

UM MODELO ADAPTATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS NO ENSINO DE CÁLCULO

Luciana Lima de Asevedo
CCOMP - UERJ
luciana.asevedo@gmail.com

Patricia Nunes da Silva
CCOMP -UERJ
nunes@ime.uerj.br

Resumo:

O artigo apresenta um protótipo de um Sistema de Hiperídia Adaptativa (SHA) para dispositivos móveis. Esse sistema está voltado para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral e apresenta um modelo adaptativo de conteúdo, elaborado a partir do nível de conhecimento do usuário. A adaptação do conteúdo às necessidades e preferências dos usuários é um dos desafios enfrentados pelos educadores que adotam a tecnologia móvel como ferramenta de apoio em sua estratégia didático-pedagógica. Para enfrentar esse desafio, o SHA aqui proposto utiliza Redes Bayesianas e Teoria de Resposta ao Item (TRI) para desenvolver um processo de adaptação que nivele os conteúdos propostos de acordo com o grau de conhecimento do usuário, eliminando consideravelmente as incertezas do sistema.

Palavras-chave: Mobile Learning; Sistemas de Hiperídia Adaptativa; Teoria de Resposta ao Item; Redes Bayesianas.

1. Introdução

Os dispositivos móveis, em particular aqueles cuja função primordial consiste em receber e transmitir informações, como telefones celulares, *smartphones* e *tablets*, vem se tornando cada vez mais comuns no processo de comunicação entre as pessoas. A popularização desses dispositivos se justifica, em parte, pela redução do custo dos aparelhos associada ao avanço tecnológico e à expansão do acesso à Internet. Esses fatores tem possibilitado o desenvolvimento de aparelhos com maior capacidade de processamento, comunicação e armazenamento, atendendo, portanto à crescente necessidade por comunicação em tempo real (CENZI, 2008).

No que tange ao processo de construção do conhecimento, é importante salientar que, as Tecnologias da Informação e comunicação Móveis e Sem fio (TIMS) podem ser empregadas pelos educadores, como mais um recurso inserido neste processo, por se tratar de tecnologia usual inserida no cotidiano das pessoas. Entretanto, para que as TIMS sejam empregadas de maneira eficaz no processo de aprendizagem, é importante também, que os educadores sejam sensíveis à evolução natural da tecnologia e às diversas possibilidades que as mesmas proporcionam. Assim, ao empregar as TIMS no contexto educacional, é importante considerar as diretrizes do *Mobile Learning* (aprendizagem móvel ou com mobilidade), que consiste em apoiar os processos de aprendizagem por meio do uso de tecnologias de informação ou comunicação móveis e sem fio (SACCOL et al. 2011).

A adaptação do conteúdo às necessidades e preferências dos usuários é outro desafio enfrentado pelos educadores que adotam a tecnologia móvel como ferramenta de apoio em sua estratégia didático-pedagógica. Diante desse desafio e para garantir um aproveitamento satisfatório por parte do aprendiz, é fundamental que ocorra um processo de personalização do conteúdo disponibilizado por meio dos dispositivos móveis.

Mediante o desafio ressaltado, este trabalho explora um modelo adaptativo de conteúdo para dispositivos móveis voltado para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, elaborado a partir do nível de conhecimento do usuário. Bueno (2011) afirma que por meio do Sistema de Hipermídia Adaptativa (SHA) apoiado pelas Redes Bayesianas e Teoria de Resposta ao Item (TRI), é possível desenvolver um processo de adaptação que nivele os conteúdos propostos de acordo com o grau de conhecimento do usuário, eliminando consideravelmente as incertezas do sistema.

O artigo inicialmente abordará o conceito de *Mobile Learning* e apresentará significativas vantagens na utilização das TIMS como recurso no processo de construção do conhecimento. Posteriormente, serão tratadas de maneira geral e individualizada as bases teóricas que compõem o SHA, as Redes Bayesianas e a TRI. Assim, depois de estabelecidas as diretrizes e bases teóricas que embasaram a pesquisa, será finalmente apresentada uma proposta de modelo adaptativo de conteúdo elaborada para ser empregada no aplicativo em desenvolvimento, M-Cálculo, e as conclusões.

