

# **TBC-AED: Um Software Gráfico para Apresentação de Algoritmos e Estruturas de Dados aos Iniciantes em Computação e Informática\***

Rodrigo Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Heitor Augustus Xavier Costa<sup>2</sup>

Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência da Computação –  
Caixa Postal 3037 – 37.200-000 – Lavras – MG – Brasil

rpsantos@comp.ufla.br<sup>1</sup>, heitor@ufla.br<sup>2</sup>

**Resumo.** Este artigo tem o objetivo de apresentar o TBC-AED, um sistema de informação educacional que contém vários temas relacionados aos conteúdos lecionados aos iniciantes em Computação, procurando deixar uma contribuição à literatura e aos docentes da área. Com isso, o TBC-AED busca contribuir para a melhoria da qualidade de ensino de programação, algoritmos e estruturas de dados nos cursos de graduação em Computação e Informática.

**Palavras-chaves:** algoritmos e estruturas de dados, programação, informática na educação.

**Abstract.** This paper has the objective to present the TBC-AED, an educational information system that contains a lot of themes related to subjects instructed to beginner students in Computing, and also trying to contribute to literature and to teachers. So, TBC-AED tries to help the improvement of teaching quality of programming, algorithms and data structures in the graduation courses in Computing.

**Key-words:** algorithms and data structures, programming, computing in education.

## **1. Introdução**

A busca por melhores métodos educacionais para cursos que se embasam em Computação e Informática é uma preocupação constante de professores e coordenadores de curso. A cada dia novas tecnologias são desenvolvidas e novos conceitos precisam ser incorporados à formação universitária, para que sejam formados bons profissionais para o mercado.

Um grande desafio que está vinculado a essa formação é a maneira de estruturar o ensino de **desenvolvimento de algoritmos**, em quaisquer dos cursos escolhidos de Computação e Informática.

Segundo [Ascencio *apud* Campos *et al* 2003], algoritmo é a descrição de uma sequência de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa, e para [Farrer *apud* Campos *et al* 2003], ação é um acontecimento que, a partir de um estado inicial, após um período de tempo finito, produz um estado final previsível e bem definido. Assim, um algoritmo é a descrição de um conjunto de comandos que, obedecidos, resultam em uma sucessão finita de ações.

---

\* Apoio PBIICT/FAPEMIG.

Atualmente, o ensino de algoritmos busca nas Ciências Exatas seu pilar de sustentação, pois disciplinas nessa área despertam o raciocínio matemático-lógico para resolução de problemas. Mas, isso deve ser mais uma das ferramentas para o estudante e não a sua única fonte, pois a sua formação futura será muito ampla.

O conceito de programação, segundo [Wirth 1989], é arte ou técnica de construir e formular algoritmos de uma forma sistemática. Esse conceito induz que o ingresso tem um dom de programar ou ele pode aprender as técnicas necessárias a aprimorar seu conhecimento. Logo, ao ingressar em um curso superior na área, ele deve ter sua base sedimentada, para que fique apto a prosseguir de maneira positiva durante seus estudos. Com isso, professores de disciplinas relacionadas à programação e coordenadores de curso sentem a grande responsabilidade de buscar e aperfeiçoar sua maneira de conduzir a estrutura disciplinar e curricular dos graduandos em seus estágios iniciais da universidade.

Este artigo tem por objetivo apresentar uma ferramenta computacional didática – TBC-AED (Treinamento Baseado em Computador para Algoritmos e Estruturas de Dados) – fruto de um estudo sobre algoritmos, estruturas de dados e programação. Esta ferramenta visa tornar o ensino deste conteúdo mais prático e abrangente, despertando o interesse do aluno, o seu espírito de pesquisa e a busca de informações que possam torná-lo um profissional crítico e de opinião sólida. Assim, seu rendimento ao longo do curso aumentaria, melhorando o seu desempenho em disciplinas mais específicas.

O artigo está organizado da seguinte forma: seção 2 apresenta um breve relato sobre os problemas acerca do ensino de Computação, algumas soluções e considerações; seção 3 retrata a importância do uso de ferramentas computacionais no ensino; seção 4 detalha algumas ferramentas disponíveis para o ensino de algoritmos, estruturas de dados e programação; e seção 5 apresenta o TBC-AED e alguns resultados iniciais de sua aplicação. Por fim, são apresentadas conclusões e listados trabalhos futuros.

