ERRO: UMA QUESTÃO COGNITIVA OU AFETIVA?

Alberto Bastos do Canto Filho – alberto.canto@ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Engenharia Elétrica
Av. Osvaldo Aranha, 103
CEP: 90035-190 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul
Thaísa Jacintho Müller – thaisa.muller@pucrs.br
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Faculdade de Matemática
Av. Ipiranga, 6681
CEP: 90619-900 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul
José Valdeni de Lima – valdeni@inf.ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós Graduação em Informática na Educação
Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332
CEP: 90040-060 – Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Resumo: *A contribuição deste artigo é uma proposta de análise do perfil motivacional dos estudantes baseada em análise de erros. O artigo parte de referencial bibliográfico sobre estilos de aprendizagem e análise de erros, técnicas utilizadas para personalização do ensino. A análise de erros normalmente busca identificar lacunas cognitivas e corrigi-las, criando diferentes trajetórias de aprendizagem em função da estrutura cognitiva individual. A análise dos estilos de aprendizagem busca ajustar os métodos de ensino aos estilos individuais de aprendizagem. Estas duas abordagens frequentemente possuem um foco no domínio cognitivo, eventualmente deixando de lado aspectos da dimensão afetiva. O artigo propõe que a investigação sobre estilos de aprendizagem introduza uma dimensão afetiva denominada* "reação ao erro", *que tem por objetivo dar suporte às personalizações de ensino baseadas em análise de erros. Sugere-se que sejam dados tratamentos diferenciados para um mesmo erro, conforme o perfil individual do estudante na dimensão* reação ao erro *seja preferencialmente* desistir *(o erro desestimula) ou* enfrentar *(o erro motiva). O artigo apresenta a primeira etapa de um estudo de caso que vem sendo realizado entre estudantes de engenharia, na qual é feito um diagnóstico de estilos de aprendizagem que utiliza o questionário ILS (Index of Learning Styles) modificado para incluir a dimensão* reação ao erro. *Posteriormente, são propostas alternativas de utilização desses dados para o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem.*

Palavras-chave: *Análise de Erros, Estilos de Aprendizagem, Ensino Personalizado.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vêm sendo evidenciadas as dificuldades que estudantes de Engenharia encontram para acompanhar o curso, especialmente nos primeiros semestres, onde se concentram os maiores índices de retenção e evasão. Vários estudos (BIN ALI; TALL, 1996; BALDINO; CABRAL, 1999; MILANI, 2002; CURY, 2004;

GIRALDO, 2004; HARDY, 2008) relatam as dificuldades encontradas nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e estratégias adotadas para superá-las.

A utilização de Objetos de Aprendizagem (OAs) abre novas alternativas tanto no que diz respeito à introdução de novos paradigmas, como em relação às possibilidades de implantação em larga escala de alguns procedimentos da tutoria individual, método capaz de alcançar resultados médios até dois desvios padrões (BLOOM, 1984) superiores aos resultados médios alcançados com sistemas tradicionais de ensino (aulas expositivas para trinta alunos).

A questão que se apresenta é: como os OAs podem ser utilizados para promover uma personalização do ensino e, com isso, promover uma maior aprendizagem?

A especificação dos temas a serem desenvolvidos em Objetos de Aprendizagem voltados para as disciplinas iniciais do curso pode fazer uso de técnicas de análise de erros. Neste contexto, a aplicação de dois instrumentos avaliativos entre estudantes de Cálculo (turmas de Engenharia e Sistemas de Informação, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) sinalizaram que a maior dificuldade dos alunos se refere a conteúdos da Educação Básica, entre os quais se destacam problemas relativos à aplicação das propriedades das operações, em especial da propriedade distributiva. Paralelamente, investigações sobre o uso de Objetos de Aprendizagem realizadas na disciplina de Técnicas Digitais (terceira etapa dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul) mostram que muitas vezes a dificuldade em acompanhar o curso está associada à falta de motivação (CANTO et al, 2012).

