

# Em Direção a Uma Abordagem Híbrida para Personalização Automática do Processo de Ensino em Sistemas Adaptativos e Inteligentes para Educação a Distância: Uma Análise Experimental

Daydson H. Silva, Fabiano A. Dorça

Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Uberlândia – MG – Brazil

daydson.silva@gmail.com, fabiano@facom.ufu.br

***Abstract.** This paper presents a new approach for personalization of the teaching process, taking into account the learning styles of students in adaptive and intelligent systems for distance education. The proposed approach is based on a method for recommending learning objects and a model of learning styles based on probability distributions. Finally, experiments are presented, and promising results demonstrate the effectiveness of the proposed approach.*

***Resumo.** Este artigo apresenta uma nova abordagem para personalização do processo de ensino levando-se em consideração os estilos de aprendizagem dos estudantes em sistemas adaptativos e inteligentes para educação à distância. A abordagem proposta é baseada em um método para recomendação de objetos de aprendizagem e um modelo de estilos de aprendizagem baseado em distribuições de probabilidades. Finalmente, são apresentados experimentos e resultados promissores que demonstram a eficiência da abordagem proposta.*

**Palavras-chave:** sistemas adaptativos para educação, modelagem do estudante, estilos de aprendizagem, personalização do ensino, educação à distância.

## 1. Introdução

Sistemas Gerenciadores de Aprendizagem (ou *Learning Management Systems* – LMS) apresentam recursos que permitem aos tutores a criação e armazenamento de cursos, bem como o acesso a estes pelos estudantes. Entretanto, a princípio, não disponibilizam possibilidades de personalização do ambiente ou dos cursos para os estudantes [Graf *et al* 2010].

Sistemas adaptativos para educação devem ser capazes de adaptar o conteúdo e o modo de apresentação de acordo com o perfil e preferências específicas de um estudante, com objetivo de tornar o processo de ensino mais eficiente [Graf *et al* 2010]. Desta forma, um desafio em pesquisas na área de Informática na Educação é a personalização automática do processo de ensino, levando-se em consideração características específicas de cada estudante.

O uso de hipermídia adaptativa para promover personalização e facilitar o aprendizado passou a ser percebido [Brusilovsky 1996b], [Graf *et al* 2010]. Há mais de quinze anos, o tema já é discutido e técnicas de aplicação desta ferramenta têm sido analisadas e comparadas [Brusilovsky 1996a]. Nesse contexto, surgem as ideias de adaptação de um conteúdo a ser ensinado às características específicas de quem o aprenderá [Bittencourt e Costa 2011], [Nat *et al* 2010]. Algumas pesquisas no campo da hipermídia adaptativa têm como objetivo encontrar uma forma de levantar as características fundamentais do estilo de aprendizagem (EA) de um estudante e utilizar essa informação na apresentação do conteúdo a ser aprendido [Brusilovsky 1996a].

Neste contexto, este trabalho apresenta uma abordagem para geração de conteúdo de hipermídia adaptado às preferências de EA dos estudantes. Para isto, propõe-se a integração de uma abordagem para modelagem automática e dinâmica de estilos de aprendizagem de estudantes baseada em aprendizagem por reforço, proposta por [Dorça *et al* (2012)], com o método proposto por [Graf *et al* 2010] para recomendação de objetos de aprendizagem mais relevantes ao perfil do estudante. Como resultado, obteve-se uma abordagem híbrida para personalização do processo de ensino em sistemas adaptativos e inteligentes para educação.

A próxima seção apresenta os trabalhos relacionados. A seção 3 apresenta a abordagem proposta. A seção 4 apresenta alguns experimentos e resultados obtidos. A seção 5 apresenta conclusões e trabalhos futuros.

## **2. Trabalhos Relacionados**

Para a implementação de hipermídia adaptativa, vários métodos vêm sendo propostos, como é o caso do método apresentado por Paredes e Rodrigues (2001). A proposta consiste apenas na ordenação entre o conceito de uma lição e seu exemplo, levando em consideração a dimensão Percepção do estudante. Outros métodos mais sofisticados podem ser encontrados, os quais contam com várias regras de adaptatividade, baseadas em associações propostas entre EAs de estudantes e tipos de objetos de aprendizagem, como o mecanismo que veremos a seguir.