## **2. Análise de metodologias de ensino de Computação**

Dentro da esfera de discussão dos métodos educacionais como ferramentas para a formação de profissionais de qualidade para o mercado, este trabalho se propõe a dar sua contribuição. Entretanto, ele analisa um tema mais abrangente e complexo: as áreas de Computação e Informática, que apresentam inovações constantes e grande transformação de preceitos existentes. Sabe-se que é complicado promover mudanças na educação básica e, ao se tratar de cursos de graduação baseados na produção de tecnologia, o problema é ainda maior. O que se pode perceber são cursos exercendo grande atração sobre os ingressantes em uma faculdade, o que mostra a concorrência elevada em processos seletivos. No entanto, vencido o obstáculo de entrada, vêm o início da fase universitária e um dos maiores dilemas: contato com disciplinas básicas que prepararão o ingresso para atuar em áreas específicas. Esse contato, sobretudo em cursos de Computação, pode gerar afinidade e repulsa, o que acontece com frequência expressiva, conforme [Rodrigues 2002; Schultz 2003; Chaves de Castro *et al* 2003; Delgado *et al* 2004 *apud* Júnior e Rapkiewicz 2004].

Dessa forma, a falta de compreensão do raciocínio lógico pode ser a principal razão pelo alto índice de reprovação nas disciplinas de Algoritmos e Programação e, em alguns casos, pela desistência de um curso. Em parte, isso é decorrência da dificuldade encontrada pelos professores para acompanharem as atividades laboratoriais de programação, dado o alto número de estudantes sob sua supervisão [Tobar *et al* 2001].

Dentro desse paradigma, pode-se destacar a forma como os alunos estudam para a disciplina, memorizando, e a falta de pré-requisitos em conteúdos relacionados [Júnior e Rapkiewicz 2004].

[Rodrigues 2002] relata outros problemas associados a este processo: i) a falta de motivação do aluno criada pelo despreparo e o desânimo quando há a crença de que a disciplina constitui um obstáculo extremamente difícil de ser superado; ii) o processo tradicional de avaliação pode deixar o aluno tenso prejudicando o aprendizado; iii) o relacionamento entre professor e aluno pode ser um problema quando o primeiro preocupa-se em mostrar o que sabe desconsiderando um ambiente de aprendizagem descontraído e colaborativo; e iv) a didática ou a falta de metodologia de ensino dificulta o aprendizado dos novos e diversos conceitos. Inclui-se a grave falta de comunicação entre professores das várias disciplinas que permitiria identificar conteúdos afins ou superposição de tópicos, auxiliando na integração do trabalho e no processo de ensino e aprendizagem [Giraffa, Marczak e Almeida 2003; Pimentel, França e Omar 2003].

[Rodrigues 2002] ainda afirma que o professor deve ser capaz de fazer o aluno compreender a abstração envolvida com toda a simbologia utilizada. Para isto, deve utilizar sua criatividade e tentar resolver cada problema baseando-se em situações do cotidiano. Assim, o aluno começa a ter raciocínio lógico e ordem de pensamento.

No entanto, para [Buzin 2001], o iniciante do curso superior traz uma bagagem cultural que não apenas não serve para o apropriado desenvolvimento de um estudo acadêmico, mas atrapalha o desenvolvimento desse estudo. Ele vem de uma experiência de estudante de disciplinas desenvolvidas em torno do paradigma de apresentação de resposta e soluções, usualmente da velha e surrada didática diretiva, ao invés de focar no processo de questionamento. Com certeza, sem uma radical mudança cultural de atitude e comportamento, este indivíduo não será um profissional de computação adequado, pois é preciso desenvolver a capacidade de buscar a resposta através de novas perguntas que levem à resposta da questão original. A formação do profissional em computação deve incitar desenvolvimento de raciocínio crítico, solução de problemas, aplicação de métodos de pesquisa e desenvolvimento profissional contínuo. Assim, mais uma das vertentes do problema educacional na área de Computação encontra-se na sua formação básica.

