



## **SISTEMA AUDIOVISUAL BASEADO EM INTRANET/INTERNET PARA AUXÍLIO AO ENSINO DE ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Antonio Augusto T. P. de Moraes** – amoraes@sj.unisal.br, antonio@decom.fee.unicamp.br

**Fábio Francisco Domingues Bastos** – azraelsp@ig.com.br

Diretoria de Pós-Graduação e Pesquisa

Centro Universitário Salesiano – UNISAL, Campus São José

Av. Almeida Garret, 267 – Jd. Ns. Senhora Auxiliadora

CEP 13087-290 – Campinas – São Paulo

Departamento de Comunicações – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Cidade Universitária Zeferino Vaz

CEP 13081-970 – Campinas – São Paulo

***Resumo:** Neste trabalho é sugerido um sistema audiovisual para o ensino de algoritmos e estruturas de dados, o qual baseia-se na filosofia construtivista de ensino e objetiva compensar as dificuldades de alunos dos cursos de ciência da computação de universidades privadas. É conduzida uma discussão a respeito dessas dificuldades e uma experiência didática é relatada. O sistema proposto é acessível via Intranet/Internet e para sua implementação foram escolhidas as duas melhores alternativas no momento, Flash e Java. Descrito o projeto, o protótipo “Panteão” é apresentado.*

***Palavras-chave:** Algoritmos e Estruturas de Dados, Java e Flash, Construtivismo, Ensino à Distância, WWW*

## 1. INTRODUÇÃO

O curso de ciência da computação possui uma série de particularidades que o torna especial e o diferencia de outros cursos, como os de engenharia, por exemplo. Aprendemos conceitos lógico-matemáticos desde a infância, faz parte da nossa formação básica. Assim, o começo de um curso de Engenharia corresponde a uma continuação, uma transição até certo ponto suave do mundo do ensino médio para o mundo do ensino superior, com crescimento gradual em conhecimento e complexidade. O mesmo não ocorre com a Ciência da Computação, pois não aprendemos fundamentos desta ciência, como algoritmos e estruturas de dados, no ensino médio. Não pode haver, pois, neste caso, uma transição suave.

Por outro lado, a característica de ser prático também contribui para este curso superior ser especial, pois tal particularidade implica na exigência de uma grande dedicação em termos de tempo por parte do estudante, a fim de completar as constantes tarefas de implementação (programação) e projetos.

Considerando o que foi posto, imagine-se nesse contexto um aluno vindo de um ensino básico deficiente, perfil comum nos alunos das instituições de ensino superior privadas, somando-se a isto o pouco tempo disponível para os estudos devido a obrigações de trabalho e para com a família. Neste caso, observa-se uma baixa assimilação de conceitos mais complexos e/ou abstratos, bem como um contra-senso entre alguma assimilação conceitual e a dificuldade de implementação algorítmica. Parece estar criada uma situação propícia para extrema dificuldade no acompanhamento das disciplinas, o que é um convite ao desânimo e desilusão com relação ao curso.

Conforme as dificuldades específicas intrínsecas de cada disciplina, uma solução ligeiramente diferente que minimizasse o problema seria necessária. Neste contexto, com certeza existe a necessidade pela investigação e conseqüente desenvolvimento de técnicas de ensino que tornem o processo de aprendizado da Ciência da Computação mais agradável, rápido e eficiente para alunos com o perfil mencionado. Especialmente, em se tratando de Algoritmos e Estruturas de Dados, acredita-se que uma linguagem enriquecida com forte apelo audiovisual, incluindo animações para ilustração de conceitos de difícil assimilação, seria um caminho que renderia resultados fortemente positivos, dadas a complexidade e a característica dinâmica dos mesmos. Adicionalmente, se essas animações puderem ser associadas aos algoritmos correspondentes de maneira visível para o aluno, além de prover a assimilação dos conceitos dá-se um impulso inicial para implementação dos algoritmos e estruturas de dados que fazem parte do programa da disciplina.

No sentido de ir de encontro à solução para esse quadro, é importante considerar que o pensamento sobre educação tem evoluído, saindo de um estilo clássico em direção a novos conceitos. Desde a divulgação dos trabalhos de Jean Piaget (<http://www.piaget.org/>) e Lev Vygotsky (<http://www.marxists.org/archive/vygotsky/>), a abordagem tradicional tem sido questionada em favor de uma forma de aprendizado mais natural, a construtivista. A postura e competências desejáveis para o professor também têm sido repensadas, como é colocado em MORIN (2000) e PERRENOUD (2000). Além disso, têm-se proposto várias alternativas para aplicação de novas tecnologias no ensino, especialmente no que diz respeito a telemática – JONASSEN (1993).

