

Modelagem de Funcionalidades de Sistema Hipermídia Adaptativa para o Interpretador Gráfico de Estrutura de Dados

Adelito Borba Farias¹, Smith Soares Ascari¹, Gilberto Farias de S. Filho¹

¹Departamento de Ciências Exatas – Universidade Federal da Paraíba – CEP 58297-000
– Rio Tinto – PB - Brasil

{adelito.farias, smith.ascari, gilberto}@dce.ufpb.br

Abstract. *The Graphic Command Interpreter for Teaching Data Structure (IGED) is an pedagogical tool designed to assist in the teaching of data structures and their algorithms, based on a constructive approach that includes interaction and graphical visualization of the structures. In architecture, it is allowed only the definition of activities, not denoting support for adaptation activities. In this paper, we present a new architecture as proposed for Layer Pedagogical IGED, which has built up a navigation rule, in which it presents the decision to be taken from the income level at which the student is found. This in turn is measured by means of a formula built for this purpose. In this perspective, the tool IGED become Adaptive Hypermedia System (AHS), by providing adaptability to hypermedia.*

Resumo. *O Interpretador Gráfico de Comandos para Ensino de Estrutura de Dados (IGED) é uma ferramenta pedagógica criada para auxiliar no ensino das estruturas de dados e seus algoritmos, baseado em uma abordagem construtiva que inclui interação e visualização gráfica das estruturas. Em sua arquitetura, é permitida apenas a definição de atividades, não denotando suporte à adaptação das atividades. Neste trabalho, objetiva-se apresentar como proposta uma nova arquitetura para a Camada Pedagógica do IGED, que apresenta-se incorporada a uma regra de navegação, na qual são apontadas as decisões que devem ser tomadas a partir do nível de rendimento em que o aluno encontra-se. Este, por sua vez, é aferido por meio de uma fórmula construída para este fim. Nesta perspectiva, a ferramenta IGED converte-se em um Sistema Hipermídia Adaptativo (SHA), por proporcionar adaptabilidade à hipermídia.*

1. Introdução

Diversos trabalhos publicados recentemente nos eventos da comunidade científica sobre instrumentos pedagógicos computacionais (Piva Jr *et al* 2011; Mota *et al* 2008) demonstram resultados relevantes sobre os estudantes que detêm habilidades de abstrair problemas singelos, estes tendem a não responderem positivamente diante das disciplinas introdutórias do curso de Computação, tais como Algoritmos, Cálculo, Álgebra entre outras – conteúdos difíceis do ponto de vista didático, mas essenciais na formação técnica de qualidade. A dimensão do impacto desta realidade na vida dos estudantes reflete, na maior parte dos casos, em desencorajamento, e eles optam entre desistir e migrar para outro curso, ou trilham o penoso caminho das repetências.

Nesta perspectiva, pesquisas foram iniciadas em prol da otimização do processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Estrutura de Dados, essencial para o desenvolvimento lógico-abstrato da Computação. O resultado dos esforços dispendidos foi a construção do Interpretador Gráfico de Comandos para Ensino de Estrutura de Dados (IGED), uma ferramenta de cunho pedagógico, que busca a elaboração de algoritmos de Estrutura de Dados e a visualização da execução desses algoritmos por meio de animações. Tendo como base o conceito de hipermídias, de modo que é

possível elaborar apresentações lineares interligadas com animações\atividades, a ferramenta permite ao estudante praticar os conceitos, de acordo com as atividades registradas pelo professor, com o objetivo de diminuir a distância entre compreensão e reprodução do conteúdo (Sousa Filho *et al* 2012; Silva Netto 2011).

A princípio, a ferramenta atendia os requisitos inicialmente detectados. No entanto, para preencher requisitos ligados à personalização das atividades do estudante e sua respectiva avaliação, a arquitetura desenvolvida não concedia suporte para esta execução. Todos os estudantes recebiam o mesmo processo avaliativo sem distinção, pois não havia estratégias de busca que promovessem um processo de ensino que se adequasse a um determinado perfil de estudante. A partir dessa premissa, surgiram os seguintes questionamentos: Será que poderia adaptar os exercícios com o perfil, experiências, conhecimentos do estudante? E caso ele esteja em erros recorrentes, quais os indicativos para apontar que ele está apto para dar continuidade nos conteúdos, e/ou quais aspectos dos conhecimentos ele precisa melhorar para compreender o conteúdo atual?