Mas, considerando o campo universitário, o nível de maturidade do aluno é importante para que o professor possa adequar o processo pedagógico no sentido de acompanhar o amadurecimento do aluno, permitindo aplicar técnicas de ensino e aprendizagem [Júnior e Rapkiewicz 2004]. Entretanto, o acompanhamento contínuo do aprendiz e o tratamento personalizado ao estudante, em turma com um número elevado de alunos, serão possíveis se forem apoiados por sistemas inteligentes, ou seja, auxiliados por computador [Pimentel, França e Omar 2003]. Logo, a idéia de usar produtos de *software* para o ensino de programação é de grande valia e ainda poderá transformar o ensino de disciplinas avançadas em algo mais primoroso e tecnológico.

A partir de todo esse desafio problemático, mudanças passaram a ser consideradas por graduados, mestres e doutores que trabalham com o ensino de algoritmos e programação. A análise da literatura feita por [Júnior e Rapkiewicz 2004] mostrou que há três vertentes na busca de soluções para os problemas apontados: i) Ferramentas, incluem trabalhos que apresentam ferramentas computacionais visando facilitar o processo de ensino e aprendizagem; ii) Estratégias, incluem trabalhos que discutem estratégias de

ensino e/ou de avaliação de competências; e iii) Ferramentas e Estratégias, são os trabalhos que discutem alguma estratégia suportada por ferramentas computacionais.

Assim, a linha deste trabalho vem ao encontro com o terceiro tópico. Além do desenvolvimento do produto de *software* (ferramenta computacional), ocorre também uma discussão a respeito do uso de ferramentas computacionais nas aulas, visando melhorar o ensino de programação, algoritmos e estruturas de dados. Pois, estes são pontos fortes para a formação de profissionais nas áreas de Computação e Informática.

### **3. A importância do uso de ferramentas computacionais no ensino**

É importante salientar alguns pontos especiais:

- a aula de uma disciplina que relaciona programação, algoritmos e estruturas de dados deve ser realizada em laboratórios para que os alunos possam entender as abstrações apresentadas. Deve ser composta de uma parte teórica, onde conceitos são transmitidos, e uma parte prática, onde são entendidos comandos e tópicos ministrados. Deve também haver questões-desafio, para que os discentes sejam acostumados a usar de agilidade e criatividade na solução de problemas [Júnior e Rapkiewicz 2004];
- o TBC-AED, que enfatiza animação gráfica, é de extrema importância como facilitador do processo de aprendizagem, visto que a apresentação de conceitos abstratos se torna mais viável e didática, melhorando a qualidade do material das aulas [Soares *et al* 2004];
- normalmente, um aluno se interessa por aulas diferenciadas e isso não só prende sua atenção, como também influenciam positivamente nas avaliações [Buzin 2001];
- uma economia de tempo pode ser conseguida e esta seria direcionada para maiores explicações e resoluções de exercícios, uma vez que o material didático seria virtual, evitando uma explanação cansativa através do quadro-negro [Santos e Costa 2005];
- o aluno tem acesso livre ao material virtual para estudar em casa. Além disso, ele possuirá um valioso projeto, para consultas futuras, em caso de necessidade – a tendência em abstrair detalhes, com o passar do tempo, sempre leva a dúvidas e estas a novas pesquisas em estruturas básicas ora aprendidas [Garcia, Rezende e Calheiros 1996];
- a transição de educadores também seria facilitada, uma vez que existiria uma base pronta para ser apreciada, mantendo a qualidade de ensino e aprendizagem do conteúdo.

Assim, o TBC-AED é um subsídio valioso para a formação de alunos, ajudando-os a concluírem seu curso, pois atende a disciplinas que estão no início do curso e são pré-requisitos necessários para as disciplinas mais específicas de períodos avançados. Quando feita uma boa base, rendimento e desempenho aumentam, proporcionando melhores resultados, melhores currículos e melhores profissionais para o mercado.