Este artigo apresenta um sistema baseado em Internet/Intranet para auxílio ao ensino de Algoritmos e Estrutura de Dados nos cursos de ciência da computação. O sistema integrado audiovisual proposto faz uso das tecnologias mais modernas de visualização e programação para Intranet/Internet: *Flash* (<http://www.macromedia.com/software/>) e *Java* (<http://java.sun.com>). Assim, espera-se que a assimilação de conceitos complexos de algoritmos e estruturas de dados torne-se mais agradável e eficiente para o estudante, bem como capacitar o aluno a implementar computacionalmente tais algoritmos e estruturas. É

dada uma forte ênfase em uma linguagem audiovisual a fim de sintetizar a informação a ser absorvida e ao mesmo tempo acelerar o processo de assimilação de conhecimento. O sistema poderá ser utilizado para ministrar aulas ou ainda como um instrumento de aprendizado do tipo “self-training”, na instituição de ensino ou à distância.

## **2. EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

O modo de se ver a educação passou por uma evolução considerável no século XX. Princípios tidos anteriormente como sólidos foram colocados em discussão e novos conceitos introduzidos. A partir dos pressupostos de Piaget (<http://www.piaget.org/>) e Vigotsky (<http://www.marxists.org/archive/vygotsky/>), nasceu a filosofia construtivista de ensino em contraposição ao ensino tradicional. Segundo esta filosofia, o conhecimento deve ser construído ao invés de transmitido. Não se pode submeter o sujeito a uma coerção intelectual que o force a aprender passivamente, sob pena de tal atitude coibir sua independência. Em contrapartida, uma submissão moral o impede de ser ativo intelectualmente. É preciso que os alunos vivenciem a construção do seu processo de aprendizagem sem a imposição de soluções prontas. O educador deve entender que a compreensão passa pela reconstrução do conhecimento.

O perfil do educador também tem sido repensado. Neste sentido, Edgard Morin e Philippe Perrenoud tem introduzido contribuições importantes – MORIN (2000), PERRENOUD (2000). Morin organizou suas idéias em sete saberes necessários à educação do futuro, os quais vão desde a compreensão da falibilidade do ser humano e suas diversas identidades até a ética do gênero humano. Perrenoud por sua vez aponta para 10 novas competências que o educador deve possuir, observando dentre elas a utilização da tecnologia na educação e o sentido ético da profissão. Tais pensamentos representam um deslocamento de uma postura conservadora e técnica do educador em direção à outra mais humana, flexível, ética e completa e que vise formar um humano mais independente e capaz.

O avanço tecnológico tem aberto novos caminhos para a educação. A tecnologia da computação integrada a das telecomunicações possibilita não somente a utilização do computador auxiliando o professor dentro da sala de aula, mas também introduz a capacidade de compartilhamento de informações sem fronteiras. Hoje em dia se pode lançar mão de recursos audiovisuais para explicar conceitos complexos que antes necessitavam de um grande esforço dialético por parte do professor, bem como “estender” o tempo de aula através de ambientes virtuais acessíveis via rede – JONASSEN (1996). Além disso, a educação à distância se mostra capaz de levar educação de qualidade a lugares e camadas sociais antes não atingidos – KEEGAN (1991).

Esses aspectos motivaram e estão presentes no desenvolvimento dessa proposta.

## **3. AS UNIVERSIDADES PRIVADAS E A PROBLEMÁTICA DO ENSINO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

O cenário do ensino superior no Brasil tem se modificado consideravelmente com a abertura de espaço para a iniciativa privada. Espera-se que essa iniciativa traga como consequência principal o aumento do nível de formação da população do país a fim de atender a exigências da política econômica estabelecida por órgãos internacionais. Também, o oferecimento de oportunidades a setores da população até então excluídos da possibilidade de educação superior é visto como justificativa. Todavia, no aspecto do ensino, tal mudança tem trazido consigo uma problemática complexa e de solução ainda indefinida. Vê-se diante de um impasse ético paradoxal: a qualidade do ensino versus viabilidade administrativa. O nível

dos alunos ingressantes nas escolas privadas tem se mostrado aquém daquele necessário ao acompanhamento dos cursos. Isso por vezes induz as escolas a reduzirem o nível do ensino superior ministrado sob pena de perderem seus alunos. Eis a natureza desse impasse.

Dependendo do curso superior em questão, essa problemática se desdobra diferentemente. Particularmente no caso da ciência da computação, parece haver um quadro merecedor de atenção especial.

### **3.1 Perfil do aluno nas universidades privadas**

A experiência como professor em uma universidade privada leva a observações que revelam diferenças marcantes no perfil dos alunos com relação às escolas públicas. Normalmente, o aluno de uma universidade privada não se dedica com exclusividade aos estudos, trabalha para prover seu sustento e ainda arcar com os custos de sua educação. Em paralelo, busca em um curso superior uma perspectiva de galgar melhores posições em seu ambiente de trabalho e, em conseqüência, melhores condições de vida.

