dos alunos e uma maior eficiência na identificação e atendimento as dificuldades de aprendizagem.*

Abstract.

Information technology students consider initial programming learning a challenging activity. The main reasons for this are: high abstraction level of the contents and teachers difficulty in detecting and supporting students learning problems. This paper presents an environment to aid attending programming learning problems using the paradigm of the Intelligent Teaching Assistants. This assistant aims to support teacher's tasks of tracking, analyzing and supporting students. The results of environment use pointed out to the viabilization of an individually attendance and more efficiency in identifying and attending learning problems.

1. Introdução

Presente nos primeiros semestres de cursos de áreas tecnológicas, a disciplina geralmente denominada de Algoritmos e Programação, normalmente é considerada desafiadora para alunos e professores.

Sob a ótica do aluno, a disciplina exige o desenvolvimento de estratégias de solução de problemas com base lógico-matemática, que para muitos são altamente abstratas e distantes do cotidiano. Já para os professores e seus auxiliares a disciplina exige uma forte demanda de interação a fim de atender, acompanhar, mediar e avaliar os alunos. No entanto, em muitas situações esta demanda de interação é inviável de ser atendida devido a quantidade de alunos e a diversidade de dificuldades de aprendizagem apresentadas por estes.

Desta forma, muitas vezes as dificuldades de aprendizagem não são detectadas e atendidas em tempo hábil, ocasionando um elevado número de reprovações e desistências. Situações similares vem sendo apontada por diversos estudos realizados, tanto em nível nacional quanto internacional (Rodrigues, 2004; Pimentel *et al.*, 2003; Esmin, 1998; Mendes, 2001; Menezes e Nobre, 2001; Kassboll, 1998; Bruce et al, 2004; Lister e Leaney, 2003; White, 2002).

O desenvolvimento de ferramentas para apoiar a aprendizagem na disciplina tem sido foco de diversas pesquisas (veja Falkenbach, 2003) e vem demonstrando resultados positivos considerando a melhoria das situações de aprendizagem proporcionadas. No entanto, acredita-se que o desenvolvimento de esforços para identificação e atendimento adequado as dificuldades de aprendizagem comuns aos alunos desta disciplina seja imprescindível.

Neste contexto, este artigo apresenta um ambiente Internet, denominado ALICE, desenvolvido para atender as dificuldades de aprendizagem dos alunos na disciplina de Algoritmos. Este ambiente adapta-se as necessidades de aprendizado do estudante, mas principalmente auxilia o professor em sua tarefa de dar acompanhamento adequado ao aluno. O Ambiente foi desenvolvido baseado em uma modalidade de Sistema Tutor Inteligente denominada Assistente Inteligente de Ensino e foi utilizado por sessenta alunos ao longo do segundo semestre de 2004.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 aborda as dificuldades de aprendizagem de algoritmos; a seção 3 apresenta a modalidade de Assistentes Inteligentes de Ensino; a seção 4 detalha o ambiente ALICE e os assistentes inteligentes desenvolvidos; a seção 5 apresenta os resultados da utilização do ambiente e seção 6 contém as conclusões deste trabalho.

2. Aprendizagem de Algoritmos

O ensino de algoritmos é fundamental nos cursos da área tecnológica por ser o passo inicial para o desenvolvimento do raciocínio lógico, e por conseqüência, para a introdução dos conceitos e prática da programação.

A carência do desenvolvimento das habilidades cognitivas apontadas em (Xavier, 2004; Lemos e Barros, 2003; Haden e Mann, 2003) como sendo necessárias à disciplina acarreta em um número expressivo de desistências e reprovações de alunos ao final de cada semestre.

A disciplina destaca-se ainda por exigir do docente e seus auxiliares uma forte demanda de interação a fim de atender, acompanhar, mediar e avaliar individualmente os alunos. No entanto, na maioria dos casos, esta necessidade torna-se difícil de ser atendida por motivos didático-organizacionais como, por exemplo, a grande quantidade de alunos em uma turma e o grande número de avaliações sugeridas pelas instituições de ensino.

As dificuldades de aprendizagem ocorridas são em sua maioria procedentes da ausência ou ineficácia das estratégias de solução de problemas utilizadas pelos alunos. Segundo Nurrenberg (1997, *apud* Falkembach, 2003), os professores normalmente não são preparados para ensinar os alunos a resolverem problemas, e como conseqüência estes não

estão aptos para analisar enunciados, traçar conjecturas, identificar variáveis de entrada e saída e assim por diante.