### **4. Ferramentas para o ensino de algoritmos, estruturas de dados e programação**

Para o desenvolvimento de qualquer trabalho, faz-se necessário discutir o que realmente há de contribuição ao universo acadêmico. Nesta seção, são citados alguns projetos relacionados. Deve-se ressaltar, contudo, que não houve pretensão de fazer uma análise exaustiva de tais projetos. São eles:

- **ASTRAL** (*Animation of Data Structures and Algorithms*) [Garcia, Rezende e Calheiros 1997]. É um ambiente de programação para produção de animações de algoritmos e

estruturas de dados com propósito instrucional. O ambiente foi desenvolvido no Instituto de Computação da UNICAMP em 1995-97 para plataforma Macintosh e recentemente portado para Windows. Utilizando o ambiente, um usuário pode implementar uma variedade de estruturas de dados e algoritmos e, através de chamadas de algumas rotinas específicas do ambiente, é possível visualizar graficamente as estruturas de dados bem como animações dos algoritmos. Isso se dá através de uma biblioteca de suporte gráfico que é parte do ASTRAL. A abordagem de animação de algoritmos tem duas vantagens imediatas: aprendizado, beneficia da observação dinâmica do funcionamento das estruturas de dados e proporciona um nível de abstração maior, e depuração, que é facilitada pela visualização gráfica, deixando claro ao usuário-programador, no momento da execução, em que parte da implementação da estrutura ou do algoritmo os erros ocorrem. Estas vantagens são interessantes aos alunos de disciplinas de estruturas de dados e algoritmos. O uso do ASTRAL em disciplinas de graduação sobre estruturas de dados com componente de programação foi muito bem sucedido em vários semestres;

- **EDDL** (Estruturas de Dados Dinâmicas Lineares) [Azul e Mendes 1998]. Surgiu de uma discussão sobre estratégias de ensino das estruturas de dados e tipos de dados abstratos utilizados em programação. A estruturação do programa EDDL e a concepção da sua funcionalidade englobam as seguintes componentes: 1) abordagem introdutória aos conceitos ou especificação dos tipos de estruturas; 2) técnicas de implementação; 3) utilização dessas estruturas na resolução de problemas. Pode-se utilizar como ferramenta introdutória ou de revisão, exercitação e auto-avaliação. Após o desenvolvimento dos primeiros protótipos, o EDDL adquiriu uma configuração global em que uma tela principal dá acesso aos módulos principais do programa, que são: conceitos introdutórios, pilhas, filas, listas lineares e exercícios. Em cada uma dessas seções, são analisadas em detalhes as operações mais usuais com estes tipos de estruturas, tais como: criação e destruição da estrutura, inserção e remoção de elementos na estrutura e verificação do estado da estrutura. O processo de avaliação do programa em situações concretas de ensino/aprendizagem está em curso. Oferece um conjunto de ferramentas e recursos de programação que revelam ser ao mesmo tempo intuitivo e de fácil manipulação, diversificado, versátil e eficaz para o desenvolvimento de projetos, principalmente quando o aspecto gráfico é uma das componentes importantes a considerar;
- **TED** (Tutorial de Estruturas de Dados) [Flávio 2004]. É um tutorial para dinamizar o ensino na disciplina de estrutura de dados e é um *software* educacional com o objetivo de permitir uma maior interação professor-aluno, servindo como uma ferramenta de apoio ao aprendizado. O tutorial subdivide-se nas várias estruturas apresentadas durante a disciplina, permitindo ao aluno ter uma visão individualizada dos conteúdos, mas sem perder a visão do todo. Através de conceitos de dinamização de aprendizagem, como a visualização dos acontecimentos simultaneamente com o que é executado, o aluno cria uma visão de totalidade do sistema. O tutorial apresenta algoritmos das estruturas de dados, ao mesmo tempo que demonstra a sua implementação lógica através de exemplos visuais permitindo ao aluno acompanhar os passos simultaneamente ao que é executado;
- **Dictionary of Algorithms and Data Structures** [Black 2005]. Este *site* contém uma parte do *Software Quality Group* do *Software Diagnostics and Conformance Testing Division, Information Technology Laboratory*. Este é um dicionário de algoritmos, técnicas algorítmicas, estruturas de dados, problemas atípicos e definições relativas. Os algoritmos incluem funções comuns e os problemas incluem alguns como o caixeiro

viajante. Alguns tópicos têm *links* para implementações e mais informações. A página de índice relaciona os tópicos por tipo ou em ordem alfabética. Apresenta o funcionamento dos algoritmos como animações sendo executadas ao se definirem os seus parâmetros.