2. Mobile Learning

Segundo Barbosa et al. (2011),

O mobile learning se refere a processos de aprendizagem apoiados pelo uso de tecnologias da informação ou comunicação móveis e sem fio, cuja característica fundamental é a mobilidade dos aprendizes, que podem estar distante uns dos outros e também de espaços formais de educação, tais como salas de aulas, salas de informação, capacitação e treinamento ou local de trabalho.

Portanto, no processo de aprendizagem apoiado pelas TIMS surgem novas oportunidades educacionais, tanto na modalidade presencial como na modalidade à distância. Assim é possível através do avanço da tecnologia móvel associada a metodologias adequadas, propiciar aos usuários um ambiente em que possam ser vivenciadas experiências de aprendizagem que transcendam ao espaço formal de ensino.

Por se tratar de um campo de pesquisa em construção, evidencia-se a escassez de material de estudo direcionado para a área de *Mobile Learning*. Entretanto, por meio de registros de pesquisas que comprovam a eficácia do uso das TIMS como instrumento de apoio no processo de ensino, é possível mapear algumas significativas vantagens que podem contribuir para o estabelecimento de uma estratégia didático-pedagógica adequada para a exploração desse tipo de tecnologia (Calle e Vargas, 2008; Baya'a e Daher, 2009):

- 1) Desenvolvimento de habilidades cognitivas e processos de interação social;
- 2) Compreensão do uso da tecnologia em benefício da aprendizagem;
- 3) Autonomia na exploração de temas diversos;
- 4) Aprendizagem por meio de colaboração;
- 5) Construção do conhecimento por meio de interação com o contexto real;
- 6) Visualização e investigação dinâmica;
- 7) Pragmatismo e eficiência.

Assim, é possível notar que há significativo potencial que pode ser explorado por meio do uso adequado das TIMS no processo de aprendizagem. Mas, para que esse processo seja salutar, é fundamental que sejam estabelecidas diretrizes didático-pedagógicas apropriadas e avanço na consolidação teórica das diretrizes concernente ao estudo de *Mobile Learning*.

3. Sistemas de Hipermedia Adaptativa (SHA)

Hipermedia Adaptativa (HA) é a área da ciência da computação que estuda e desenvolve sistemas, métodos e técnicas capazes de modelar e adaptar informações e

mídias diversas, de maneira que reflitam alguma característica dos diferentes usuários. Assim, os SHA possibilitam fornecer informação subjetivamente interessante, por meio de recursos de multimídia de acordo com o perfil do usuário (Palazzo, 2000).

De acordo com Peter Brusilovsky (1996), o processo que norteia o sistema adaptativo é dividido classicamente em duas etapas sucintamente descritas abaixo:

1º) Modelagem do usuário: caracteriza-se pela construção do modelo do usuário a partir da coleta de dados específicos sobre o mesmo. As informações coletadas servem de base para traçar algumas características relacionadas ao usuário como: conhecimento, objetivos, experiência e preferências.

2º) Efeito adaptativo: consiste na aplicação de métodos e técnicas capazes de modelar e adaptar informações e mídias. É importante frisar, que o procedimento de modelagem do usuário é fundamental para essa segunda etapa, pois serve de base para o efeito adaptativo.

Portanto, nota-se que essas duas etapas que compõem o processo adaptativo são interdependentes e apresentam características dinâmicas, pois lidam com aspectos que de alguma forma podem variar no decorrer do tempo. O procedimento de modelagem e adaptação é considerado mais eficiente quando de alguma maneira ocorre a influência do usuário nesse processo. Assim, sem a participação do mesmo, o sistema não é totalmente confiável, pois pode cometer erros no modelo do usuário e também na execução da função de adaptação.

4. Redes Bayesianas (RBs)

As RBs são modelos gráficos de modelagem probabilística do conhecimento, permitindo deduções diante das incertezas através da representação gráfica entre as variáveis do domínio do problema. Neste modelo, o método de inferência baseia-se no Teorema de Bayes, conhecido também como Fórmula da Inversão (Jensen e Nielsen, 2007).

$$P(H|e) = \frac{P(e|H)P(H)}{P(e)}$$

O teorema trata da hipótese H a partir de uma evidência e . Onde $P(H)$ é a

probabilidade *a priori* de H , $P(e/H)$ é a probabilidade da evidencia ser obtida pela hipótese (verossimilhança), $P(e)$ é o fator de normalização e $P(H/e)$ a probabilidade *a posteriori*, a probabilidade da hipótese após a evidência.