Além disso, não raro, houve uma interrupção nos estudos entre a conclusão do ensino médio e o ingresso na universidade. Tal afastamento gera uma impedância na adaptação ao ritmo do ensino superior. Algum tempo e sofrimento são despendidos até o aluno conseguir estabilizar-se e caminhar normalmente no curso, quando isso ocorre. Nos piores casos, a desilusão e o abandono acontecem.

Somada a essas características, existe uma cultura errônea de que o aluno está comprando a sua educação e por isso tem o direito de dirigir seus educadores com relação ao modo de conduzi-la. Essa visão distorcida pode ser analisada segundo duas vertentes. Por vezes, pressionados pelo desconforto da dificuldade em acompanhar os estudos, os alunos extravasam de maneira passional suas insatisfações, encontrando justificativas no método de ensino, no nível das avaliações e outros. Mas, por outro lado, tal postura é por vezes também premeditadamente maliciosa. Em ambos os casos, devido ao impasse vivenciado pelas universidades privadas, com alguma freqüência conseguem sucesso em seu intento.

### **3.2 Ciência da computação: Um aluno diferente**

As bases teóricas da ciência da computação encontram-se na matemática. Um curso superior que deseje prover uma formação sólida em computação deve preocupar-se em dotar seus alunos de tal embasamento. Sem a compreensão teórica o aluno tem sua capacidade criativa limitada, restringe-se ao papel de programador, de codificar idéias prontas.

Por outro lado, de nada adianta conhecer a fundo a teoria sem ser capaz de implementá-la. A formação de um aluno de ciência da computação é também prática em sua essência, passa pelo contacto diário com implementações. Esse é o diferencial presente no aluno deste curso que o torna especial, a necessidade do convívio constante com a “máquina”, de dedicar um tempo maior em atividades extraclasse do que assistindo aulas. Pode-se dizer que a maior parte do aprendizado ocorre fora da sala de aula, na interação do aluno com o computador.

A formação do aluno de ciência da computação reside em tal dualidade, no embasamento teórico e nas habilidades de codificar programas. Na capacidade de estabelecer o elo entre o ente abstrato e sua representação computacional está a diferença entre o profissional competente e criativo e aquele limitado e automatizado. Isto o torna capaz de “produzir software”, principal competência do profissional dessa área.

Um outro aspecto importante a se ressaltar é que, por exemplo, existe uma certa continuidade quando um aluno entra em um curso de engenharia dado que existe uma convivência com a física e a matemática desde a infância. De pronto, não se tem contacto com nenhuma nova área do conhecimento, apenas passa-se por um aprofundamento nos estudos

anteriores. No caso da ciência da computação não existe essa transição contínua, pois via de regra programação não faz parte do currículo anterior, como a física e a matemática. Esse aspecto constitui-se em um obstáculo enfrentado pelos estudantes.

Nesse contexto se insere o aluno de universidades privadas, com todas as suas dificuldades e deficiências herdadas de sua formação anterior. Naturalmente, tais deficiências já comprometem a formação do embasamento teórico desejado. Além disso, mais grave é o fato da exigência de um maior tempo de dedicação fora do horário de aulas ser inviável, dado o perfil já descrito. Encontra-se diante de um dilema, deve-se escolher entre ensinar a teoria adequadamente e deixar que o aluno administre seu escasso tempo para implementações ou oferecer uma visão teórica superficial em prol de alguma implementação em aulas de laboratório. Todavia, como pode ser construído o elo entre teoria e prática com pouca ou quase nenhuma interação com o computador? Ou por outra, como se pode formar um profissional competente com embasamento teórico superficial?

Tem-se observado que universidades têm adotado como saída a capacitação de seus alunos na utilização de softwares e aprendizado de linguagens de programação. Todavia, ensinar softwares e formar programadores são responsabilidades do ensino técnico, não do ensino superior. O ensino superior deve tornar seus alunos capazes de aplicar conhecimentos teóricos e habilidades computacionais para produzir software com qualidade profissional. Não se pode substituir uma disciplina de um curso superior como Algoritmos e Estruturas de Dados pelo aprendizado da linguagem C, por exemplo. Não obstante, muitos cursos de ciência da computação têm adotado essa estratégia. Seguramente, esse não é o caminho a ser seguido. Devem-se buscar outras vias no sentido de construir o profissional adequadamente.

### **3.3 Experiência didática**

As dificuldades mencionadas acima puderam ser observadas nos alunos do Centro Unisal – Campinas, quando de uma experiência ministrando a disciplina Pesquisa e Ordenação para o curso noturno de ciência da computação. Percebeu-se extrema dificuldade na implementação de algoritmos apesar de se conseguir capturar algum conteúdo conceitual. Não havia o domínio de lógica de programação, sendo necessário um esforço por parte do professor em prover esse conhecimento. O elo entre o conceito teórico e sua representação computacional não podia ser estabelecido devido à incapacidade de escrever algoritmos, de traduzir um ente abstrato em uma lógica computacional.

