

# TBC-GRAFOS/WEB – TREINAMENTO BASEADO EM COMPUTADOR PARA ALGORITMOS EM GRAFOS VIA WEB\*

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

**Abstract** — *This paper presents TBC-GRAFOS/WEB, an educational information system, which contains related topics to algorithms in graphs. TBC-GRAFOS/WEB is an interesting educational support tool and it propitiates the popularization both people in the local of its development and that use a computer with access to Internet and with the Java Virtual Machine (JVM) installed.*

**Index Terms** — *Algorithms in Graphs, Computing in Education, Programming, Web.*

## INTRODUÇÃO

A quantidade de informação e a tecnologia gerada tornam cada vez mais necessária a presença de profissionais de caráter persuasivo e inovador, que sejam capazes de unir inteligência e dinamismo na busca por melhores soluções dos problemas apresentados pelo mundo real. Isso encontra um de seus pilares nas metodologias de ensino aplicadas durante o estágio universitário, principalmente na área de Computação e Informática.

Com o intuito de produzir melhores resultados no processo de aprendizagem nessa área, faz-se constante a necessidade de atualização das didáticas de ensino de forma geral, procurando transformar processos abstratos em concretos através de produtos de *software* que possibilitem melhor compreensão dos tópicos abordados e maior interação entre aluno-objeto de trabalho. Isso encontra uma de suas grandes barreiras nos processos iniciais dos cursos relacionados, quando do contato com a programação, o raciocínio lógico e o estudo de grafos.

Um dos ramos iniciais de estudo do graduando da área se encontra em algoritmos em grafos que, segundo [1], tem origem relativamente recente e apresenta extensiva utilização em matemática aplicada, pois demonstrou ser uma poderosa ferramenta para a modelagem de diversas situações reais em física, química, biologia, engenharia elétrica e pesquisa operacional. Portanto, torna-se um desafio para professores e coordenadores de cursos promover mudanças que possam impulsionar capacidades intelectuais para que estudantes contribuam mais para a evolução global.

O objetivo do artigo é apresentar o TBC-GRAFOS/WEB (Treinamento Baseado em Computador para Algoritmos em Grafos via Web), além de relatar a importância de utilizar ferramentas computacionais para o ensino de algoritmos em grafos. Dessa forma, pretende-se disseminar o conhecimento e promover a interatividade entre

docentes e graduandos da área, enriquecendo a pesquisa com críticas e sugestões.

O artigo está organizado da seguinte forma: a próxima seção retrata a importância do uso de ferramentas computacionais no ensino, detalhando algumas ferramentas disponíveis para o ensino de algoritmos em grafos; a seção seguinte apresenta o TBC-GRAFOS/WEB. Por fim, são apresentadas as conclusões.

## A IMPORTÂNCIA DO USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO

Nesta seção, são apresentadas algumas ferramentas computacionais presentes na literatura e suas contribuições ao ensino de algoritmos em grafos. Contudo, é importante ter em mente alguns pontos especiais:

- a aula deve ser realizada em laboratórios para que os alunos possam entender as abstrações apresentadas. Deve ser composta de parte teórica, quando os conceitos são transmitidos, e parte prática, quando os comandos e os tópicos ministrados são entendidos. Deve haver questões-desafio, para que os discentes sejam acostumados a usar de agilidade e criatividade na sua solução [2];
- o produto de *software* gerado por esta pesquisa, o qual enfatiza animação gráfica, é de grande importância como facilitador do processo de aprendizagem, pois a apresentação de conceitos abstratos se torna mais viável e didática, melhorando a qualidade do material das aulas [3];
- normalmente, um aluno se interessa por aulas diferenciadas. Isso prende sua atenção e influencia positivamente nas avaliações [4];
- economia de tempo pode ser conseguida e ser direcionada para explicações e resoluções de exercícios, pois o material didático é virtual, evitando uma explanação cansativa no quadro-negro [5];
- o aluno tem acesso livre ao material virtual para estudar em casa. Além disso, ele possui um valioso projeto, para consultas futuras, em caso de necessidade – a tendência em abstrair detalhes, com o passar do tempo, leva a dúvidas e estas a novas pesquisas em estruturas ora aprendidas [6];
- a existência de material via *web* para estudos e pesquisas estimula contribuição tecnológica para a sociedade, integração de diferentes ideais através de contatos pela Internet, maior alcance ao público e

\* Apoio PBICT/FAPEMIG.