Estes primeiros estudos reforçaram a importância de integrar os domínios cognitivo e afetivo aos métodos de desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem, o que deu origem a uma investigação sobre o uso de uma ferramenta de diagnóstico que combine técnicas de análise de erros com a avaliação do estilo de aprendizagem.

Com isto, a ideia de criar objetos de aprendizagem capazes de indicar a melhor trajetória a partir de informações sobre as lacunas apresentadas por cada estudante é complementada com aspectos relacionados às formas preferenciais de aprendizagem e à reação característica ao erro. A etapa de diagnóstico não apenas resultará na especificação do objetivo educacional (por exemplo, o objetivo de "Entendimento e Aplicação da Propriedade Distributiva"), mas também permitirá que se especifiquem determinadas características construtivas que contemplem preferências individuais de aprendizagem (por exemplo, enfatizar a aprendizagem por descoberta) associadas a características afetivas (o erro incentiva ou desanima?).

Este artigo apresenta, como fundamentação teórica, algumas considerações sobre os estilos individuais de aprendizagem e trabalhos previamente realizados sobre a análise de erros, e uso de Objetos de Aprendizagem. Na sequencia, tem-se a descrição das etapas da pesquisa em si, passando pela aplicação e resultados obtidos com o teste e a proposta de utilização de OAs. Por fim, são colocadas algumas considerações finais e sugestões de prosseguimento do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Canto et al (2012a) definem "*Características individuais de aprendizagem*" como "*todas as características individuais e fatores circunstanciais que definem a forma como o estudante aprende num determinado momento. Incluem fatores tais o seu estilo de aprendizagem, os seus esquemas cognitivos, a sua memória de trabalho, a quantidade e qualidade de subsunçores, seus métodos de estudos, sua velocidade de*

aprendizagem, sua motivação, bem como fatores ambientais e circunstanciais, tais como a disponibilidade de computador e banda larga, distância de residência até a sala de aula, horário das aulas, disponibilidade de tempo e local para estudo extraclasse, condição socioeconômica, etc."

A personalização do ensino é uma estratégia pedagógica que tem por objetivo adotar os métodos de ensino diferenciados conforme as características individuais de aprendizagem. Sua eficácia é evidenciada pelos estudos de Bloom (1984), que mostram evidências de que a tutoria individual pode obter resultados médios dois desvios padrões acima dos resultados obtidos por sistemas tradicionais de aulas expositivas ministradas para turmas com trinta alunos.

Recursos de tecnologia de informação e comunicação podem explorar conceitos de personalização de ensino, possibilitando que se alcancem resultados mais próximos da tutoria individual sem que isto represente um aumento de custos significativo.

Nas seções que seguem, é apresentado um referencial teórico sobre duas alternativas aplicáveis à personalização do ensino: análise de estilos de aprendizagem e análise de erros.

Estilos de Aprendizagem

A expressão "*Estilo de Aprendizagem*" tem sido utilizada por diversos autores para definir a forma característica como cada estudante aprende.

- Dunn et al (1989) define estilo de aprendizagem como a forma como os indivíduos começam a se concentrar, processam, internalizam e retém informações acadêmicas;
- Felder e Brent (2005) definem estilo de aprendizagem como a forma característica de como os estudantes tomam e processam a informação.
- Grimley e Riding (2009) utilizam a expressão Estilo Cognitivo como a abordagem que o indivíduo normalmente utiliza quando processa informação.

Não obstante a existência de diferentes definições, os diversos modelos propostos possuem como característica comum a análise de fatores (chamados de dimensões por alguns autores) que definem as características individuais de aprendizagem. Ferramentas desenvolvidas para diagnosticar o perfil de cada estudante nas dimensões propostas podem ser automatizadas. Paralelamente, Objetos de Aprendizagem podem contemplar diferentes trajetórias de aprendizagem, definidas a partir do diagnóstico.

A seguir, será apresentada uma breve revisão sobre os modelos desenvolvidos por alguns destes pesquisadores e as dimensões consideradas.