A análise sistemática das relações de ensino aprendizagem realizadas durante nove semestres da disciplina de Algoritmos e Programação (de 2000/2 à 2004/2) apontaram outros aspectos que contribuem para esta realidade, dentre eles destacam-se três grupos distintos: (i) problemas de natureza didática; (ii) problemas de natureza cognitiva; e (iii) problemas de natureza afetiva.

2.1 Problemas de natureza didática

- ? Grande número de alunos: Em geral, as turmas desta disciplina contam com 40 a 50 alunos, o que dificulta uma avaliação individualizada do aluno, além de limitar a quantidade de avaliações que se pode realizar em um semestre.
- ? Dificuldade de o professor compreender a lógica do aluno: Uma vez desenvolvido o raciocínio lógico, torna-se difícil pensar as soluções de outra forma. Como consequência, o professor tem dificuldade em compreender a lógica individual de cada aluno que os leva a construir soluções equivocadas de algoritmos.
- ? Diferença de experiência e ritmo de aprendizagem entre os alunos: Muitos alunos que ingressam na disciplina já possuem alguma experiência em programação e ou trabalham na área tecnológica, enquanto outros não possuem nenhuma experiência prévia.
- ? Ambiente de realização das provas: A realização das provas é normalmente o momento onde o aluno percebe a diferença entre observar e fazer. Isto é determinante na disciplina onde muitos alunos têm a sensação de estar entendendo, mas não percebem sua incapacidade de fazer. Aliado a isso, o tempo limitado, a pressão e o stress que normalmente acompanham a realização de provas não favorecem o desenvolvimento do raciocínio.
- ? Pouco uso dos monitores da disciplina: Os alunos com dificuldades de aprendizagem procuram muito pouco a ajuda dos monitores da disciplina, mesmo com a divulgação sistemática dos horários e locais de atendimento. Aparentemente os alunos depositam pouca credibilidade às orientações provenientes dos monitores.
- ? Ausência de bons materiais: Existem muitos livros de algoritmos, mas geralmente estes apresentam o conteúdo de forma que o aluno tem dificuldade em compreender. Os livros acabam sendo usados pelos professores para organização do currículo e seleção de exercícios. É provável que o mesmo problema que faz o docente não compreender a lógica equivocada de certos alunos se manifeste nos autores de livros que não conseguem ter a visão do aluno aprendiz. Além disso, poucos livros são direcionados para a aprendizagem autônoma.

- ? Alunos desorientados a escolha do curso: Por ser uma disciplina ministrada no primeiro semestre, muitos alunos não tem uma visão correta sobre o perfil do curso e acabam descobrindo isso durante a disciplina. Em muitos casos, uma visão equivocada sobre o curso cria um ambiente de incompreensão e de descaso frente aos desafios da disciplina.

2.2 Problemas de natureza cognitiva

- ? Alunos sem perfil para solução de problemas: Muitos alunos não desenvolveram adequadamente as estratégias necessárias para a solução de problemas durante o ensino médio, e por isso apresentam maior dificuldade em solucionar os algoritmos propostos.
- ? Alunos sem base operatório-formal: Aparentemente o raciocínio operatório formal, base para compreensão do raciocínio lógico, não foi adequadamente desenvolvido no ensino médio, no entanto faltam dados empíricos que comprovem esta realidade.
- ? Conteúdo sem proximidade com o conteúdo escolar: A lógica algorítmica é algo totalmente novo para a maioria dos alunos, e com isso eles não conseguem estabelecer relações com conteúdos já apreendidos anteriormente, principalmente com a matemática.

2.3 Problemas de natureza afetiva

- ? Ocasionais: Problemas esporádicos de ordem pessoal que afetam o aluno impedindo que este consiga se concentrar nas explicações e/ou influenciando em seu desempenho nas avaliações.
- ? Constantes: Problemas de ordem afetiva que se manifestam durante todo o decorrer da disciplina em maior ou menor grau. Baixa auto-estima, pouca motivação, aversão ao conteúdo ou ao professor, insegurança são exemplos de emoções que podem afetar negativamente a aprendizagem do aluno.