Observando o perfil do aluno, conclui-se que isto se deve ao pouco tempo disponível para contacto com o computador fora do horário de aula. A habilidade de implementar algoritmos é desenvolvida e refinada no dia-a-dia, no codificar de programas, na síntese e análise mental da lógica de programação envolvida, no teste, revisão e otimização dos códigos fontes. Não havendo esta interação constantemente, é evidente que fica fortemente limitada a capacidade de implementação do estudante e, em conseqüência, seriamente comprometida sua formação como um todo, dado que tal habilidade é demandada em quase todas as disciplinas do curso.

Essa experiência mostrou que no caso das universidades privadas faz-se necessário buscar novas formas de ensinar que contornem as dificuldades apresentadas pelos alunos, possibilitando sua formação em nível compatível com o ensino nas universidades públicas.

## **4. SOLUÇÃO ATRAVÉS DA INTERNET: JAVA E FLASH**

Este trabalho motiva-se pelas dificuldades observadas nos alunos de ciência da computação na assimilação e implementação de algoritmos e estruturas de dados. O fato dos estudantes não possuírem habilidades suficientes para programar compromete o entendimento da teoria, já ameaçado pelas deficiências acumuladas por esses alunos. Uma assimilação

rápida e consistente da teoria seria necessária a fim de que o aluno pudesse imergir de pronto e com segurança nas tentativas de implementação. Entende-se que esse objetivo seria atingido via adoção de uma metodologia com forte apelo audiovisual, dado os níveis de complexidade e abstração dos conceitos envolvidos. Paralelamente, essa abordagem deveria suprir as dificuldades de implementação, mostrando aos alunos a ligação entre o conceito teórico e sua representação algorítmica. Construindo a teoria e sua relação com a prática via interação com o sistema proposto, está caracterizada a filosofia construtivista embutida no projeto – JONASSEN (1996). Além disso, o sistema é acessível via Intranet/Internet, o que viabiliza o contacto do aluno com o curso quando não se encontra fisicamente presente na escola.

O sistema deveria ter como requisitos possuir uma interface agradável, ser independente de plataforma e veloz o suficiente para utilização via Internet. Após o estudo de Sistemas Interativos para a Internet (SII) e levantamento de trabalhos relacionados ao tema uma combinação da tecnologia Flash e da linguagem Java pareceu a mais adequada dentre a vasta gama de possibilidades a serem seguidas. Mais de 80% dos computadores conectados à Internet possuem esses recursos. Apesar disso, não foram encontradas muitas referências que tratassem da integração dos mesmos. Assim, haveria o desafio adicional de se unir estas duas tecnologias. Neste sentido, isso agrega um caráter inovador a este trabalho.

Com relação ao ensino com recursos audiovisuais, Flash é o mais utilizado na Internet, tendo se tornado um padrão neste sentido. Flash tem excelente apelo visual e depende somente de “plugin” sendo com isto independente de plataforma. Todavia, a eficiência deixa a desejar com relação à interatividade, na maioria das vezes ocorrendo somente a leitura estática do texto associada a animações. Além disso, apesar de que Flash tem sido aprimorado com o passar do tempo, ainda é limitado para resolver problemas de natureza complexa como aqueles de estruturas de dados e algoritmos (<http://www.macromedia.com/software/>).

Visando a interatividade, independência de plataforma e capacidade para desenvolvimento de aplicações robustas escolheu-se também Java além do Flash. Esta é a melhor linguagem de programação para a WEB e depende somente da sua “Java Virtual Machine”. Grande parte da popularidade de Java se deve às Applets. Estas são programas incorporados em uma página HTML que são executados quando a mesma é carregada em qualquer navegador com suporte à Java (<http://java.sun.com>).

JSP ou “Java Server Pages” são páginas HTML incluindo código Java. A diferença com relação às Applets é que o código Java é executado do lado do servidor, a fim de tornar as aplicações mais eficientes, escaláveis e seguras.

A integração entre Applets e Flash seria feita de uma forma indireta utilizando um arquivo auxiliar, o que levaria a um maior atraso no carregamento das páginas. Por isso, bem como por questões de segurança, a utilização de JSP foi escolhida em vez das Applets.

JavaBeans são nada mais do que classes Java que obedecem a certo padrão. Assim, quando da execução de uma JSP, antes do processo de compilação, as classes às quais a mesma faz referência são extraídas de um repositório de classes. Desta maneira todo o processo fica otimizado, pois se diminui a redundância no código e a necessidade de re-compilação para cada acesso à JSP.