## 5. O “TBC-AED” – Desenvolvimento do produto de software e seus reflexos

O TBC-AED é o produto de software que vem ao encontro dos objetivos discutidos até o momento. Ele procura analisar tópicos básicos de programação, englobando conteúdo teórico sintético e direto, acompanhado de processo gráfico passo a passo, representando um repositório didático com visualização gráfica. Isso facilita visualização e entendimento das informações apresentadas e economiza o tempo gasto em transcrever explicações do quadro-negro para o caderno para resolução de exercícios de aplicação e fixação. Além disso, pode-se alcançar maior interação professor-aluno, aumentando o espaço para questionamentos.

Foi observado que o TBC-AED, mais que uma simples ferramenta, é um verdadeiro material de coleta de informações a respeito de programação, algoritmos e estruturas de dados. Ele representa uma experiência profissional, pois foi desenvolvido para fins de consumo que, neste caso, é gratuito e direcionado aos alunos de área de Computação e Informática. Além disso, ele visa atender aos alunos que estudam algoritmos e estruturas de dados básicas. Isso é importante, pois aumenta a interação aluno-computador, o que propicia estímulos de curiosidade, atenção e eficácia no desenvolvimento de trabalhos relacionados e do raciocínio lógico.

Durante o processo de embasamento teórico-prático, vários exemplos foram vistos e estudados para que o TBC-AED pudesse ser elaborado com cuidado especial, o que não despertava qualquer tipo de receio; além disso, o seu conteúdo era de conhecimento. Com a introdução e a sedimentação de informações, o TBC-AED começou a ser desenvolvido e passou por várias etapas de melhorias, aplicadas à forma de apresentação e ao processamento dos algoritmos propriamente dito.

Enfim, o TBC-AED possui, diferentemente dos demais ambientes de ensino discutidos na seção anterior, algumas características, tais como: *links* explicativos, evitando a necessidade de aprendizagem via tutorial; a usabilidade da interface gráfica é razoável, possibilitando ao professor apresentar conceitos iniciais, conteúdos teóricos e práticos aos poucos, como apresentaria em transparências; conteúdo teórico simples, familiarizando melhor o aluno com o assunto; processo gráfico passo a passo, com elementos numéricos, melhorando a visualização e o entendimento; e legendas explicativas, ilustrando as etapas do processo de apresentação de algoritmos, facilitando o aprendizado e englobando aulas teóricas e práticas, ao envolver uma nova forma de transmitir conhecimento.

Quanto ao desenvolvimento, o TBC-AED apresenta os seguintes temas: Busca Binária, Métodos de Ordenação (*Select Sort*, *Insert Sort*, *Bubble Sort*, *Merge Sort* e *Quick Sort*), Alocação Estática e Dinâmica de Memória (Lista, Fila e Pilha) e Árvore Binária de Busca. Ele foi elaborado usando a linguagem de programação Java (devido à portabilidade) e o ambiente de desenvolvimento *NetBeans*, ambos disponíveis em ([www.sun.com](http://www.sun.com)). Ele se organiza segundo uma tela principal, contendo uma barra de *menu* separando os temas, que direcionam o usuário para o assunto de seu interesse (Figura 1).



Figura 1. Tela principal do TBC-AED

Ao seleccionar um desses temas, um *submenu* é apresentado, contendo um item explicativo do tema (Figura 2) e outros itens de representação gráfica do tema. A Figura 3 mostra uma janela relativa à representação gráfica do tópico Busca Binária, o qual apresenta uma breve introdução a respeito do assunto pesquisado (na parte superior), o algoritmo em *Portugol*<sup>1</sup> (à esquerda), o painel de animação, onde o algoritmo será executado graficamente (à direita), contendo uma legenda e um conjunto de botões (na parte inferior).