Partindo dos pontos elencados, pretendemos contribuir com o aperfeiçoamento do ambiente IGED propondo acrescentar um mecanismo de adaptação de navegação a um curso estruturado na forma de livro eletrônico hipermídia. Isto se dará por meio de componentes de Hipermídia Adaptativa (HA), inspirado em técnicas de Agente Pedagógico (AP), em busca de tornar mais significativo, em termos educacionais, o processo de acompanhamento do progresso do aluno na compreensão do conteúdo, e assim, tornar mais eficiente o processo de aprendizagem.

Para melhor compreensão de nossa proposta, subdividimos este trabalho nas seguintes seções: a seção 2 apresenta uma revisão bibliográfica com conceitos importantes, necessários para o entendimento e fundamentação do leitor acerca do tema abordado; a seção 3 traz uma abordagem explicativa da organização inicial da arquitetura do IGED; na seção 4 é explicada a proposta de mudança na Camada Pedagógica, bem como a nova organização da arquitetura do IGED referente a este aspecto; por fim, na seção 5 são apresentadas as considerações deste trabalho e propostas para trabalhos posteriores.

2. Sistemas de Tutores Inteligentes e Hipermídia Adaptativa

Na literatura de Inteligência Artificial Aplicada à Educação (IAEd), os Sistemas de Tutores Inteligentes (STI) são candidatos fortes para atuar no processo de aprendizagem, por serem capazes de adequar-se ao estilo de aprendizagem de cada estudante a partir de um modelo histórico e do desempenho do estudante. Pimentel (2003) ainda afirmar que o processo de auxiliar a aprendizagem não é trivial, requerendo a implementação de sistemas complexos, dinâmicos e adaptativos, sendo o STI adequado para tal atividade.

A organização da arquitetura de um STI varia na literatura científica. Entretanto, segundo Giraffa (1999), elas são descritas seguindo o padrão mínimo de quatro modelos (componentes funcionais), os quais são ditos tradicionais e adotados na maior parte dos STIs desenvolvidos, a saber: Domínio (responsável por representar como as informações são estruturadas e ligadas), Aluno (descreve que tipos de informações, características sobre o aluno devem ser mantidas, tais como: nível de conhecimento, objetivos, histórias e preferências), Tutor/Pedagógico (contêm as estratégias, as táticas de ensino, e é responsável por gerenciar as interações com o aluno) e Interface (viabilizar a comunicação entre aluno e sistema, organizando o diálogo/apresentação das informações).

No universo da Ciência da Computação, a Hipermídia Adaptativa (HA) é definida como um sistema que constrói um modelo, por meio de métodos e técnicas, para cada aluno a partir de seu perfil, metas, necessidades, expectativas, preferências e

nível de conhecimento, aplicando-os na adaptação de hiperdocumentos e recursos hipermídia vindos de qualquer fonte (bancos de dados, Internet, serviços etc.) (Palazzo, 2000).

Segundo Brusilowsky (1996 *apud* Palazzo 2000), a HA geralmente divide-se em duas categorias: adaptação de conteúdo (que acontece em nível de apresentação do conteúdo, onde ocorre o destaque, ocultação e/ou reorganização do material hipermídia em si, considerando as premissas do aluno em foco.) e adaptação da navegação (a estrutura de links entre os documentos hipermídia é adaptada, para disponibilizar navegação adequada para o aluno).

A adaptação da navegação tem por objetivo também, apresentar um caminho ideal para que o aluno atinja seus objetivos pedagógicos, prevenindo que ele se disperse diante de uma ampla gama de opções e sinta-se desorientado à frente da grande quantidade de material oferecido.

Os Sistemas Hipermídias Adaptativos (SHA), baseados em STI e HA, ampliam a capacidade de adequação ao perfil do aluno, visto que seu princípio fundamental é o fato de considerar a heterogeneidade entre as pessoas, aonde estes podem aprender em ritmos diferentes, bem como possuir necessidades diferentes de aprendizagem. Assim, torna-se um forte aliado à eficiência do processo de ensino-aprendizagem.