O modelo de Kolb (1999) é utilizado em sua teoria do aprendizado experimental (ELT - Experiential Learning Theory). Neste modelo são consideradas duas dimensões, colocadas na forma de eixos cartesianos: a. a dimensão AE/RO, que define a preferência do estudante por aprender através da experimentação ativa (AE) ou através da observação e reflexão (RO); b. a dimensão CE/AC, que define se o estudante prefere aprender através de experiências concretas (CE) ou de conceitos abstratos (AC). O modelo de Kolb nomeou quatro estilos, conforme as preferências individuais situem o estudante em um dos quatro quadrantes do diagrama, como mostra a

Tabela **1**.

Os estilos de Kolb (1999) e os de Honey e Munford (2000) são bastante semelhantes, havendo uma correspondência entre as nomenclaturas dos estilos (

Tabela **1**).

Quadrante	Estilo	
	Kolb	**Honey e Munford**
AE,CE	Acomodador	Ativo
RO,CE	Divergente	Reflexivo
RO,AC	Assimilador	Teórico
AE,AC	Convergente	Pragmático

Tabela 1. Estilos de Kolb

Riding e Cheema (1991) utilizam a expressão Estilo Cognitivo e trabalham com um sistema bidimensional: a. dimensão verbal-imaginária, que identifica a forma preferencial como o indivíduo representa as informações quando pensa; b. dimensão global-analítica, que identifica a preferência individual por integrar informações como um todo ou separar o todo em suas partes constituintes.

O modelo de Felder e Silverman (1988) opera com quatro dimensões: a. retenção da informação (Visual-Verbal); b. percepção da informação (Sensorial-Intuitivo); c. processamento da informação (Ativo-Reflexivo); e. organização da informação (Sequencial-Global).

O modelo de Butler (2003) foi desenvolvido a partir de uma única dimensão de processamento de informação, que considera a forma de pensar das partes para o todo (Linear) ou do todo para as partes (Holístico). Esta dimensão foi subdividida em cinco Estilos: Realista, Analítico, Pragmático, Pessoal e Divergente.

2.1. Análise de Erros

A análise de erros é uma abordagem de pesquisa em Educação Matemática que vem se desenvolvendo desde o início do século passado sob variadas formas, que dependem dos pressupostos teóricos escolhidos pelos investigadores. Inicialmente, surgiram trabalhos dirigidos especialmente às séries iniciais do ensino de matemática, com análise dos erros cometidos em resoluções de operações aritméticas sob uma visão behaviorista. Em uma segunda fase, destacaram-se as investigações feitas sob o enfoque do processamento da informação. Em uma terceira fase, apoiada em ideias de Piaget, Vergnaud, Lakatos e Papert, entre outros, os erros são considerados ferramentas para a aprendizagem e são utilizados para que o próprio aluno construa seu conhecimento.

No caso de alunos de Engenharia, acredita-se que, partindo dos erros cometidos em resoluções de questões de disciplinas matemáticas, pode-se construir um conhecimento mais sólido, questionando o aluno sobre suas dificuldades e oferecendo possibilidades de reverter o quadro que se apresenta quando do ingresso desse estudante nos cursos da área de Exatas.

Cury (2007), pesquisadora em análise de erros, defende a ideia que:

> A análise de erros é uma abordagem de pesquisa – com fundamentações teóricas variadas, objetivos distintos e participação de estudantes de todos os níveis de ensino nas amostras, mas também é uma metodologia de ensino, podendo ser empregada quando se detecta dificuldades na aprendizagem dos alunos e se quer explorá-las em sala de aula. (p. 91)

Considera-se que analisar os erros deve ser uma das tarefas do cotidiano dos professores, pois ao analisar os erros apresentados por seus alunos nas questões

sugeridas, encontram subsídios para buscar novas estratégias e atividades pedagógicas que possam ser utilizadas em suas salas de aula, e que auxiliem os estudantes a superar suas dificuldades.