1 Rodrigo Pereira dos Santos, Depto de Ciência da Computação, Univ. Federal de Lavras, CP 3037, 37.200-000, Lavras, MG, Brasil, rpsantos@comp.ufla.br  
2 Heitor Augustus Xavier Costa, Depto de Ciência da Computação, Univ. Federal de Lavras, CP 3037, 37.200-000, Lavras, MG, Brasil, heitor@ufla.br

divulgação das propostas de melhorias de processos educacionais, visando injetar e obter informações para ampliação da literatura disponível [7].

## TBC-GRAFOS/WEB

### Organização, estrutura e desenvolvimento

Assimilar conceito e desenvolvimento de algoritmos é alvo de muitas dificuldades enfrentadas pelos alunos de cursos da área de Computação. Alunos que apresentam deficiências advindas dos ensinamentos fundamental e médio encontram dificuldades em aprender conceitos simples de programação de computadores [8].

Os grafos são estruturas de dados presentes em Computação e os algoritmos para trabalhar com eles são fundamentais na área. Existem centenas de problemas computacionais interessantes definidos em termos de grafos. Entretanto, parte dos alunos sente dificuldade na implementação dos algoritmos em grafos, devido à necessidade de um suporte para a implementação, composto por: i) estruturas de dados; ii) ferramentas de visualização e interação com grafos; e iii) diferença de níveis de abstração entre as definições teóricas dos algoritmos e representações computacionais necessárias para implementá-los [3]. Com o objetivo de permitir que os alunos sejam capazes de focar o seu estudo e esforço em compreender o funcionamento de algoritmos clássicos em grafos, o uso de um produto de *software* educacional para acompanhar esse ensino é uma estratégia interessante.

O TBC-GRAFOS/WEB é o produto de *software* que vai ao encontro dos objetivos discutidos até o momento. Ele analisa tópicos básicos de programação, englobando conteúdo teórico sintético, representando um repositório didático com visualização gráfica passo a passo. Isso facilita o entendimento das informações apresentadas e economiza o tempo gasto em transcrever explicações de forma tradicional (quadro-negro/caderno), visando maior resolução de exercícios de aplicação e fixação. Além disso, pode-se alcançar maior interação professor-aluno, aumentando o espaço para questionamentos, e maior interação graduando-computador, propiciando curiosidade, atenção e eficácia no desenvolvimento de trabalhos relacionados e do raciocínio lógico.

O TBC-GRAFOS/WEB representa uma experiência profissional, uma vez que é um produto *software* desenvolvido para fins de consumo que é gratuito e direcionado aos alunos da área de Computação e Informática. Dessa forma, durante o processo de embasamento teórico-prático, vários exemplos foram estudados para que o TBC-GRAFOS/WEB pudesse ser elaborado cuidadosamente. Com a sedimentação de informações, o produto de *software* educacional começou a ser desenvolvido e passou por várias etapas de melhorias, aplicadas tanto à forma de apresentação, quanto ao processamento dos algoritmos propriamente dito.

Quanto ao conteúdo e desenvolvimento, o TBC-GRAFOS/WEB visa abordar alguns dos mais significativos algoritmos em grafos, relacionados a buscas em grafos (algoritmos em profundidade e em largura), árvore geradora mínima (algoritmos de Kruskal e de Prim) e caminho mínimo entre vértices (algoritmos de Dijkstra e de Bellman-Ford). Ele foi elaborado usando a linguagem de programação Java e o ambiente de desenvolvimento NetBeans.

Quanto à organização, o TBC-GRAFOS/WEB está organizado em forma de tópicos que direcionam o usuário para o assunto de seu interesse. Ao selecionar um desses tópicos, um *applet* é executado. A Figura 1 mostra um *applet* relativo à representação gráfica do tópico Algoritmo de Dijkstra, que apresenta uma breve introdução a respeito do assunto pesquisado (na parte superior), o algoritmo em Português (à esquerda), o painel de animação, onde o algoritmo será executado graficamente (à direita), contendo na parte inferior um espaço para a exibição do resultado do algoritmo (referente ao valor do custo ou ao caminho percorrido ou ainda se o algoritmo funciona ou não sobre o grafo) e uma legenda, e ainda um conjunto de botões (na parte inferior). Os tópicos também contêm uma janela de mensagem interna usada para o efeito de passo a passo na parte inferior à esquerda. Além disso, uma inovação do TBC-GRAFOS/WEB é o usuário desenhar o grafo sobre o qual será executado o algoritmo, podendo fazer alterações no layout do grafo, para melhorar a visualização, antes de iniciar a execução. O usuário também pode reiniciar a execução do algoritmo sem precisar reconstruir o mesmo grafo.