Graf *et al* (2010) apresenta uma abordagem para geração de hipermídia adaptativa considerando os EA dos estudantes. Esta abordagem propõe técnicas de adaptação de conteúdo com base nos estilos de aprendizagem do estudante de acordo com o modelo proposto por Felder e Silverman (1988), considerando suas quatro dimensões. Desta forma, a abordagem proposta por [Graf *et al* (2010)] se mostra mais completa em relação às demais.

Porém, esta abordagem não se preocupa com a modelagem dos estilos de aprendizagem do estudante e as ações necessárias a este processo. Dorça *et al* (2012) apresenta uma abordagem automática e dinâmica para modelagem de estilos de aprendizagem em sistemas adaptativos e inteligentes para EAD, cujo resultado é a

modelagem dos estilos de aprendizagem de estudantes considerando as quatro dimensões do modelo proposto por Felder e Silverman para estilos de aprendizagem.

O modelo proposto por Felder e Silverman permite apresentar as preferências do estudante como tendências dentro de cada dimensão avaliada, sendo balanceada, para os valores 1 ou 3, moderada, se o valor for 5 ou 7, ou forte, para resultados de 9 ou 11. Estes valores podem ser obtidos de forma colaborativa e estática através do *Index of Learning Styles Questionnaire (ILS)* [Felder e Soloman 2006]. Esquemáticamente, cada dimensão do modelo pode ser idealizada como mostrado na Figura 1.

-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11
FORTE		MODERADO		BALANCEADO		BALANCEADO		MODERADO		FORTE	
PÓLO A								PÓLO B			

**Figura 1 – Representação esquemática de uma dimensão do modelo Felder-Silverman.**

Mas, as preferências obtidas através de questionários psicométricos podem necessitar de revisões, por possuírem certo grau de incerteza, conforme pode-se observar em análise desenvolvida por Price (2004), que identificou inconsistências entre os resultados dos questionários e o comportamento exibido pelo estudante.

Conforme atesta Graf et al. (2009), abordagens automáticas para modelagem do estudante são livres de ocorrência de auto-concepções imprecisas ou inconsistentes. Além disto, permitem aos estudantes focar somente na aprendizagem, sem a necessidade de informar explicitamente suas preferências. Ainda, abordagens automáticas tendem a ser mais precisas e menos suscetíveis a erros, já que permitem analisar dados resultantes de um intervalo de tempo, ao invés de dados colhidos em um momento específico.

### 3. Abordagem Proposta

Neste ponto, é importante apresentar alguns detalhes as abordagens propostas por [Graf et al (2010)] e [Dorça et al (2012)]. Um ponto importante em comum é que ambas são baseadas no modelo proposto por Felder e Silverman (1988) para estilos de aprendizagem.

Os tipos de Objetos de Aprendizagem (OA) que podem ser utilizados são [Graf et al (2010)]:

- *Comentários*: apresentam ao aprendiz uma visão geral do conteúdo da lição.

- *Objetos de Conteúdo*: são usados para apresentar o conteúdo propriamente dito do curso.
- *Questionários de reflexão (quiz)*: incluem uma ou mais questões cujas respostas ainda estão em aberto, que têm o intuito de incentivar a reflexão.
- *Testes de auto-avaliação*: incluem questões para que o próprio aluno avalie seu conhecimento, com *feedback* imediato.
- *Fórum de discussão*: possibilitam ao estudante discutir o conteúdo com colegas ou instrutores.
- *Leitura adicional*: provê fontes extras de leitura a respeito do conteúdo da lição.
- *Animação*: demonstra o conceito do curso em formato de multimídia animada.
- *Exercício*: provê espaço para praticar o conteúdo aprendido.
- *Exemplo*: ilustra os conceitos da teoria de forma concreta.
- *Aplicações na vida real*: demonstram como o material pode relacionar-se com as situações do dia-a-dia.
- *Conclusão*: resume e encerra o conteúdo.
- *Avaliação*: reúne as tarefas necessárias à avaliação do aprendizado da lição.