3. Arquitetura Inicial do IGED

O contexto do IGED está na interpretação dos comandos da programação de Estrutura de Dados, na qual os usuários têm a possibilidade de visualizar tais comandos no formato gráfico para cada resolução gerada. À vista disso, refletindo a cerca de uma ferramenta que atingisse os objetivos pedagógicos projetados para os estudantes aprenderem com maior eficácia, foi pensado em uma Camada Pedagógica para ser inserida na arquitetura do IGED, por meio de um componente intitulado Tutor Hipermídia e Gerenciador de aplicações IGEDlet, que exibem apresentações de slides e executam tarefas específicas no contexto das Estruturas de Dados no ambiente IGED.

A arquitetura atual disponibiliza quatro camadas que são interligadas e constituem a estrutura motriz do IGED, as quais são descritas a seguir:

A *Camada Gráfica* é responsável pela interação com o aluno que utiliza o sistema. A divisão se dá nos componentes *E/S de Comandos* (Entrada: Recebe os comandos do aluno e os envia para a camada Interpretador de Comandos; Saída: evidencia os comandos no instante da execução de uma animação) e no *Abstração Gráfica* (Apresenta as estruturas de dados manipuladas por meio do uso de animações).

O *Interpretador de Comandos* é constituído por dois componentes: *Tradutor*, autor da tradução de uma linguagem de alto nível específica para programação de estruturas de dados em uma linguagem de códigos intermediários executáveis; *Interpretador* é capaz de executar códigos intermediários que representam passos básicos na manipulação de estruturas de dados e, por meio da combinação destes códigos, efetuar tarefas mais complexas.

A *Camada Avaliadora* tem como cerne a validação dos comandos que, por sua vez, são transmitidos pelo aluno no decorrer do processo de resolução de atividade inserida pelo instrutor/professor no sistema. A missão desta camada é fornecer ao aluno o rendimento de suas atividades, informando se ele atingiu o objetivo pedagógico.

A *Camada Pedagógica* é responsável pela criação de sequências didáticas e aplicações no ambiente IGED e, também, pela execução desses recursos. A camada possui dois componentes: o *Gerenciador de IGEDlet* que é responsável pela composição e execução de aplicações do ambiente IGED; e o *Tutor Hipermídia*, responsável pela composição e execução de sequências didáticas para o ensino de estruturas de dados.

4. Nova Arquitetura da Camada Pedagógica proposta para o IGED

Para atingir os objetivos traçados nesta pesquisa, de conceber uma nova arquitetura para fornecer mecanismos adaptativos para o IGED, foi projetado um modelo conceitual para ser alinhado com a Camada Pedagógica já existente do IGED, viabilizando a manutenibilidade arquitetural do sistema, e assim, enriquecer os recursos da ferramenta do ponto de vista pedagógico. Sendo assim, a Figura 1 apresenta a arquitetura da nova Camada Pedagógica, caracterizando-a como um SHA.

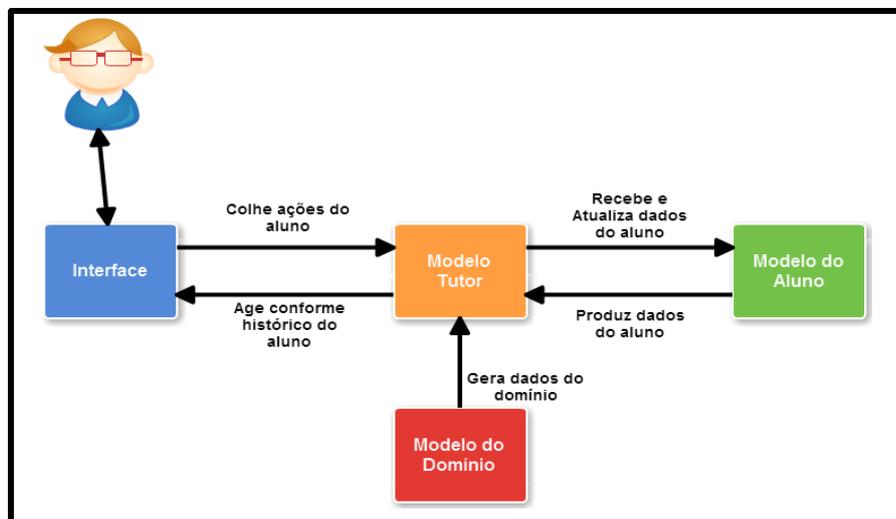


Figura 1. Nova Arquitetura para a Camada Pedagógica do IGED

O Modelo de Aluno é proposto baseado na modelagem do conhecimento sobreposto, visto que se busca conhecer, com o máximo de exatidão, o grau de conhecimento adquirido pelo aluno no decorrer do uso da ferramenta IGED. Isto se dá a partir de um peso numérico, uma complexidade, que é atribuída a cada atividade para que se possa mensurar o nível de assimilação do conteúdo.