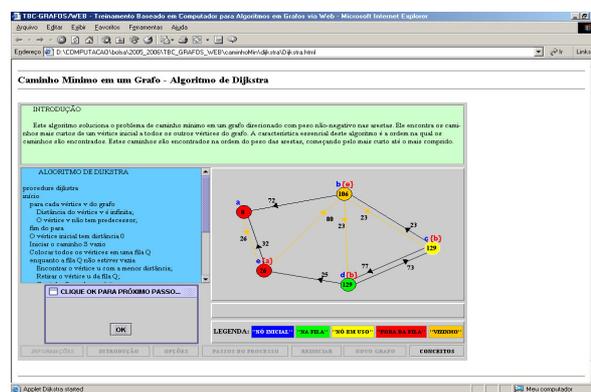


FIGURA. 1  
TELA ALGORITMO DE DIJKSTRA.

O TBC-GRAFOS/WEB é uma evolução do TBC-GRAFOS [9], que foi disponibilizado via web para que possa ter maior acessibilidade, além de possibilitar a troca de idéias, através da interatividade com usuários diversos.

Assim sendo, o TBC-GRAFOS/WEB é uma ferramenta valiosa para a formação de alunos, pois atende a disciplinas que estão no início do curso e que são pré-requisitos necessários para conteúdos mais específicos de períodos avançados. Quando feita uma boa base, o rendimento e o

desempenho aumentam, proporcionando melhores resultados, melhores currículos e melhores profissionais para o mercado [4].

Dentre as vantagens da abordagem construtiva, 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 [6]. Isso pode ser 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 algoritmos desse tipo.

O TBC-GRAFOS/WEB possui, diferentemente dos demais ambientes de ensino discutidos anteriormente, características como: i) *links* explicativos, evitando a necessidade de aprendizagem via tutorial (basta deslizar com o mouse sobre as partes da tela para ver uma breve mensagem sobre a região posicionada); ii) a usabilidade da interface gráfica é razoável, possibilitando ao professor apresentar conceitos iniciais, conteúdos teóricos e práticos aos poucos, como apresentaria em transparências (as janelas dos ambientes gráficos passo a passo exibem apenas os botões que têm utilidade para o usuário, dada a parte do processo em que ele se encontra estudando durante a execução); iii) conteúdo teórico simples, de forma a familiarizar melhor o aluno com o assunto; iv) processo gráfico passo a passo, com elementos numéricos, o que melhora a visualização e o entendimento; e v) legendas explicativas, que ilustram as etapas do processo de apresentação de algoritmos. Estas características facilitam o aprendizado e englobam aulas teóricas e práticas, ao envolver uma nova forma de transmitir conhecimento.

### Exemplo de funcionamento do ambiente gráfico Algoritmo de Dijkstra através do TBC-GRAFOS/WEB

Baseado nas definições apresentadas e para agilizar e melhorar a apresentação do tema, o TBC-GRAFOS/WEB apresenta um ambiente gráfico relacionado ao algoritmo de Dijkstra [10]. Analisando o funcionamento do ambiente:

- ao clicar em “Algoritmo de Dijkstra”, um *applet* é exibido no *browser*, contendo o ambiente gráfico passo a passo. Assim, o usuário começa a estudar e entender esse algoritmo;
- ao clicar em “CONCEITOS”, localizado na parte inferior, uma janela de mensagem é exibida apresentando os conceitos relacionados ao tema “Caminho Mínimo em um Grafo” (Figura 2);
- por estarem habilitados apenas os botões necessários em dado instante, ao iniciar, o usuário deve clicar em “INFORMAÇÕES” para uma janela de mensagem seja exibida, contendo considerações sobre o funcionamento do programa (Figura 3);
- ao clicar em “OK”, o botão INTRODUÇÃO estará livre para que o usuário possa prosseguir com seus estudos. Ao clicar nele, uma breve introdução é exibida na área

superior do ambiente gráfico, além de uma janela de mensagem direcionando o usuário em sua forma de prosseguir no programa (Figura 4);