Atender adequadamente as necessidades dos alunos, considerando a diversidade de problemas possíveis torna-se uma tarefa desafiadora e com grande demanda de trabalho. Neste sentido, a construção de ferramentas computacionais que possam assistir o professor nesta tarefa é de grande valia.

3. Assistentes Inteligentes de Ensino

Atender as carências de aprendizagem específicas de um determinado aluno através de um ambiente de ensino-aprendizagem computadorizado, tem sido o principal foco da área de pesquisa de Sistema Tutores Inteligentes (STI) (Giraffa, 1999).

A concentração de esforços no aluno é uma das características fundamentais em um STI. Eles têm como objetivo auxiliar na promoção do aprendizado, cabendo ao professor apenas gerenciar o conteúdo instrucional.

Entretanto, Yacef (2002) afirma que auxiliar professores e instrutores a lecionar melhor é uma atividade tão importante quanto ensinar os alunos. Kinshuk *et al.* (2001) citam que tem havido um interesse crescente em integrar o professor como usuário final de um STI.

A partir desta perspectiva, foi criada uma especialização dos STI, os Assistentes Inteligentes de Ensino (ITAs - Intelligent Teaching Assistant systems). O ITA é orientado a ambos, alunos e professores. Ele auxilia os estudantes assim como os STI tradicionais, mas também assiste ao professor em suas tarefas. (Lesta e Yacef, 2002)

O objetivo fundamental dos ITA é assistir aos professores, reduzindo e automatizando as tarefas tediosas. Para isso, um ITA disponibiliza informações e serviços de assistência que permitem identificar e auxiliar os alunos individualmente facilitando na proposta de novos exercícios e materiais personalizados. (Yacef, 2002)

A arquitetura de um ITA, além dos três componentes tradicionais presentes em um STI (modelos do aluno, domínio, estratégia) inclui um módulo do professor e sua respectiva interface. O módulo do professor é formado por ferramentas assistentes que possibilitam o monitoramento, a análise e a tomada de decisão para um determinado aluno em uma situação de aprendizagem. A interface é o meio por onde ele interage com o sistema. A Figura 1 ilustra a arquitetura de um ITA.

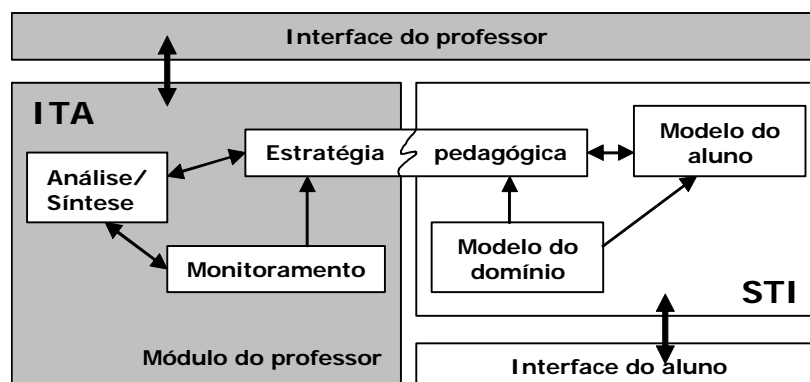


Figura 1. Arquitetura de um ITA (adaptado de Yacef, 2002).

Em um ITA estratégia pedagógica passa a ser compartilhada entre o STI e o professor humano que, assistido pelas ferramentas do módulo do professor, pode interferir influenciando o processo decisório, ou seja, que ação tomar para mediar a aprendizagem. Desta forma o professor permanece presente e no controle do processo de ensino-aprendizagem (Yacef, 2002). Nota-se que a principal mudança está em focalizar os esforços para a construção de ferramentas que possam assistir ao professor em suas tarefas.

4. O Ambiente ALICE

A fim de auxiliar na redução das dificuldades de aprendizagem dos alunos, assistindo o professor na tarefa de acompanhamento individualizado, foi desenvolvido um ambiente Internet na modalidade ITA.

O ambiente fornece subsídios ao professor para o monitoramento do desenvolvimento do aluno, sendo possível o acompanhamento individualizado sobre as dificuldades de aprendizagem em cada um dos tópicos abordados, conforme ilustra a figura 2. O objetivo do ambiente denominado de ALICE (*Algorithm Learning Internet-based Computer Environment*) é de complementar o conteúdo ministrado em sala de aula, permitindo aos alunos determinar onde e quando estudar e trabalhar os conceitos que apresentam maiores dificuldades.