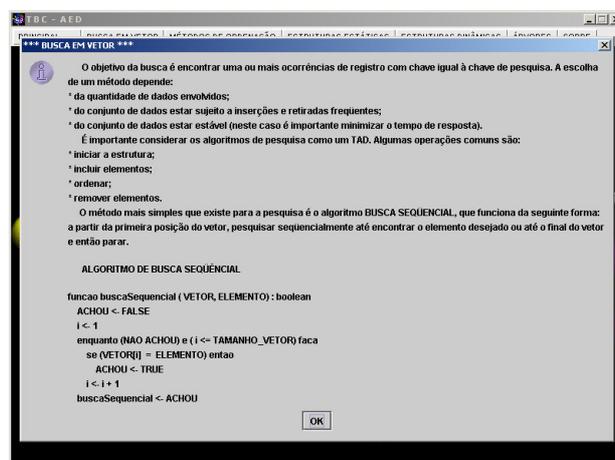


Figura 2. Janela de mensagem exibida contendo uma introdução a respeito do tópico relacionado

A única tela que se diferencia dos padrões descritos anteriormente é relativa ao tópico Árvore Binária de Busca que, devido à sua peculiaridade de representação perante aos demais temas, demandou maior espaço para o processo gráfico (Figura 4). As mudanças ocorreram no posicionamento interno das informações: o algoritmo em *Portugol* possui uma área menor contendo na parte inferior uma janela de mensagem interna usada para o efeito de passo a passo, e o painel de animação é exibido em uma área maior, contendo na parte inferior um espaço para a exibição dos elementos quando o usuário requisitar uma das formas de imprimir uma árvore binária (pré-ordem, in-ordem ou pós-ordem) e uma legenda.

<sup>1</sup> **Portugol** ou **pseudocódigo** consiste em analisar o enunciado do problema e escrever, por meio de regras predefinidas, os passos a serem seguidos para a resolução do problema [Campos *et al* 2003].

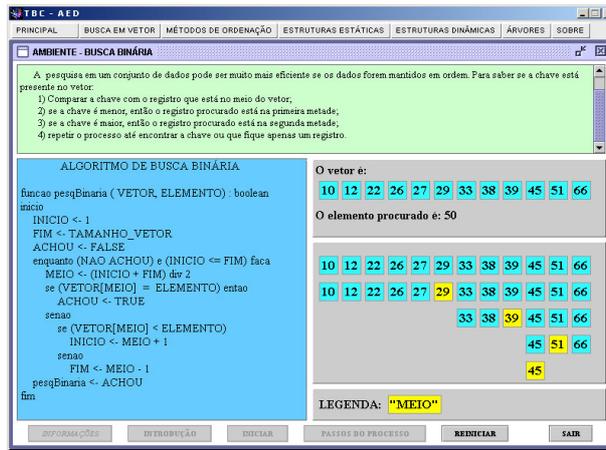


Figura 3. Tela Busca Binária

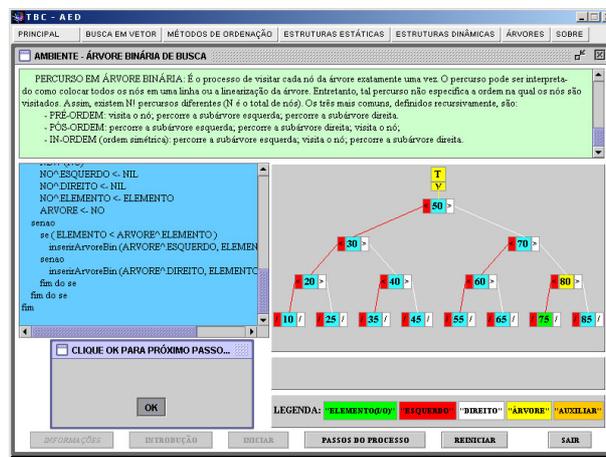


Figura 4. Tela Árvore Binária com suas peculiaridades

Uma característica importante do TBC-AED é ser auto-explicativo. Para isto, basta deslizar com o *mouse* nas partes da tela para ver uma breve descrição sobre a região posicionada. Isso deixa o usuário à vontade e sem preocupações quanto a quaisquer peculiaridades, também por se tratar de um produto de *software* direcionado para alunos iniciantes em cursos de Computação.