A implementação do sistema consiste, além de desenvolver a interface gráfica, na codificação em Java e teste de todos os programas correspondentes à disciplina, bem como integração de todo o sistema em um servidor de maneira a prover acesso aos alunos. Para isto esta proposta conta com a participação de um bolsista de iniciação científica, o qual está envolvido em todas as etapas do desenvolvimento do projeto.

## 5. O PROTÓTIPO

Apresenta-se aqui um protótipo do sistema proposto, denominado temporariamente de “Panteão”. Foi desenvolvido um ambiente virtual em Flash MX interagindo com Java, o qual disponibiliza teoria e simulações enriquecidas com animações. Essas simulações se aproximam mais concretamente do aluno que o método de ensino convencional ministrado em sala de aula.

### 5.1 A Interface

A Figura 1 apresenta a interface principal do protótipo. Através de um menu, o aluno escolhe o capítulo que deseja estudar.

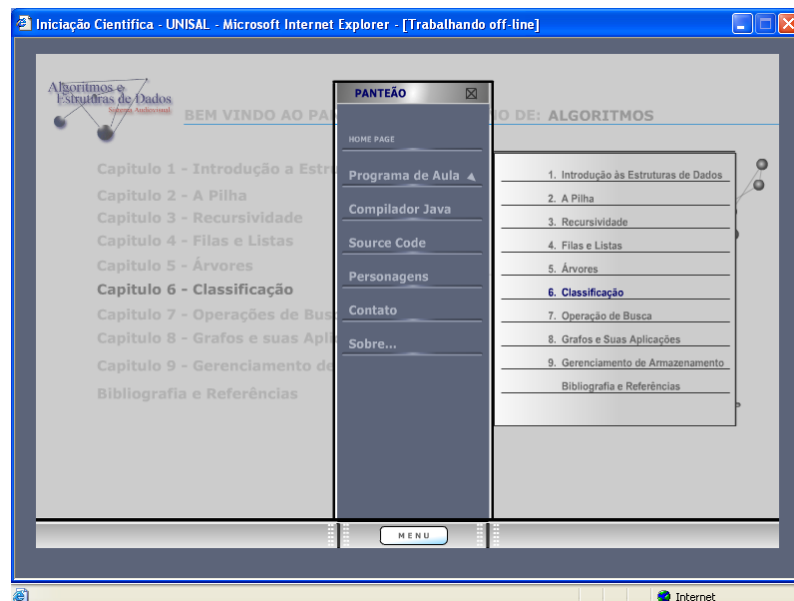


Figura 1 – Tela inicial do Panteão.

Através da opção *Programa de Aula*, tem-se acesso aos vários capítulos do curso. Na Figura 2 é mostrada como exemplo uma pequena introdução teórica a teoria de classificação.

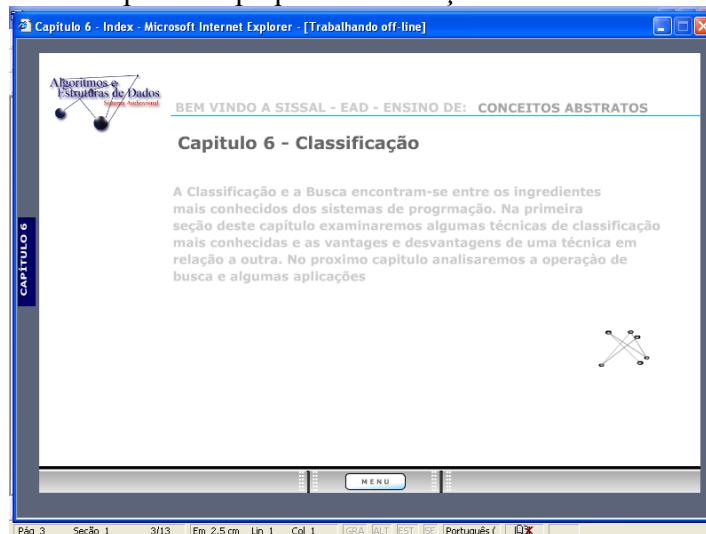


Figura 2 – Tela principal de um capítulo

A fim de acessar os subtópicos e recursos de cada capítulo, faz-se uso de um menu horizontal colocado à esquerda da tela corrente, como ilustrado pela Figura 3.