The screenshot shows the ALICE web application interface. At the top, there is a navigation menu with links like 'Home', 'Dicas', 'Tutoriais', 'Apostilas', 'Links', 'Códigos-fonte', 'Parede da Fama', 'Downloads', 'Resumo', 'Praticando', 'Unidade', 'Consulta', 'Chamada', 'Notas', 'Recado', 'Alunos', 'Acessos', 'Mudar', 'Meus Dados', 'Faq', and 'Acesso por hora'. Below the menu is a table titled 'Aluno' with columns: Nome, Conceitos trabalhados, Exercícios a fazer, Professor, and Inserir. The table lists 15 students with their respective data.

Nome	Conceitos trabalhados	Exercícios a fazer	Professor	Inserir
(a057282) Adriano Henrique Martins	7	1 (2 respondidos)	André	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057728) Adriano Melo <i>Dificuldade de aprendizagem (1 conceito)</i>	3	1 (3 respondidos)	André	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057773) Alde Américo L. de Souza Neto <i>Dificuldade de aprendizagem (3 conceitos)</i>	1	1 (4 respondidos)	Carlos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057052) Alex Bastian de Brito		1 (nenhum respondido)	Carlos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057284) Alex Boyer Heidmann	6	1 (3 respondidos)	Carlos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057209) Alexandre Blancourt	3	1 (4 respondidos)	André	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a052040) Aline Abreu Camicelle	1	1 (1 respondido)	André	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057289) Ana Paula Gomes Soares	4	1 (3 respondidos)	André	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a007056) Anderson Dantas Junkes De Medeiros <i>Muito acesso</i>			André	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057293) Anderson Engel Giacomazzi	8	3 (4 respondidos)	Alice	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057803) Anderson Sacramento	1	1 (1 respondido)	Carlos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057020) André Cardoso de Freitas		1 (nenhum respondido)	Elisângela	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
(a057289) André Luis da Silva	3	1 (2 respondidos)	Elisângela	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Figura 2. Identificando as dificuldades de aprendizagem dos alunos

O ALICE dispõe de três perfis de usuários: administrador (gerencia cadastros de alunos, professores, disciplinas, cursos e configuração do sistema), professor (gerencia o conteúdo instrucional, analisa e acompanha as atividades dos alunos), aluno (acessa o conteúdo, interage com os participantes e realiza exercícios).

O Ambiente fornece um repositório de materiais didáticos classificados em básicos (materiais de referência usados também nas aulas presenciais) e complementares (apostilas, tutoriais, códigos-fonte, etc.). A seção direcionada a prática dos alunos, denominada “praticando”, fornece questões objetivas e dissertativas organizadas em exercícios confeccionados pelos professores ou pelo próprio ambiente.

O professor é assistido por um conjunto de ferramentas que permitem o registro de chamadas, a informação das notas obtidas em avaliações presenciais, envio de recados aos alunos, gerenciamento das dificuldades de aprendizagem dos alunos e visualização dos acessos. Por fim, as ferramentas de socialização permitem a troca de mensagens e a

conhecer o perfil de cada participante. A figura 3 apresenta uma visão geral dos recursos disponíveis no ambiente.