A coleta das informações será realizada em cima das interações do aluno no sistema, fonte principal de dados para a atualização do Modelo de Aluno, visto que o IGED é um sistema educacional. Isto se dá por meio do *feedback* das atividades que forem realizadas pelos alunos. O conjunto de dados colhidos será armazenado no Modelo de Aluno, e a cada vez que acontecer o término de uma atividade executada por ele.

Os dados do rendimento serão o reflexo da história do aluno na ferramenta, no tocante à assimilação dos conteúdos abordados pela ferramenta educacional. No Modelo Tutor, há regras que direcionam o aluno de acordo com as repostas fornecidas por ele para cada atividade e/ou exercício que será exibido ao longo de seus estudos. Para este direcionamento, tais dados cadastrais, serão muito úteis para, diante de alguma dificuldade na resposta de atividades, o sistema, baseado nas notas e pré-requisitos do conteúdo atual que o aluno está trilhando, possa sugerir alternativas para que ele compreenda melhor o assunto.

Para o Modelo de Domínio, a melhoria proposta é a nova organização para a apresentação dos conteúdos educacionais para o aluno na ferramenta IGED, que se dá no formato estrutural de livro, com todos os conteúdos subdivididos em capítulos e segmentados em seções. Em cada seção, poderá haver mais de uma atividade para mensurar o aprendizado do aluno para aquele conteúdo em questão.

Esta estruturação dos conteúdos no Modelo de Domínio para a nova arquitetura do IGED tem base na lógica proposta por Garcindo (2002), por possibilitar hierarquização dos conteúdos, pré-requisitos para que a regra de navegação possa

indicar os conteúdos a serem revisitados caso necessário. Assim, a estruturação se dá a seguir:

- *fragmentos*: é o nível mais baixo constituído de frações de informação. Então, serão fragmentos parágrafo de texto, imagens, animações;
- *nós ou páginas*: Serão as unidades de apresentação para o aluno. A página é construída à parte e incluirá fragmentos de acordo com o mecanismo de adaptação;
- *conceitos compostos*: o domínio da aplicação pode ser descrito em termos de conceitos de alto nível. A relação entre os conceitos pode existir para indicar caminhos de navegação desejáveis. Alguns conceitos fazem parte de um conceito maior numa concepção hierárquica. Pode haver uma relação do tipo um a um entre conceitos e nós (granulação fina), no entanto um conceito poderá envolver uma série de nós.

Há uma sequencia pré-estabelecida para trilhar os conteúdos e que poderão vir com atividades e exemplos. Contudo, caso o aluno tenha alguma dificuldade em algum conteúdo, o sistema irá verificar uma alternativa para auxiliá-lo, e este auxílio poderá ser a reapresentação de conteúdos de maior pré-requisito e que ele tenha obtido baixo rendimento. Daí a importância da modelagem das seções com os pré-requisitos, aonde seja possível inserir pesos coerentes com os assuntos que dependem deles, para que a regra de navegação do sistema possa escolher o que tem maior impacto no conteúdo em que o aluno está com dificuldade.

O Modelo Tutor é a chave motriz que guia o processo de adaptação em um SHA. Ele captura as informações do aluno e suas interações no ambiente hipermídia e assegura a atualização do Modelo do Aluno. É nesta perspectiva que refletimos algumas funcionalidades no Modelo Tutor do IGED, com a proposta de adaptar as apresentações das atividades das seções através de um conjunto de restrições. Assim, foram projetadas regras específicas para auxiliar o processo de aprendizagem do aluno que está interagindo com o IGED, com o objetivo de guiá-lo na obtenção de um rendimento satisfatório.