Dentre as vantagens da abordagem construtiva definida por [Garcia, Rezende e Calheiros 1996], estão mecanismos para facilitar o processo de abstração, o fato da animação refletir a interação com o aprendiz e as várias facilidades para a detecção visual de erros. Com isso, incentiva-se o processo de compreensão e autocorreção. Isso pode ser facilmente percebido em processos recursivos, os quais são de difícil explicação teórica, mas que podem ser vistos facilmente através da animação gráfica disponível em ambientes que utilizam algum algoritmo desse tipo (como *merge sort* e *quick sort*).

Com isso, verifica-se que a organização do TBC-AED é amplamente didática e esse fato serve de grande utilidade para o ensino de disciplinas que apresentam como ementa os tópicos relacionados. Além disso, é uma experiência desafiadora para graduandos, mestres e doutores tornar o ensino de Computação mais dinâmico, ao despertar o seu interesse a terem a mesma iniciativa, se possível com igual dedicação e empenho, para melhorar e aprimorar a formação de recursos humanos para a tecnologia.

## 6. Conclusões e trabalhos futuros

Sob todo conjunto de informações obtidas até o momento, pode-se perceber que existe uma gama de recursos que possibilitam o desenvolvimento de ferramentas computacionais para o auxílio da educação superior em Computação, com destaque para a linguagem de programação *Java*, que conta com a portabilidade e forte suporte para técnicas adequadas de Engenharia de *Software* [Deitel e Deitel 2003]. Isso faz com que novas tecnologias atinjam mais rapidamente seu público alvo.

Além disso, observou-se que o uso de produtos de *software* para o ensino de programação e algoritmos é uma idéia interessante, se for amadurecida e desenvolvida de forma cuidadosa e estruturada. Isso fornece novas experiências para professores e alunos, que se proponham a trabalhar com esse tema. Além disso, eles terão sua qualidade de ensino elevada e poderão ser capazes de avançar mais rapidamente no campo do conhecimento, através da agilidade de processos didáticos e da participação ativa do docente da área.

Conclui-se também que uma boa elaboração de produtos tecnológicos que facilitem a transmissão de conhecimento em Computação deve ser acompanhada de expressiva pesquisa no campo de novas metodologias de ensino. A principal finalidade é cada vez mais ter contribuições que incorram no aprimoramento do ensino superior e na formação de profissionais qualificados para o mercado. Isso reflete principalmente sobre futuros professores, uma vez que aqueles que têm passado por esse tipo de experiência durante a graduação terão grande interesse em executar o processo quando estiverem lecionando.

Dessa forma, compreende-se que a educação precisa ser reavaliada, pois representa a base da atual sociedade mundial e o único instrumento que pode desenvolver o ser humano e torná-lo digno de constituir sua vida e seu ambiente. Isso deve ser acompanhado por uma atitude crítica da comunidade científica formada, que é a maior interessada em manter e prosseguir com avanços que contribuam para a melhoria da qualidade de vida.

Com relação ao uso do TBC-AED, alguns seminários de apresentação e simulações de recursos foram realizados durante o 1º semestre de 2005 aos alunos que cursavam a disciplina e aos que a utilizariam no 2º semestre, agora com o seu uso contínuo.

Até o momento, o TBC-AED atende às expectativas, pois se notou que os alunos ficaram mais motivados e mais atentos, uma vez que utilizam o computador diretamente. Além disso, a ferramenta está disponível aos alunos, que podem acessar exemplos práticos extraclasse, ou seja, em casa ou outro lugar que não seja no horário da aula.

Foi observado que a ferramenta altera o ânimo dos alunos, pois conceitos abstratos passam a ser melhor visualizados e compreendidos, melhorando a dinamização do ensino. Isso também contribuiu para um tempo maior reservado à resolução de exercícios, levando à sedimentação da teoria. Isso resulta em maior expectativa do aumento do índice de aprovação em uma disciplina importante para a Computação.