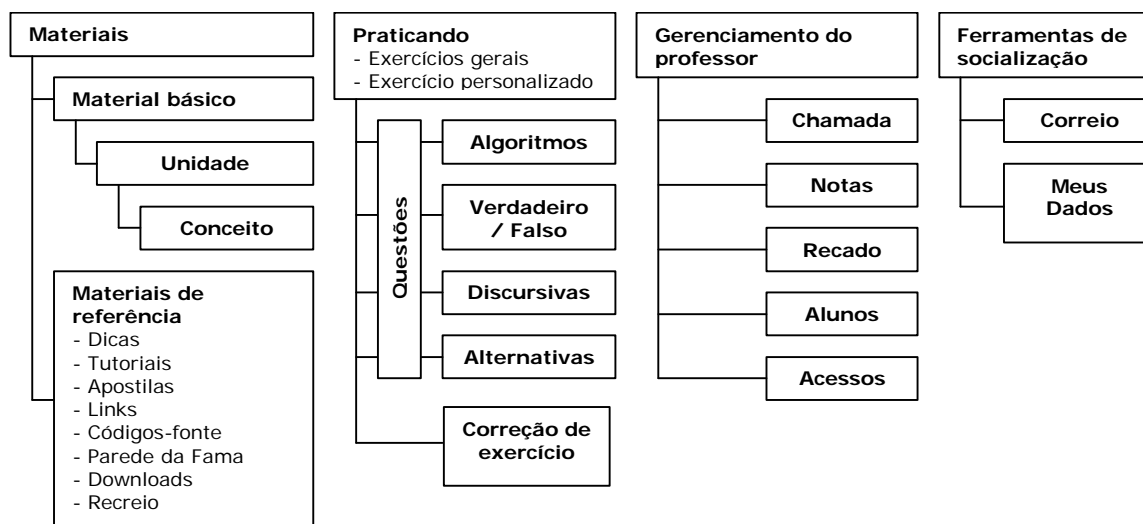


Figura 3. Recursos do Ambiente ALICE

Sob o ponto de vista de um ITA, o ambiente apresenta o modelo do aluno, o modelo do domínio e o modelo do tutor (estratégia pedagógica); além de ferramentas e assistentes inteligentes que auxiliam na automatização de tarefas do professor.

O modelo do aluno contém informações estáticas (como nome, e-mail, horas de trabalho semanais, conhecimento prévio) e dinâmicas (desempenho do aluno no decorrer do semestre). Já o modelo do domínio abrange o conteúdo instrucional organizado por meio de um mapa conceitual que define os tópicos da disciplina e sua relação de pré/pós requisitos, além das questões a serem resolvidas pelos alunos que são associadas pelo professor a um ou vários tópicos da disciplina.

O modelo do tutor contém as regras que orientam o processo decisório do sistema. A partir das informações do modelo do aluno e do domínio, o tutor seleciona uma estratégia mais adequada. Deve-se salientar que nesta abordagem de ITA, o processamento do modelo do tutor é realizado parcialmente pelos assistentes que auxiliam o professor.

Os assistentes desenvolvidos até o momento atuam: na detecção de plágio de respostas; na correção dos algoritmos desenvolvidos pelos alunos (análise das construções léxicas apenas); na escolha de uma ação mediadora adequada de acordo com a estratégia pedagógica; e na identificação das dificuldades de aprendizagem dos alunos.

4.1. Assistente de Detecção de Plágio de Resposta

A cada submissão de exercício por parte do aluno, este assistente realiza a análise léxica do algoritmo e verifica a similaridade da questão respondida com as respostas dos colegas. Esta análise permite examinar possíveis cópias de respostas e facilita o processo de correção do professor.

A análise permite reconhecer os tipos de cópias mais frequentes: a cópia na íntegra e a cópia onde apenas os nomes de variáveis são alterados. Na ocorrência de algum, registra-se no ambiente e é alertado ao professor no momento da correção, cabendo a ele decidir se houve cópia ou apenas coincidência.

4.2. Assistente de Correção de Algoritmos

Assistente de correção de Algoritmos tem como objetivo realizar uma análise prévia da resposta submetida pelo aluno, a fim de fornecer subsídios que facilitem o processo de correção do professor. Ao cadastrar uma questão no sistema, o professor informa quais conceitos envolvidos e quais elementos léxicos (*tokens*) a resposta deve obrigatoriamente apresentar. Assim, cada resposta é submetida a uma análise léxica onde um conjunto de *tokens* é identificado e, caso um dos solicitados pela questão não constar neste conjunto, o professor recebe uma notificação no momento da correção de que existe uma possível que ocorrência de erro na resposta.

4.3. Assistente de Mediação

No ambiente ALICE cada aluno é diagnosticado conforme as informações estáticas e dinâmicas presentes no modelo do aluno. A estas informações aplica-se um conjunto de regras de produção que conduzem ao diagnóstico sobre qual a estratégia mediadora é a mais adequada a ser aplicada.

O ambiente foi concebido a partir de uma perspectiva sócio-interacionista fundamentada na teoria das Experiências de Aprendizagem Mediadas (Feuerstein, 1994). Neste contexto, foram selecionadas duas formas de mediação: de transcendência e de competência.