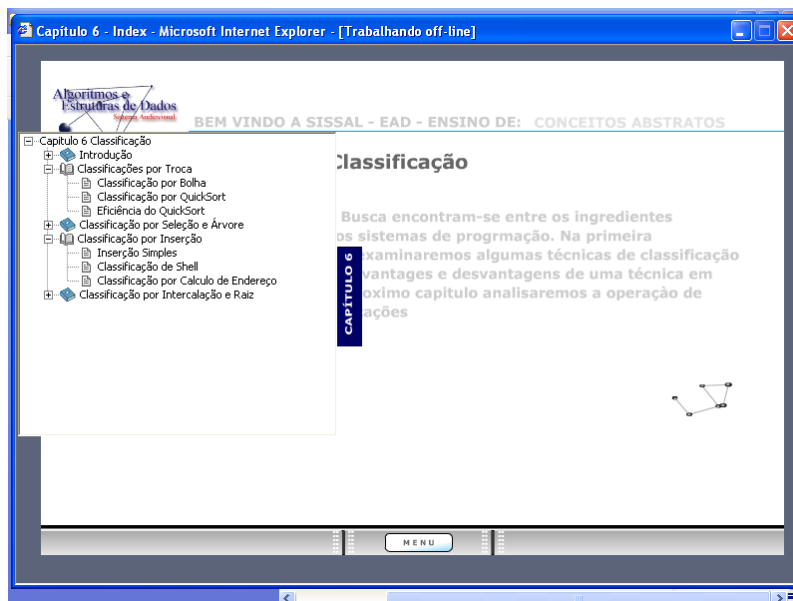


Figura 3 – Acesso aos subtópicos do capítulo via menu lateral.

É importante que o aluno se concentre somente nos estudos e uma interface ergonomicamente eficiente pode garantir isso. Procurou-se seguir essa diretriz quando o sistema foi idealizado, bem como na implementação do protótipo.

O curso não foi organizado de uma forma linear, o aluno pode optar a qualquer momento pelo capítulo escolhido e também os devidos tópicos.

A usabilidade é um conceito que tem sido muito debatido, diz respeito a criar uma interface que seja funcional e que atenda as expectativas e necessidades da audiência. Um site *usável* aponta naturalmente para tais expectativas e necessidades. O projetista deve levar em conta que as experiências vividas pelo usuário em outras áreas da vida afetam como o mesmo interpretará o funcionamento do site.

## 5.2 Um ambiente animado

O Conteúdo levado para o ambiente online com recursos audiovisuais e interatividade desperta maior interesse no aprendiz. Isto ocorre por que há um intenso processo criativo em que se buscam temas com alto grau de significado para o aluno, proporcionado pelos diversos recursos ao longo do curso. Tal abordagem entra em ressonância com a filosofia construtivista de ensino.

Navegações confusas e textos imensos foram substituídos por animações e ambientes descontraídos, visando reter a atenção do aprendiz deixando-o mais à vontade.

A Figura 4 mostra um dos tópicos da aula de Classificação, a inserção direta. Esta tela apresenta ao usuário os números que serão ordenados. A interação com esta aula é muito simples, e a interface é igualmente simples.



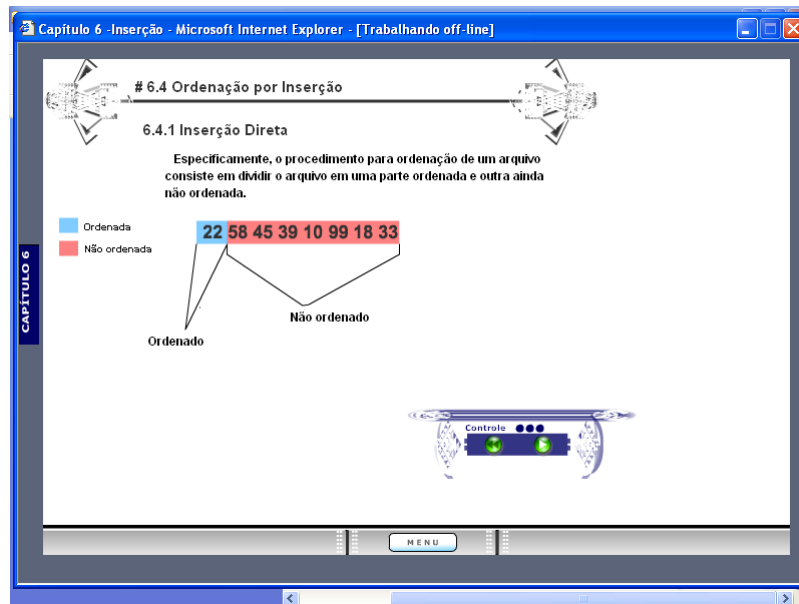


Figura 4 – Método de inserção direta para classificação.

Na seqüência, o aluno acompanha o fluxo dos movimentos de ordenação, onde são utilizados os recursos de animação, como pode ser visto na Figura 5. Cada passo é acompanhado de textos explicativos e o aluno tem total controle sobre o processo, podendo retroceder e avançar quando queira.