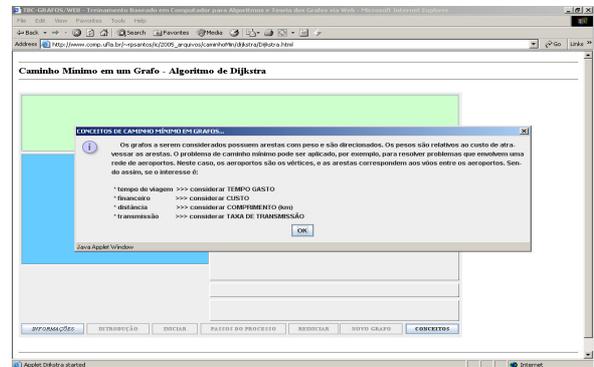


FIGURA. 2  
MENSAGEM DE CONCEITOS.

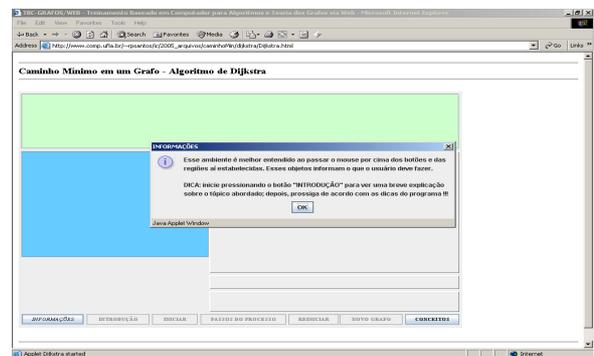


FIGURA. 3  
MENSAGEM DE INFORMAÇÕES.

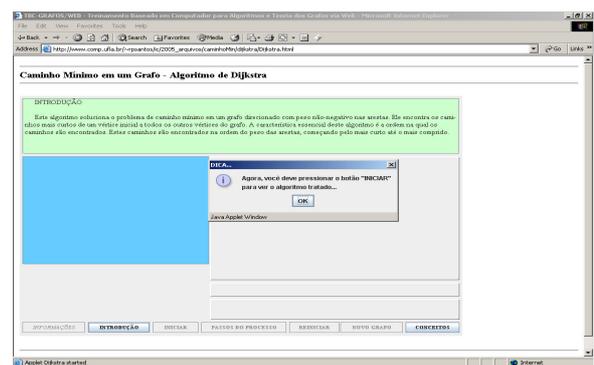


FIGURA. 4  
ÁREA COM ASSUNTO EM QUESTÃO.

- feito isso, o botão INICIAR estará disponível para que o usuário possa clicar nele para exibir o algoritmo de Dijkstra e uma janela de diálogo a fim de que o usuário entenda o que deve fazer para prosseguir no ambiente. Neste caso, ele terá que desenhar o grafo desejado no painel cinza à direita e clicar no botão OPÇÕES para entender como fazê-lo. Nesse momento, uma legenda

aparecerá na parte inferior do painel de desenho de grafos para indicar as cores que os nós do grafo desenhado poderão assumir quando da execução do algoritmo (Figura 5);

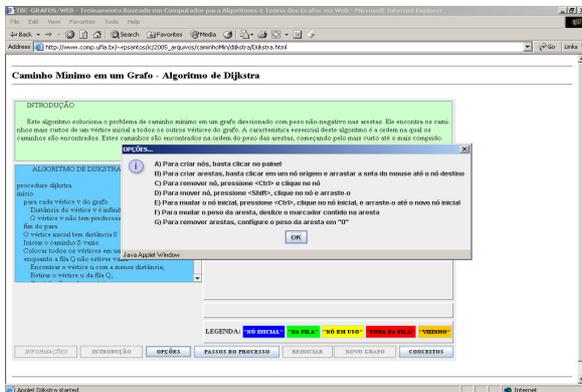


FIGURA. 5  
AÇÕES PARA MONTAR UM GRAFO.