A mediação de transcendência está relacionada com ações que promovem o desenvolvimento lógico através de exercícios com um grau de complexidade maior, envolvendo enunciados mais abstratos e situações cotidianas, desafiando o aluno a transcender o contexto de aplicação do conhecimento apreendido. Já a mediação de competência dispara ações que buscam incentivar o aluno a sentir-se competente para seguir participando da disciplina (detecta uma desistência em potencial). Para isso apresentam-se exercícios básicos que ampliam as chances de acerto e com isso amplia-se o sentimento de competência do aluno.

4.4. Assistente para Identificação de Dificuldades de Aprendizagem

O Assistente para Identificação de Dificuldades de Aprendizagem tem sua ênfase na confecção de exercícios personalizados. Um exercício é composto de três questões podendo estas ser objetivas, discursivas ou problema/algoritmo.

A cada nova submissão de exercício, o assistente analisa o desempenho obtido pelo aluno em cada um dos conceitos da disciplina e presente nas questões (as questões são classificadas conforme os conceitos que permite desenvolver). A partir desta análise é realizado um levantamento dos conceitos que o aluno necessita de uma maior atenção. Este

levantamento considera a situação atual do aluno após o exercício e as considerações percebidas em sala de aula fornecidas do professor ao sistema (se houverem).

Quando o aluno apresenta dificuldade em algum conceito, o assistente avalia se é necessário reforçar os conceitos que são pré-requisitos ou promover novas oportunidades de aprendizagem com este mesmo conceito em que o aluno apresenta problema. Esta decisão é tomada tendo como base um conjunto de regras de produção que avaliam o desempenho do aluno nos conceitos pré-requisitos e no conceito em questão. Foram utilizados conjuntos difusos para flexibilizar os níveis de verdade relativos ao desempenho do aluno em um determinado conceito.

A escolha das questões para o novo exercício obedece aos seguintes requisitos: (i) não podem ter sido respondidas previamente por este aluno; (ii) não podem ter vínculo com conceitos em que o aluno ainda não está habilitado a desenvolver; (iii) não podem participar de outro exercício que já está disponível ao aluno mas ainda não foi realizado. Caso não existam questões disponíveis, é enviada uma mensagem alertando o professor, informando que o aluno necessita de atenção nos conceitos identificados.

5. Resultados da utilização do Ambiente ALICE

O ambiente ALICE foi aplicado em duas turmas (2 professores e 60 alunos) da disciplina de Algoritmos e Programação no segundo semestre de 2004. A partir dos dados deste experimento foi realizado um levantamento sobre a participação dos alunos no ambiente, as ações mediadoras mais frequentes, e a influência dos assistentes na atuação do docente.

Na primeira utilização do ambiente os alunos responderam um breve questionário que possibilitou inicializar o modelo do aluno com informações sobre o perfil dos alunos participantes: 80% eram do sexo masculino; 13% eram repetentes na disciplina; 68% trabalhavam mais de 20 horas semanais e 23% relataram já ter desenvolvido programas antes da disciplina.

No decorrer do semestre, o sistema foi sendo alimentado com as anotações do professor sobre o comportamento dos alunos em sala de aula. Verificou-se que 15% dos alunos faltavam às aulas frequentemente, outros 15% tinham o costume de se ausentar da sala durante as aulas, e 37% conversavam durante as explicações. Sobre o aproveitamento durante o período em sala de aula, 73% buscavam realizar os exercícios propostos. Estas informações auxiliariam na tomada de decisão do assistente de mediação do ITA. Dentre as duas modalidades de mediação, poucos alunos (14%) chegaram a receber mediações de transcendência.

Com relação a participação dos alunos no ambiente ALICE, averiguou-se que a frequência mais expressiva de acessos ocorreu durante o horário de aula (terças e sextas-feiras das 19hs e 22h e 30min). A seção que obteve uma maior taxa de procura foi o serviço de troca de mensagens (totalizando 5975 mensagens, isto é, 105 em média por aluno), seguido pelos exercícios praticados dentro o ambiente (totalizando 345 exercícios, média de 6 exercícios por aluno, ou 18 questões). Curiosamente foram verificados alguns acessos ao

ambiente durante os meses de férias. Neste período, os alunos buscaram manter contato com os colegas, e coletar materiais para estudo e até mesmo realizar exercícios.