Com a apresentação e disponibilização do TBC-AED, os alunos que a utilizaram obtiveram êxito, perfazendo um total geral de aprovação superior àqueles que não a utilizaram. Assim, para melhorar os resultados, optou-se em dividir a carga horária da disciplina, antes apenas teórica, em teóricas e de laboratório para o 2º semestre de 2005.

Como trabalhos futuros, está-se disponibilizando o *TBC-AED/Web*, para se ter maior acessibilidade, além de possibilitar a troca de idéias, através da interatividade com usuários diversos. A partir disso, também é interessante atacar outro assunto de grande

importância, algoritmos em grafos, a fim de ampliar o conhecimento e contribuir para a melhoria do ensino na área, através de novas ferramentas para o ensino de Computação.

## Referências

- Azul, A. A. e Mendes, A. J. EDDL: Um Programa Didático sobre Estruturas de Dados Dinâmicas Lineares, 3º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo – 1998. Évora, Portugal. Disponível em: <http://www.minerva.uevora.pt/simposio/comunicacoes/Mendes/Eddl.html>. Acesso: 15 jun 2005.
- Black, P. E. Dictionary of Algorithms and Data Structures. NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Disponível em <http://www.nist.gov/dads/>. Acesso: 15 jun 2005.
- Buzin, P. F. W. K. (2001) A epistemologia da Ciência da Computação: Desafio do Ensino dessa Ciência, *Revista de Educação, Ciência e Cultura*, v. 6, nº 2. Centro Universitário La Salle. Canoas, RS, Brasil.
- Campos, E. A. V. e Ascencio, A. F. G. (2003) *Fundamentos da Programação de Computadores*. Editora Prentice Hall.
- Deitel, H. M. e Deitel, P. J. (2003) *Java Como Programar*. Bookman Companhia ed Informática.
- Flávio, D. TED - Tutorial de Estruturas de Dados, desenvolvido durante estágio supervisionado na Universidade do Vale do Itajaí - 2004. Disponível em <http://www.tutorialdeestruturadedados.8m.com/>. Acesso: 20 jun 2005.
- Garcia, I. C., Rezende, P. J. e Calheiros, F. C. (1997) Astral: Um Ambiente para Ensino de Estruturas de Dados através de Animações de Algoritmos. *Revista Brasileira de Informática na Educação* nº 01, <http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr1/garcia.htm>. Ambiente ASTRAL disponível em: <http://www.dcc.unicamp.br/~rezende/ASTRAL/>. Acesso: 28 abr 2005.
- Giraffa, L., Marczak, S. e Almeida, G. (2003) O Ensino de Algoritmos e Programação mediado por uma Ambiente *Web*, Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação (SBC'2003). Campinas, SP, Brasil.
- Júnior, J. C. R. P. e Rapkiewicz, C. E. (2004) O Processo de Ensino e Aprendizagem de Algoritmos e Programação: Uma Visão Crítica da Literatura. III Workshop de Educação em Computação e Informática do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Pimentel, E. P., França, V. F. e Omar, N. (2003) A Caminho de um Ambiente de Avaliação e Acompanhamento Contínuo de Aprendizagem em Programação de Computadores. II Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais. Poços de Caldas, MG, Brasil.
- Rodrigues, M. C. Como Ensinar Programação?. *Informática – Boletim Informativo* Ano I nº 01, ULBRA. Canoas, RS, Brasil.
- Santos, R. P. e Costa, H. A. X. (2005) *TBC-AED e TBC-AED/WEB: Um Desafio no Ensino de Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação*, IV Workshop de Educação em Computação e Informática do estado de Minas Gerais. Varginha, MG, Brasil
- Soares, T. C. A. P., Cordeiro, E. S., Stefani, I. G. A. e Tirelo, F. (2004) Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não-intrusiva de Algoritmos, III Workshop de Educação em Computação e Informática do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Tobar, C. M., Rosa, J. L. G., Coelho, J. M. A. e Pannain, R. (2001) Uma Arquitetura de Ambiente Colaborativo para o Aprendizado de Programação, XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Vitória, ES, Brasil.
- Wirth, N. (1989) *Algoritmos e Estruturas de Dados*. LTC Informática-Programação.