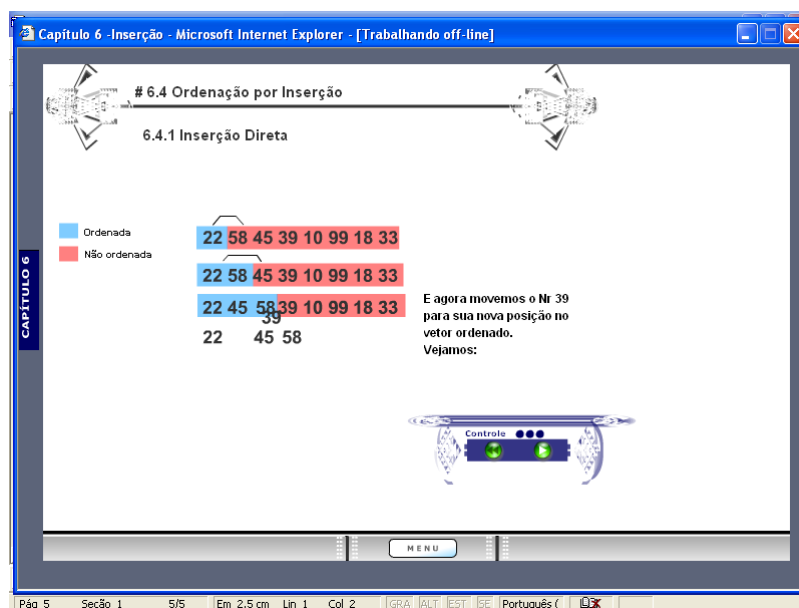


Figura 5 – Ordenação por inserção direta.

A utilização de ilustrações animadas traz maior fluidez ao aprendizado através da dinâmica e da curiosidade. A Figura 6 ilustra a continuação do processo de classificação por inserção direta.

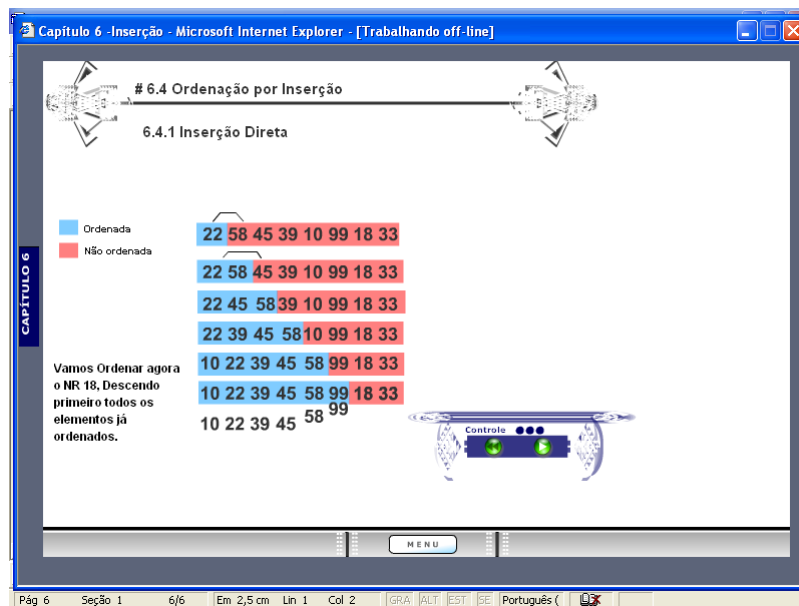


Figura 6 – Ordenação por inserção direta (continuação).

É possível despertar expectativa e surpresa a partir do momento em que se passa a vivenciar uma história e a questionar o que acontecerá no próximo momento. Neste caso, o conteúdo passa a ser absorvido com mais facilidade e naturalidade, através de uma atividade instigante e prazerosa na qual o conhecimento é construído e não apenas transmitido.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta uma proposta alternativa para ensino de algoritmos e estruturas de dados, motivada pelas dificuldades observadas em alunos das universidades privadas. Novos conceitos em educação foram discutidos, assim como a problemática do ensino privado no contexto da ciência da computação, sendo relatada uma experiência didática na área. É proposto um sistema audiovisual acessível via Intranet/Internet, inspirado na filosofia construtivista de educação e fazendo uso para este fim de recursos audiovisuais de qualidade elevada e simulações.

No sentido de alcançar os resultados desejados foram escolhidas a tecnologia Flash e a linguagem Java para a implementação do projeto, sendo as justificativas apresentadas. O protótipo “Panteão” foi apresentado, o qual representa o estágio atual de desenvolvimento do sistema.

A proposta possui uma forte conotação Interdisciplinar, envolvendo as áreas da computação e da educação. Ao vivenciar essa interdisciplinaridade, o bolsista não somente tem um crescimento nas duas áreas isoladamente, mas também no contexto da integração entre as mesmas. Adicionalmente, experimenta participar de todas as fases do desenvolvimento de um projeto de software, o que lhe dá visão de uma aplicação prática de sua futura profissão.