O experimento realizado permitiu identificar diversos aspectos positivos da utilização do ambiente, e sem sombra de dúvidas o principal deles é a qualidade da informação para acompanhamento das dificuldades de aprendizagem dos alunos. Normalmente o professor somente toma conhecimento destas dificuldades quando as primeiras avaliações são realizadas, e mesmo assim sem uma indicação sobre quais conceitos o aluno apresenta maiores problemas.

Com o uso do ambiente, a medida que os alunos foram realizando os primeiros exercícios já tornou-se possível identificar as dificuldades de aprendizagem, motivando inclusive um replanejamento de ações em sala de aula. Ao identificar que um grande número de alunos apresentou dificuldade em um mesmo conceito surgiu a necessidade de trabalhar este com mais profundidade ou com estratégias diferentes.

Além disso, a possibilidade do monitoramento das ações de cada aluno no ambiente permitiu ao professor conhecer estes mais profundamente e de forma que os encontros em sala de aula não permitiam.

O assistente de identificação de dificuldades de aprendizagem e seleção de exercícios revelou-se o mais útil dentre eles. Cada aluno tinha sempre a sua disposição questões elaboradas segundo suas dificuldades específicas, não tendo a necessidade de esperar os momentos de sala de aula ou resolver listas de exercícios impessoais.

O assistente de mediação não atingiu os objetivos propostos, pois identificou-se que apenas duas modalidades de mediação não contemplam a diversidade de situações de aprendizagem vivenciadas pelos alunos. Novas modalidades de mediação terão que ser incluídas. Os demais assistentes mostraram-se úteis, porém em situações bem específicas e de importância secundária.

Um aspecto crítico a ser analisado é que a demanda de trabalho do professor, com relação a edições anteriores da disciplina, aumentou. Mesmo excluindo-se o trabalho de preparação do ambiente como a confecção de questões, ajustes no conteúdo instrucional, relacionamentos entre conteúdos e assim por diante que ocorrem somente na primeira utilização do sistema, a demanda de tarefas ao professor é maior.

No entanto, verifica-se que a atividade que o ambiente está proporcionado (atendimento individualizado aos alunos) seria certamente muito mais trabalhosa sem a presença do ambiente (praticamente inviável). Ou seja, o ambiente viabiliza a realização de um acompanhamento qualificado e sistematizado do desempenho dos alunos que antes não era possível.

Um outro aspecto relacionado à inserção do ambiente no cotidiano da disciplina é que os monitores da disciplina foram responsáveis por corrigir grande parte das questões realizadas pelos alunos. Desta, forma um recurso que sempre fora sub-utilizado, atuou decisivamente no apoio a aprendizagem dos alunos.

6. Conclusões

Espera-se que este trabalho venha a contribuir para o esforço da comunidade acadêmica de Ciência da Computação em construir ferramentas que auxiliem a aprendizagem de Algoritmos e Programação. A ênfase adotada na ferramenta desenvolvida é a de atuar na

redução das dificuldades de aprendizagem e neste sentido, a abordagem de assistentes mostrou-se adequada.

Analisando o ambiente desenvolvido a luz da área de Sistemas Tutores Inteligentes, verifica-se que a modalidade de ITA possibilita a construção de sistemas híbridos onde o professor compartilha o processo decisório com o tutor. Esta característica demonstrou grande potencial em situações de ensino-aprendizagem presenciais, onde as valiosas informações coletadas pelo professor nos encontros em sala de aula auxiliam na adaptação do ambiente as necessidades dos alunos nos momentos extra-classe.

A flexibilidade de desenvolvimento também é um ponto forte da modalidade de ITA. Assistentes podem ser adicionados e aprimorados sem afetar a arquitetura do sistema como um todo. Pode-se inclusive considerar que existem semelhanças entre esta abordagem e a abordagem de agentes, e que, dependendo do conceito de agente adotado, os assistentes podem ser chamados de agentes. No entanto o principal foco deste trabalho está em assistir ao professor, e por isso a nomenclatura seguiu este princípio.

As tarefas exigidas para acompanhamento individualizado dos alunos via sistema ainda gera uma sobrecarga de trabalho ao docente, que possui como um fator amenizante a flexibilidade na divisão de tarefas com os monitores e também com os outros docentes da disciplina.