Neste caso, existe a necessidade da existência de, pelo menos, um OA do tipo Objeto de Conteúdo, independente de sua forma de apresentação. Entretanto, quanto mais objetos estiverem disponíveis, melhor será o efeito de adaptatividade proporcionada pelo método. Considerando que, dificilmente, uma lição possa ser ministrada sem um núcleo, tal exigência não se torna empecilho para a grande maioria de lições que se queira disponibilizar em um curso.

A aplicação do método, que se dá em dois estágios, presume a existência de uma lição e um modelo de estudante. A lição deve ser composta por, no mínimo um OA do tipo Objeto de Conteúdo que possa exibir o seu conteúdo teórico. Para cada lição, todos os OAs disponíveis serão utilizados. O primeiro estágio é a anotação, onde os objetos, cujos tipos têm afinidade com o estilo do aluno a ser atendido, são marcados como recomendados, da mesma forma que os objetos considerados essenciais: comentário inicial, conteúdo, conclusão e avaliação. Os demais objetos recebem a marca de padrão.

<b>Comentário</b>
[Área 1]
<b>Conteúdo</b>
[Área 2]
<b>Avaliação</b>

**Figura 2 – Estrutura da página que representa uma lição.**

Para a compreensão do segundo estágio do método, é necessário ter em mente a estrutura da página a ser montada, que está representada na Figura 2. Na referida estrutura, o objeto “Conteúdo” sempre existirá por ser a única exigência para que o método seja aplicado. Os objetos “Comentário” e “Avaliação”, caso existam, serão o primeiro e o último OA da lição, respectivamente.

O segundo estágio é a ordenação, que determinará a posição dos demais OAs dentro da página. Graf *et al* (2010) cita uma série associações entre os estilos de aprendizagem e os tipos de OAs considerados no método. Tais associações, bem como a recomendação de aparecerem na Área 1 (A1) ou na Área 2 (A2) estão representadas na Tabela 1. Para ambas as áreas, os OAs são incluídos na ordem decrescente da intensidade de sua afinidade com o modelo de estudante utilizado. De acordo com Graf *et al* (2010), na área 1 é recomendada a utilização de, no máximo, dois tipos de OAs, para não sobrecarregar o aprendiz com atividades antes do contato com o real conteúdo da lição.

**Tabela 1. Adequação e posicionamento dos OAs às áreas 1 ou 2, conforme perfil do estudante.**

Tipo de Objeto	PERFIL DO ESTUDANTE							
	Processamento		Percepção		Entrada		Organização	
	Ativo	Reflexivo	Sensitivo	Intuitivo	Visual	Verbal	Sequencial	Global
Questionário de reflexão	-	A2	-	A2	-	-	-	-
Teste de auto-avaliação	A1	-	A2	-	-	-	-	-
Fórum de discussão	A2	-	-	-	-	A2	-	-
Leitura adicional	-	A2	-	A2	-	A2	-	-
Animação	A1	-	A1	-	A1	-	-	-
Exercício	A1	-	A2	A1	-	-	-	-
Exemplo	-	A2	A1	-	-	-	-	A2
Aplicações na vida real	-	-	A1	-	-	-	-	A2

Objetos do tipo conclusão figuram sempre no início ou no fim da área 2, a depender do perfil do estudante, como visto na Tabela 2, enquanto as avaliações, invariavelmente, encerram a estrutura da página.

**Tabela 2. Posicionamento do objeto Conclusão na área 2, conforme perfil do estudante.**

Tipo de Objeto	PERFIL DO ESTUDANTE							
	Processamento		Percepção		Entrada		Organização	
	Ativo	Reflexivo	Sensitivo	Intuitivo	Visual	Verbal	Sequencial	Global
Conclusão	Fim	Início	Fim	Fim	-	Fim	Fim	Início

Neste contexto, tal abordagem é utilizada em conjunto com a abordagem proposta por [Dorça *et al* (2012)] para modelagem de estilos de aprendizagem, ao invés do modelo de preferências determinísticas classificadas em categorias.