A RB é representada por um grafo direcionado acíclico, onde os *nós* representam as variáveis aleatórias e as arestas que os conectam representam as relações de dependências. É importante ressaltar que cada variável aleatória possui um conjunto limitado de estados mutuamente exclusivos. Assim, a RB armazena e fornece as probabilidades que os usuários têm de conhecer os conceitos referentes ao conteúdo do sistema

5. Teoria de Resposta ao Item (TRI)

A TRI é um conjunto de modelos matemáticos que buscam representar a probabilidade de um usuário responder a um determinado item em função das suas habilidades e dos parâmetros do item (Andrade, 2000). Esses modelos são aplicados principalmente em processos educacionais de avaliação.

Dentre os modelos propostos pela TRI, o modelo Logístico de 3 Parâmetros (ML3), é atualmente o mais utilizado. Esse modelo é representado por:

$$P(U_{ij} = 1|\theta_j) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-D\alpha_i(\theta_j - b_i)}}$$

Com $i = 1, 2, \dots, I$ e $j = 1, 2, \dots, n$.

Onde,

- é uma variável dicotômica que assume valor 1, quando o indivíduo j acerta o item i , ou o 0 quando o indivíduo j erra o item i .

- representa a habilidade (traço latente) do j -ésimo indivíduo.

$P(U_{ij} = 1)$ - é a probabilidade de um indivíduo j com habilidade responder corretamente o item.

- é o parâmetro de discriminação, onde um indivíduo com baixa ou alta habilidade terão probabilidade semelhantes.

- é o parâmetro da dificuldade, quanto maior o seu valor maior a dificuldade.

- é o parâmetro que representa a probabilidade de acerto casual ou “chute”.

D - é o fator de escala constante e igual a 1.

6. Uma Proposta Adaptativa para o Aplicativo M-Cálculo

A idéia de adequação da forma como um determinado conteúdo ou conceito será apresentado, em consonância com o nível de conhecimento que o usuário detém em relação a este conteúdo ou conceito, estimulou a proposição de uma estrutura que possibilitasse a adaptação do conteúdo ao grau de conhecimento dos futuros usuários do aplicativo M-Cálculo, desenvolvido para manuseio em *tablets* com tecnologia *Android* e direcionado para a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. A proposta adaptativa postulada nessa seção, visa minimizar possíveis incertezas no processo de personalização de conteúdo por meio da implementação de técnicas traçadas a partir de diretrizes envolvendo princípios de SHA, RBs e TRI.

Assim, serão apresentados os três pilares ou modelos que compõem a estrutura adaptativa proposta:

1) Modelo do domínio: é responsável pela forma como um determinado conteúdo será apresentado pelo sistema ao usuário. Esse modelo é representado por uma rede de conceitos interligados, formando desta maneira a estrutura do domínio. Desta forma, para cada conteúdo acessado pelo usuário serão desenvolvidos três níveis de representação:

- Nível básico: o conteúdo será apresentado de forma simples e didática com o auxílio de imagens interativas e exemplos. O objetivo desse nível de apresentação é expor os requisitos mínimos para a aprendizagem do conteúdo.

- Nível intermediário: neste nível de apresentação, o conteúdo será exposto de maneira mais abrangente e de forma a introduzir conceitos mais abstratos em comparação com o nível anterior. Portanto, o propósito desse nível de exposição é tratar dos conceitos abordados com certo grau de dinamismo.

- Nível avançado: o conteúdo será apresentado de forma técnica e abstrata. O nível avançado é caracterizado por um grau maior de abrangência em relação ao nível intermediário.

2) Modelo do usuário: o sistema será modelado a partir do nível de conhecimento do usuário. Este modelo será representado pelas RBs, onde cada *nó* possuirá dois estados: conhece ou não conhece o conteúdo. Esses estados são a hipótese da RB. Assim, através do algoritmo de Árvore de Junção as evidências das RBs são propagadas na rede, fornecendo ao sistema as estimativas que determinado usuário possui de conhecer ou não cada conceito. Na prática, a mensuração do nível de conhecimento do usuário sobre um

determinado conteúdo será verificado por meio da aplicação de dois tipos de testes conforme descrito a seguir:

- Pré-teste: o usuário é submetido antes da exposição do conteúdo. O objetivo principal é avaliar se o usuário é capaz de compreender os conceitos pertinentes ao assunto tratado.