As perspectivas futuras deste trabalho incluem a ampliação do assistente de mediação para inclusão de novas modalidades mediadoras, e a inclusão de aspectos afetivos no processo decisório dos assistentes para que a dimensão afetiva das dificuldades de aprendizagem possa ser contemplada e assistida.

7. Referências Bibliográfica

- Bruce, C.; et al (2004) “Ways of Experiencing the Act of Learning to Program: A Phenomenographic Study of Introductory Programming Students at University”, In: Journal Information Technology Educations, Volume 3, p. 143-160.
- Esmin, A. A. A. (1998) “Portugol/Plus: Uma Ferramenta de Apoio ao Ensino de Lógica de Programação Baseado no Portugol”, In: IV Congresso RIBIE, 1998, Brasília. Anais... Disponível em: <<http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/TRABALHOS/118.PDF>>.
- Falkembach, Gilse. “Uma Experiência de Resolução de Problemas através da Estratégia Ascendente: Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos”. Tese de Doutorado, PGIE- UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- Feuerstein, Reuven; Feuerstein, S. (1994) “Mediated Learning Experience: a theoretical review”. In: Mediated Learning Experience (MLE): theoretical, psychosocial and learning implications. London: Freund Publishing House Ltd., 1994. p.3-51.
- Giraffa, L. (1999) “Uma Arquitetura de Tutor Utilizando Estados Mentais”, Tese de Doutorado, CPGCC-UFRGS, Porto Alegre, 1999.
- Haden, P.; MANN, S. (2003) “The Trouble with Teaching Programming”. In: Proceedings of the 16th Annual NACCQ, Palmerston North, New Zeland, Julho, 2003.
- Kassboll, J. J. (1998) “Exploring Didactic Models For Programming”, In: Norsk Informatikkonferanse, Konferanse.

- Kinshuk; Tretiakov, A.; Hong, H.; Patel, A. (2001) "Human Teacher in Intelligent Tutoring System: A Forgotten Entity!". In: IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2001, Madison/USA. Proceedings... Madison: IEEE, 2001, pp. 227-230. ISBN: ISBN 0-7695-1013-2.
- Lesta, L.; Yacef, K. (2002) "An Intelligent Teaching-Assistant System for Logic". In: International Conference on Intelligent Tutoring Systems, 6, 2002, Biarritz/Spain. Biarritz: Lecture Notes in Computer Science 2363, pp. 421-431. ISBN: 3-540-43750-9.
- Lemos, M. A.; Barros, L. N.; Lopes, R. D. (2003) "Uma Biblioteca Cognitiva para o Aprendizado de Programação". In: Workshop de Educação em Computação, 11, 2003, Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, 2003. 1 CD-ROM.
- Lister, R.; Leaney, J. (2003) "First Year Programming: Let All the Flowers Bloom", In: Fifth Australasian Computing Education Conference (ACE2003), Australia, p. 221-230.
- Mendes, A. J. N. (2001) "Software educativo para apoio à aprendizagem de programação", In: Taller International de Software Educativo, Santiago, Anais... Disponível em <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise01/pags/charlas/charla_mendes.htm>.
- Menezes, C. S.; Nobre, I. A. M. (2002) "Um Ambiente Cooperativo para Apoio a Cursos de Introdução a Programação", In: XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Florianópolis. Anais... Florianópolis: 2002. 1 CD.
- Pimentel, E. P. et al. (2003) "Avaliação Contínua da Aprendizagem, das Competências e Habilidades em Programação de Computadores", In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 23., Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, 2003.
- Rodrigues Jr., M. C. (2004) "Experiências Positivas para o Ensino de Algoritmos", In: Escola Regional de Computação Bahia-Sergipe, 2., Feira de Santana. Anais... Feira de Santana: UEFS, 2004.
- White, G. L.; Sivitanides, M. P. (2002) "A Theory of the Relationships between Cognitive Requiriments of Computer Programming Languages and Programmers' Cognitive Characteristics", In: Journal Of Information Systems Education, Vol 1, Número 1.
- Xavier, G. M. C. et al. (2004) "Estudo dos Fatores que Influenciam a Aprendizagem Introdutória de Programação". In: Escola Regional de Computação Bahia-Sergipe, 4, Feira de Santana, 2004. Anais... Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2004.
- Yacef, K. (2002) "Intelligent Teaching Assistant Systems". In: Proceeding of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02), 2002, New Zeland. New Zeland: Kinshuk (eds) 2002.