**Tabela 3. Modelagem do estudante baseada em probabilidades**

EA Probabilísticos							
Processamento		Percepção		Entrada		Organização	
Atv.	Ref.	Sen.	Int.	Vis.	Ver.	Seq.	Glb.
0,35	0,65	0,17	0,83	0,89	0,11	0,84	0,16

Como pode-se perceber na Tabela 3, a preferência por cada EA é armazenada no ME como um valor real no intervalo [0,1]. Este valor representa a probabilidade do estudante preferir um ou outro EA dentro de cada dimensão do FLSM, chamado aqui de Estilos de Aprendizagem probabilísticos ( $EA_p$ ). Ou seja, com isto, passamos a representar as preferências do estudante como distribuições de probabilidades que são armazenadas diretamente no ME. Desta forma, tem-se um ME probabilístico em que EA são tratados pelo sistema como probabilidades, e não como certezas.

Desta forma, considerando o aspecto probabilístico do ME, o exemplo fornecido pela Tabela 3 representa um estudante com 35% de probabilidade de preferência pelo estilo ativo e 65% de probabilidade de preferência pelo estilo reflexivo; 17% de probabilidade de preferência pelo estilo sensitivo e 83% de probabilidade de preferência pelo estilo intuitivo; 89% de probabilidade de preferência pelo estilo visual e 11% de probabilidade de preferência pelo estilo verbal; 84% de probabilidade de preferência pelo estilo sequencial e 16% de probabilidade de preferência pelo estilo global. Então, pode-se considerar que este estudante provavelmente é Reflexivo, Intuitivo, Visual e Sequencial.

Para a obtenção da sequência que melhor se adapta às preferências do estudante, é atribuído um peso a cada OA disponível na lição, o qual resulta da soma dos valores de cada preferência do estudante que, por ser predominante na dimensão, ensejou a presença daquele OA. Como exemplo, se um OA do tipo Leitura Adicional está disponível em uma lição e foi considerado recomendado para um estudante por este possuir um valor de 80% para a preferência reflexivo, e um valor de 70% para a preferência Intuitivo da dimensão Percepção, o peso do OA na lição é de 150.

O resultado final da adaptatividade promovida pela implementação é uma página em formato HTML que contém *links* para os diversos OAs, apresentados na ordem decrescente de pesos e obedecendo às demais regras do método.

#### 4. Experimentos e Resultados

Foram executados vários experimentos utilizando-se dados simulados para o estudante bem como para os OAs. Tanto para grandes quanto pequenos conjuntos de

OAs, foi detectada a fidelidade dos resultados ao propósito da implementação. Variações de estilos de aprendizagem, de perfis equilibrados a fortes, em cada dimensão, também levaram a adaptações condizentes com o método utilizado.

Um exemplo pode ser verificado na Figura 3(a), em que uma lição com quatro OAs foi adaptada a um aluno para o qual é destacada apenas a característica Verbal, para a dimensão Entrada, estando completamente balanceadas as demais dimensões de seu modelo. Percebe-se que o OA do tipo Comentário inicia a página, já que esta é sua posição natural, por definição. O OA do tipo Conteúdo também tem posição fixa.

A Leitura adicional foi posicionada logo após o Conteúdo, no início da Área 2, acompanhada do objeto Animação, o qual, por não ser adequado ao modelo, aparece sem destaque. A Área 1, localizada entre o Comentário e o Conteúdo, está vazia por não existirem OAs adequados a figurar naquela região, para o perfil do estudante apresentado. Na Figura 3(b), a mesma lição aparece adaptada a um aluno cuja preferência na dimensão Entrada é oposta, ou seja, trata-se de um estudante com característica Visual.