- a partir disso, o usuário deverá desenhar seu grafo, inserindo e/ou removendo nós e arestas, configurando os pesos destas quando o algoritmo assim o permitir, reposicionando nós para melhorar a visualização e ainda alterar o nó inicial, também quando o algoritmo assim o permitir. O botão **PASSOS DO PROCESSO** é habilitado para que o usuário possa iniciar o processo passo a passo (Figura 6);

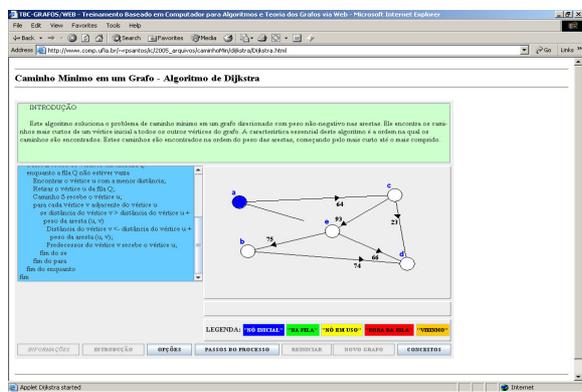


FIGURA. 6  
MONTAGEM DO GRAFO.

- ao clicar no botão **PASSOS DO PROCESSO**, uma janela de mensagem interna é exibida no canto inferior esquerdo do ambiente, para que, a cada clique no botão OK, o usuário prossiga nos passos do algoritmo executado sobre o grafo desenhado (Figura 7). Nesse processo, o painel de desenho estará travado para qualquer alteração do grafo, devendo-se terminar a execução do algoritmo;
- após a execução do algoritmo, o usuário pode clicar no botão **REINICIAR** para que possa exibir o grafo originalmente desenhado, antes do processo gráfico.

Nesse caso, ele pode fazer alterações sobre o grafo e/ou iniciar o algoritmo sobre ele novamente (Figura 8). Ao invés disso, o usuário ainda poderá continuar no ambiente e clicar no botão **NOVO GRAFO** para limpar o painel de desenho de grafos e montar uma nova estrutura para a execução do algoritmo;

- além disso, para o algoritmo de Dijkstra, é exibida uma mensagem em um pequeno painel acima da legenda, indicando o menor caminho S.

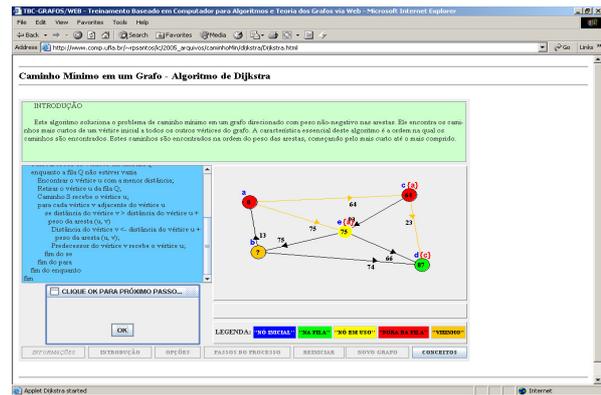


FIGURA. 7  
MENSAGEM PARA PASSO A PASSO.

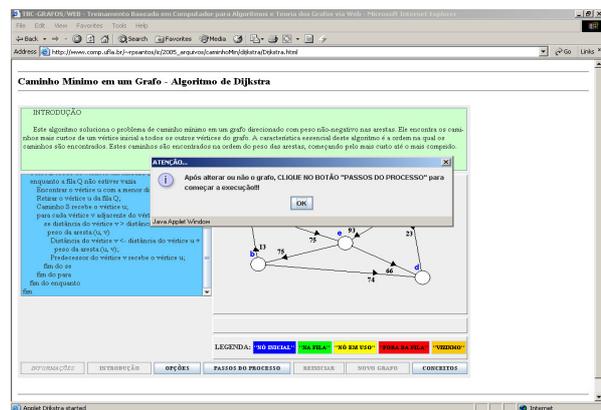


FIGURA. 8  
GRAFO DESENHADO INICIALMENTE.

## CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Sob todo conjunto de informações obtidas até o presente momento, pode-se perceber que existe uma gama de considerações que tornam relevante o desenvolvimento de ferramentas computacionais para o auxílio da educação superior em Computação.