- Pós-teste: aparece depois da apresentação do conteúdo. O propósito é avaliar se o usuário assimilou adequadamente o conteúdo apresentado.

As questões aplicadas nos teste serão divididas por conteúdo. Os pré-testes serão de nível básico com questões envolvendo pré- requisitos do conteúdo a ser tratado, enquanto os pós-testes serão de nível avançado. É importante salientar que as questões do pós-teste serão padrão para todos os níveis, pois esse testará apenas as características presentes nos três níveis de apresentação do conteúdo. Após os testes, será feita uma estimativa de habilidade do aluno através do modelo da media da *posteriori* (modelo EAP), onde de acordo com a resposta do aluno, será retornado probabilidades sobre o conhecimento do aluno através do modelo ML3P do TRI. Estas probabilidades serão inseridas na rede bayesiana como evidencia virtual.

3) Modelo de adaptação: esse modelo lida com as probabilidades do conhecimento de determinado usuário em relação ao conteúdo ou conceito tratado, levando em conta o modelo desse usuário.

Portanto, ao iniciar e finalizar o estudo de cada módulo de conteúdo disponibilizado pelo aplicativo M-Cálculo, o sistema, automaticamente submeterá o usuário a testes que contemplarão questões de múltipla escolha relacionadas ao conteúdo em estudo. Assim, as respostas do usuário, servirão de objeto para que o sistema possa estabelecer o nível de conhecimento e habilidade do usuário em relação ao conteúdo tratado, por meio de estimativas e probabilidades através do modelo EAP e ML3P da TRI apoiado pelas RBs. Estas estimativas do grau de conhecimento do usuário sobre o conteúdo tratado, servirão de base para que o sistema estabeleça o nível em que o conteúdo será apresentado para o usuário e avalia a necessidade da apresentação do conteúdo de reforço.

7. Considerações Finais

Por meio da proposta adaptativa do aplicativo em desenvolvimento, M-Cálculo, postula-se que com as RBs e a TRI, seja possível desenvolver um processo de adaptação

que nivele os conteúdos propostos de acordo com o grau de conhecimento do usuário. A junção eficiente dessas duas teorias podem na prática eliminar consideravelmente as incertezas do sistema.

8. Referências

ANDRADE, D. F. Tavares, H. R. Valle, R. C. Teoria de Resposta ao Item: conceitos e aplicações, Associação Brasileira de Estatística, (2000).

BARBOSA, Jorge. SACCOL, Amarolinda Zanela, SCHLEMMER, Eliane. M-Learning e U-Learning: Novas Perspectivas da Aprendizagem Movel e Ubiqua. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

BAYA’A, N., & Daher, W. Students' perceptions of Mathematics learning using mobile phones. Proceedings of the International Conference on Mobile and Computer Aided Learning 4, 1-9, Abril, Amman, Jordan. Retirado em 20 de Setembro de 2009 http://users.qsm.ac.il/cellmath/Material/Conferences/IMCL2009/students_perceptions_of_mathemat.pdf

BUENO, A. M. F. Proposta de um Sistema Hipermídia Adaptativo Educacional para a personalização do processo de ensino através da WEB, Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal de Goiás, 2011.

BRUSILOVSKY, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6 (1996), 87–129.

CALLE, R. C. G. y Vargas, J. A. T. Incorporación de Tecnologías Móviles para Mejorar El Aprendizaje de Cálculo, Soportada em uma Propuesta Didáctica: caso de estudio para Cálculo de Varias Variables. Actas Del Congreso Nacional Informática Educativa, Redes, Comunidades de Aprendizaje y Tecnología Móvil 9, 1-10, Julho 2008., Barranquilla, Colômbia.

CENZI, D.; TEIXEIRA, I. ; COSTA, J.G.; DOBGENSKI, J. Tecnologia de aplicações para dispositivos móveis integrada a banco de dados remoto utilizando *software* livre.. *In.: ANUÁRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DOS CURSOS DE PÓS – GRADUAÇÃO. Vol III, N. 3, Ano 2008. p. 53 - 101.*

PALAZZO, L. A. Moro. Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa / por Luiz Antonio Moro Palazzo.- Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2000.