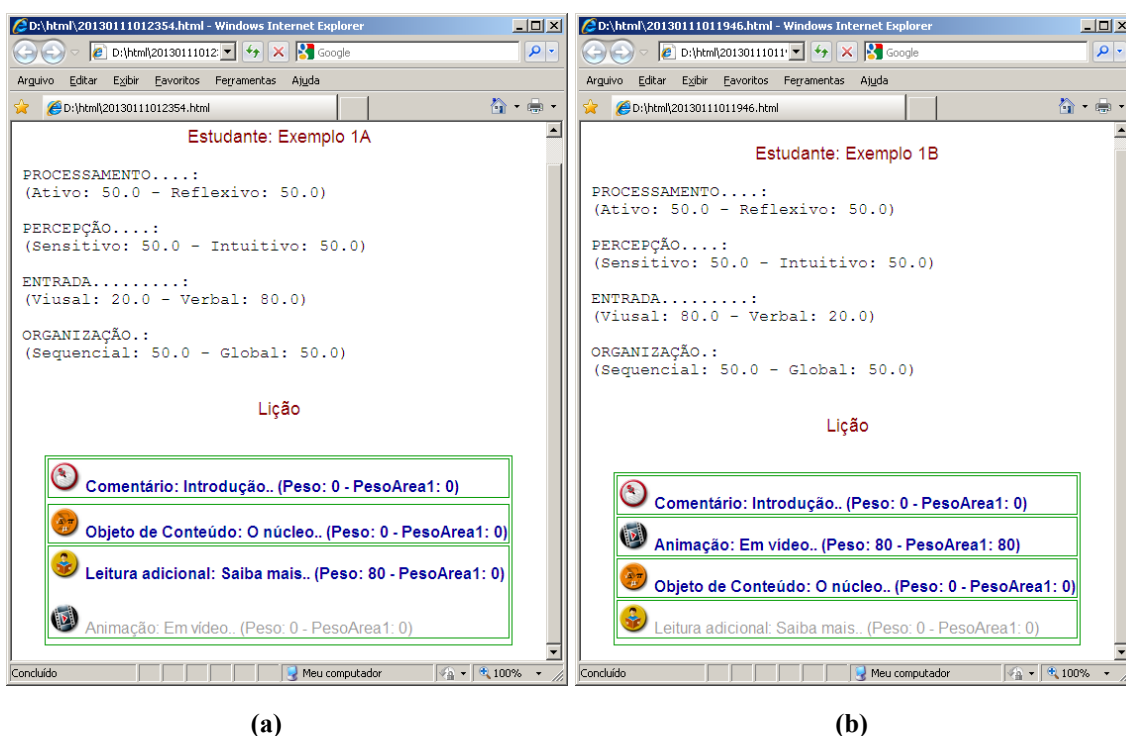


Figura 3 – Lição constituída por quatro OAs, adaptada a dois modelos de estudante distintos.

As diferenças entre os resultados obtidos e aqueles apresentados por Graf *et al* (2010) merecem atenção. Observou-se que a modelagem de estilos de aprendizagem baseada em tipos fixos, determinísticos, pode suprimir informações importantes sobre as preferências dos estudantes, restringindo a gama de perfis possíveis, bem como a variabilidade de personalidades de estudantes modelados, e conseqüentemente, a

personalização do processo de adaptatividade que pode ser oferecida também fica restringida, impossibilitando o atendimento a toda a gama de perfis de estudantes possíveis. Então, ao utilizar tipos fixos para modelar estilos de aprendizagem, perde-se detalhes destas informações, restringindo-se o mapeamento de estudantes e, conseqüentemente, a capacidade de promover adaptatividade que o método possibilita.

## 5. Conclusão e trabalhos futuros

A implementação mostrou resultados fiéis às regras de adaptação de conteúdo propostas pelo método utilizado. Os testes realizados apresentaram ordenação e destaque dos OAs da forma como era prevista, levando em consideração os relacionamentos estabelecidos por [Graf *et al* (2010)] entre os OAs e as preferências dos estudantes em cada dimensão conforme abordagem proposta por [Dorça *et al* (2012)].