Além disso, observou-se que o uso de produtos de *software* para o ensino de algoritmos em grafos é uma idéia interessante, se amadurecida e desenvolvida de forma estruturada, buscando evitar prejuízo à formação básica do aluno. Isso fornece novas experiências a professores e alunos, que se proponham a trabalhar com esse tema. Além disso, eles terão sua qualidade de ensino elevada e serão

capazes de avançar rapidamente no campo do conhecimento, através da geração de novos processos didáticos.

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

Dessa forma, compreende-se que a educação precisa ser reavaliada e 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 TBC-GRAFOS/WEB, verificou-se que sua organização é 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 de 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.

Com o uso do TBC-GRAFOS/WEB, alguns seminários de apresentação e simulações de recursos são realizados aos alunos que cursam/cursarão a disciplina no segundo semestre de 2006.

Alguns questionários foram aplicados para coletar informações acerca de alguns critérios: aprendizagem, dinamismo, interface, qualidade, didática e acessibilidade. Conforme resultados preliminares, o TBC-GRAFOS/WEB atende às expectativas, pois 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. Foi observado que a ferramenta alterou o ânimo dos alunos, pois conceitos abstratos passaram a ser melhor visualizados e compreendidos, dinamizando o ensino e a facilidade de aprendizagem. Isso também contribuiu para ampliar o tempo para resolução de exercícios, levando à sedimentação da teoria, o que acabou resultando em maior expectativa do aumento do índice de aprovação na disciplina relacionada ao ensino de algoritmos em grafos.

O TBC-GRAFOS/WEB está permitindo maior acessibilidade, além de continuamente possibilitar a troca de idéias, através da interatividade com usuários de diversas regiões do país, que se comunicam via e-mail, e com os próprios discentes, que estão utilizando a ferramenta diretamente. É avaliada pelos autores como satisfatória a repercussão da ferramenta, uma vez que representa a continuidade de um trabalho que envolveu algoritmos e estruturas de dados em sua primeira instância.

Dessa forma, o TBC-GRAFOS/WEB está sendo aplicado continuamente durante as aulas, sob acompanhamento dos professores responsáveis pela disciplina de algoritmos em grafos e dos pesquisadores que a desenvolveram. Essa decisão foi tomada em consequência do *feedback* dos discentes que a utilizaram para estudo e obtiveram sucesso na disciplina, conforme debates em seminários promovidos e questionários aplicados em 2005. Também está sendo planejado o desenvolvimento de produtos de *software* para outros conteúdos de Computação, visando montar um repositório de conhecimento básico e avançado.

## REFERÊNCIAS

- [1] Santos, J. P. O., Mello, M. P. e Muradi, I. T. C. (1995) "Introdução à Análise Combinatória". Editora da UNICAMP.
- [2] 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 (WEIMIG' 2004). Belo Horizonte, MG, Brasil.
- [3] Soares, T. C. A. P., Cordeiro E. S., Stefani Í. G. A., 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 (WEIMIG' 2004). Belo Horizonte, MG, Brasil.
- [4] 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.
- [5] Santos, R. P. e Costa, H. A. X. (2005) "TBC-AED: Um Software Gráfico para Apresentação de Algoritmos e Estruturas de Dados aos Iniciantes em Computação e Informática", I Congresso de Computação do Sul do Mato Grosso (COMPSULMT' 2005). Rondonópolis, MT, Brasil.
- [6] 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 (RBIE'1997) 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 set 2006.
- [7] 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 (WEIMIG'2005). Varginha, MG, Brasil.
- [8] Alves, A. A. e Costa, M. R. (2004) "algotPUC: Uma Ferramenta de Apoio à Programação para Iniciantes", III Workshop de Educação em Computação e Informática do estado de Minas Gerais (WEIMIG' 2004). Belo Horizonte, MG, Brasil.
- [9] Santos, R. P. e Costa, H. A. X. (2006) "Desenvolvimento de Ambientes Gráficos para o Ensino de Estruturas de Dados e Algoritmos em Grafos para Web", XIX Congresso de Iniciação Científica da UFLA – CIUFLA/XIV Seminário de Avaliação do PIBIC-CNPq/IX Seminário de Avaliação do PROBIC-FAPEMIG. Lavras, MG, Brasil.
- [10] Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L. e Stein, C. (2002) "Algoritmos: Teoria e Prática". 2ª edição. Editora Campus.