Para a definição do rendimento do aluno em cada atividade, foi projetada a seguinte fórmula matemática. Ela foi arquitetada considerando o fato de que não se deve apenas está preocupado com o que o aluno aprende, mas principalmente, com o que ele deixou de aprender, pois, acreditamos que isto é um potencial risco para o aprendizado efetivo do aluno, existindo a possibilidade dele não ter bom proveito em conteúdos mais complexos ao longo de seus estudos.

$$N_{ca} = \frac{\sum_{i \in T_c} d_{ci} \cdot (-e_{cia})}{\sum_{i \in T_c} d_{ci}} + 1, \forall c \in C, \forall a \in A$$

Assumem-se os seguintes parâmetros nesta fórmula:

A : aluno

C : conjunto dos conteúdos

T_c : conjunto de atividades do conteúdo c

d_{ci} : dificuldade da atividade i do conteúdo c

e_{cia} : tentativas do aluno a em realizar a atividade i do conteúdo c

N_{ca} : avaliação do aluno a no conteúdo c

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou uma proposta, que visa contribuir em uma nova arquitetura com funcionalidades pedagógicas adicionais para a Camada Pedagógica do ambiente IGED, ferramenta criada para auxiliar no ensino baseada em interação e visualização. Essa nova arquitetura, inclui uma regra de navegação construída com o objetivo de indicar qual ação deverá ser tomada, partindo do resultado do rendimento do aluno. Para a obtenção do rendimento, elaboramos uma fórmula que considera os erros como um risco para a aprendizagem do aluno, e uma classificação para atribuir um valor numérico para o rendimento. Por fim, foi definida uma estrutura de conteúdo para estabelecer as ligações entre as seções dos capítulos.

São grandes os desafios de elaborar ferramentas pedagógicas que democratizem e qualifiquem os processos de ensino-aprendizagem. Nesta perspectiva, acredita-se que os artefatos gerados nesta pesquisa contribuem ricamente para a otimização na tomada de decisão da escolha de atividades coerentes com o conhecimento do aluno. Entretanto, medidas evolutivas serão adotadas em trabalhos futuros, como a realização do mapeamento das funcionalidades elaboradas para o modelo de autoria hipermídia NCM, já adotado na construção do IGED, para a representação e navegação das mídias de conteúdo; e o aprimoramento das orientações da regra de navegação considerando o estilo de aprendizagem do aluno.

Referencias

- Garcindo, L. A. S. (2002) “Uma Abordagem sobre o Uso da Hipermídia Adaptativa em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis: PPGEP/UFSC.
- Giraffa, L.; Viccari, (1999). “Uma Arquitetura de Tutor Utilizando Estados Mentais”. Tese de Doutorado em Computação. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Superior: Sinopse 1995-2008. Disponível em: <http://sitio.censosuperior.inep.gov.br/web/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: Março 2011.
- Mota, M.P., Pereira, L.W.K. e Favero, E.L. (2008). “JavaTool: Uma Ferramenta para o Ensino de Programação”. In: XXVIII Congresso da SBC. Belém/PA.
- Palazzo, L.A.M. (2000) “Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa”. Tese (Doutorado em Computação). Porto Alegre: PPGC/UFRGS.
- Pimentel, E. P.; França, V. F.; Omar, N.; Noronha, R. V. (2003) “Avaliação Contínua da Aprendizagem, das Competências e Habilidades em Programação de Computadores”. In: XXIII Congresso da SBC. Anais do IX WIE. Campinas/SP.
- Piva Jr., D.; Freitas, R. L. (2011). “Estratégias para melhorar os processos de abstração na disciplina de Algoritmos”. In: XXXI Congresso da SBC. Anais do XIX Workshop sobre Educação em Computação. Natal/RN.
- Silva Netto, D. P.; Oliveira, T. J. S; Sousa, T.D.N.; Sousa Filho, G. F.; Formiga, A. A.; Brito, A.V. (2011) “Desenvolvimento de um Interpretador de Comandos e Avaliador Gráfico para o Ensino de Estrutura de Dados (IGED)”. In: XXXI Congresso da SBC. Anais do XIX Workshop sobre Educação em Computação. Natal/RN.
- Sousa Filho, G. F.; Procópio, L. D. P.; Netto, D. P. S.; Formiga, A. A.; Brito, A.V. (2012) “Tutor hipermídia baseado no modelo de autoria NCM para o Interpretador Gráfico de Estrutura de Dados”. In: XXXII Congresso da SBC. Anais do XX WIE. Curitiba/PR.