Para o futuro, está no projeto a substituição dos textos explicativos por personagens animados. Isto se destaca como estratégia eficaz na representação de comportamentos educativos e ferramenta para o aumento da motivação do aprendiz. A absorção do conhecimento através do computador é mais natural se o aprendiz se identifica com uma cena de seu cotidiano que envolva cenário e personagens familiares, tornando-se interessante a



adaptação do conteúdo para este universo animado, desde que esteja de acordo com a filosofia do curso.

Com este trabalho objetiva-se explorar um outro método de ensino diferente do convencional a fim de mensurar a eficiência dos recursos utilizados no aumento do rendimento dos alunos, bem como oferecer uma alternativa a professores que se deparam com a realidade do ensino superior privado no Brasil. Não obstante, estando-se no terreno da experimentação, esta não ambiciona ser uma solução definitiva à priori, devendo-se buscar, implementar e testar várias outras opções a fim de compará-las e encontrar o método ideal.

### *Agradecimentos*

Ao programa BICSAL e à UNICAMP pelos recursos que possibilitaram o desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHO, A.V., HOPCROFT, J.E., ULLMAN, J.D. **Data Structures and Algorithms**. Reading: Addison-Wesely, 1983.
- ARMSTRONG E. et al. The J2EE Tutorial for the Sun ONE Platform.  
<http://java.sun.com/j2ee/1.3/docs/tutorial/doc/index.html>.
- ASTRAL – Animation of Data Structures and Algorithms.  
<http://www.dcc.unicamp.br/~rezende/ASTRAL/>.
- BASTOS, F. F. D. Ensino Informatizado de Xadrez – Informática na Educação e Multimídia. UNISAL - Campinas. <http://prototipo.free.fr>.
- DEITEL, H. M. **Java - Como Programar**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- HOROWITZ, E., SAHNI, S. **Fundamentals of Computer Algorithms**. Rockville, MD: Computer Science Press, 1978.
- HOROWITZ, E., SAHNI, S. **Fundamentals of Data Structures**. Rockville, MD: Computer Science Press, 1982.
- HORSTMANN, C. S. **Core Java 2 – Vol. I e II**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- HTML 4.01 Specification – <http://www.w3.org/TR/html401/>.
- JONASSEN, D. O Uso das Novas Tecnologias na Educação a Distância e a Aprendizagem Construtivista. **Em Aberto**. Brasília, v. 16, n. 70, abr/jun, p.70-88, 1996.
- KEEGAN, D. **Foundations of Distance Education**. Londres: Routledge, 1991.
- KNUTH, D. **The Art of Computer Programming, Vol. 1 to 3**. Boston: Adisson-Wesley, 1998.
- LEMAY, L. **Aprenda em 21 dias Java 1.2**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- Macromedia Flash MX – <http://www.macromedia.com/software/>.
- MORAES, A. A. **Pesquisa e Ordenação, notas de aula**. Campinas: UNISAL, 2002.
- MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.
- PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 2000.
- Page d'accueil - Perrenoud. <http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php.html>.
- REINHARDT, R. **Macromedia Flash Mx - A Bíblia**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- SELMI-DEI, F. P.; REZENDE, P. J. Ambiente para Visualização e Animações de Algoritmos em Grafos. In: X CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 09/2002, Campinas. <http://www.prp.unicamp.br/pibic/xcongresso/pdfN/465.pdf>.
- TENEBAUM, A. M., ANGERSTEN, M. J. **Data Structures Using Pascal**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1981.



TENEBAUM, A. M., ANGERSTEN, M. J. **Estruturas de Dados Usando C**. São Paulo: Makron Books, 1995.

The Apache Jakarta Project. <http://jakarta.apache.org>.

The Jean Piaget Society. <http://www.piaget.org/>.

The Source for Java Technology – <http://java.sun.com>.

The Vigotsky Internet Archive. <http://www.marxists.org/archive/vygotsky/>.

WIRTH N. **Algoritmos e Estruturas de Dados**. São Paulo: LTC ,1996.

## **INTERNET/INTRANET BASED AUDIOVISUAL SYSTEM FOR TEACHING DATA STRUCTURES AND ALGORITHMS IN COMPUTER SCIENCE**

**Abstract:** *An audiovisual system for teaching data structures and algorithms is suggested in this work, which is based on the constructivist education philosophy and objectives to compensate the difficulties observed in computer science students of the Brazilian private universities. A discussion about those difficulties is conducted and a teaching experience is related. The system proposed is accessible through Intranet/Internet and it is implemented using Flash and Java, the best alternatives for the Internet at the moment. Then, the project is described and the prototype “Panteão” is presented.*

**Key-words:** *Data Structures and Algorithms, Java and Flash, Constructivism, Distance Learning, WWW*