Tais resultados mostram uma capacidade do método a qual pode se tornar útil quando da necessidade de se oferecer um curso personalizado, em ambiente de hipermídia adaptativa, a um grande número de estudantes. Nesse caso, mediante o uso das tecnologias tradicionais, seria necessário o trabalho manual de um tutor humano, que consistiria em analisar o perfil de cada indivíduo e promover a adaptação de cada lição do curso às suas necessidades. Essa atividade poderia ser substituída por um mecanismo similar ao que aqui foi implementado e testado.

Um outro aspecto importante deste trabalho em relação a outras abordagens é a utilização de um modelo do estudante probabilístico, atualizado constantemente através de um método baseado em aprendizagem por reforço para modelagem automática e dinâmica do estudante considerando EA, o que traz aspectos inovadores, e vários benefícios ao processo de adaptatividade, conforme atesta [Dorça *et al* (2012)].

A abordagem proposta neste trabalho tem o foco principal no fornecimento de uma experiência de aprendizagem que atenda aos EA dos estudantes no cumprimento de objetivos de aprendizagem bem definidos de forma eficiente, o que atualmente é um desafio em pesquisas em Informática na Educação. Como trabalho futuro, tem-se a implantação deste método em um LMS existente, tal como o Moodle (2013), para que possa ser testado com estudantes reais.

## Referências

- Bittencourt, I.; Costa, E. (2011). *Modelos e Ferramentas para a Construção de Sistemas Educacionais adaptativos e Semânticos*. Universidade Federal de Alagoas.
- Brusilovsky, P. (1996a). *Methods and techniques of adaptive hypermedia*. Seventh International PEG Conference, Edinburgh.



- Brusilovsky, P. (1996b). *A Tool for Developing Adaptive Electronic Textbooks on WWW*. School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- Brusilovsky, P. (2001). *Adaptive Educational Hypermedia*. School of Information Science, University of Pittsburgh.
- Dorça, F. A.; Lima, L. V.; Fernandes, M. A.; Lopes, C. R. (2012). *A Stochastic Approach for Automatic and Dynamic Student Modeling in Adaptive Educational Systems*. Informatics in Education. Volume 11, Número 2.
- Felder, R.; Silverman, L. (1988). *Learning and teaching styles in engineering education*. *Engineering Education*, vol. 78, pp. 674-681.
- Felder, R.; Soloman, B. (2006). *Index of Learning Style Questionnaire*. North Carolina State University. Disponível em <<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html>>. Acesso em 20 set. 2012, 22:40.
- Graf, S. (2007). *Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles*. Vienna University of Technology.
- Graf, S. e Kinshuk (2009). *Advanced Adaptivity in Learning Management Systems by Considering Learning Styles*. In Proceedings of the 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology- Volume 03, pages 235–238. IEEE Computer Society.
- Graf, S.; Kinshuk; Ives, C. (2010). *A Flexible Mechanism for Providing Adaptivity Based on Learning Styles in Learning Management Systems*. Athabasca University, Canada.
- Moodle. (2013). Disponível em <<https://moodle.org/>>. Acesso em 06 de janeiro de 2013.
- Munoz, L. S.; Oliveira, J. P. (2004). *Adaptive Web-Based Courseware Development using Metadata Standards and Ontologies*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Nat, M.; Walker, S.; Babcon, L.; Dastbaz, M. (2010). *Designing personalisation in LAMS*. University of Greenwich.
- Neto, Wilson C. B. (2005) “*WEB Semântica, Sistemas Adaptativos e Educação a Distância: Propostas e Perspectivas*”. Universidade do Planalto Catarinense. Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2005.
- Paredes, P.; Rodrigues, P. (2001). *Considering Sensing-Intuitive Dimension to Exposition-Exemplification in Adaptive Sequencing*. Escuela Técnica Superior de Informática, Madrid, Espanha.
- Price, L. (2004). Individual differences in learning: Cognitive control, cognitive style, and learning style. *Educational Psychology*, 24(5):681–698.
- TelEduc. (2013). Disponível em: <<http://www.teleduc.org.br/>>. Acesso em 06 de janeiro de 2013.
- Wu, H. (2002). *A reference architecture for adaptive hypermedia applications*. University Press Facilities, Eindhoven, the Netherlands.