Por outro lado, o erro pode estar intimamente relacionado ao domínio afetivo, tanto em suas causas como nas consequências. Na prática, a forma como o estudante é afetado pelo erro pode resultar em um ciclo vicioso em que o desânimo por ter errado leva o estudante a errar novamente, ou poderá ter um resultado positivo, servindo de estímulo para buscar um aprendizado profundo.

Sendo assim, a proposta deste trabalho é, além de analisar os erros pelo viés cognitivo, descobrir como o erro afeta o aluno no momento de seu aprendizado, qual a forma que ele encontra para lidar com isto e como é possível ajudá-lo neste sentido.

2.2. Alguns pressupostos sobre Objetos de Aprendizagem

A utilização de OAs traz consigo novos paradigmas econômicos e educacionais. Paradigmas da tutoria individual podem ser implementados em larga escala, introduzindo novas possibilidades de ensino e aprendizagem. Alternativas tais como o estabelecimento de diferentes trajetórias de aprendizagem, traçadas de acordo com perfil cognitivo individual são viabilizadas, desde que o *designer* instrucional desenvolva seus objetos segundo princípios voltados para este objetivo. Canto et al (2012a, 2012b) propõem um conjunto de princípios de projeto que tem por objetivo orientar o projetista instrucional sobre algumas boas práticas de desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem. O "Princípio dos Subsunçores", fundamentado na teoria do aprendizado significativo (AUSUBEL & NOVAK, 1980), tem por objetivo garantir que o estudante tenha os pré-requisitos necessários para o aprendizado das proposições apresentadas no OA. A utilização deste princípio permite que se estabeleça uma trajetória individual de aprendizagem similar àquela utilizada em análise de erros, mas de forma preventiva. Isto é, a aplicação do "princípio dos subsunçores" permite que o estudante seja poupado da frustração decorrente do insucesso que ocorre quando ele não consegue acompanhar uma aula devido a lacunas cognitivas. A FIGURA 1 mostra a forma de aplicação deste princípio na etapa de especificação e em tempo de execução de OAs.

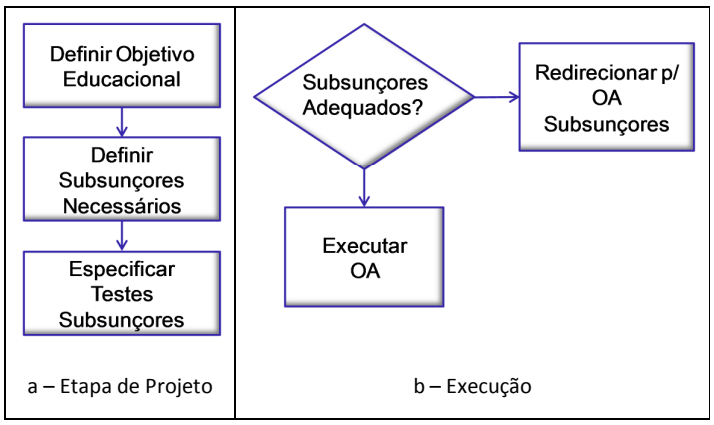

FIGURA 1 - Princípio dos Subsunçores (- Canto et al 2012b)

O "*Princípio da Granularidade*" é uma proposição complementar ao "*Princípio dos Subsunçores*", e tem como fundamento as abordagens tradicionais da engenharia de software. A recomendação de que um objetivo educacional seja segmentado em objetivos parciais permite um maior nível de reutilização, diluindo assim os custos de

desenvolvimento. Paralelamente, é uma forma de implementação da filosofia "*dividir para conquistar*", que permite tornar um projeto complexo em vários subprojetos simples, viabilizando assim o trabalho em equipe, a minimização dos riscos decorrentes da complexidade e consequente redução de custos e prazos de entrega.

A investigação apresentada neste artigo se enquadra no contexto do "Princípio da Dimensão Afetiva" (CANTO et al, 2012a): *Objetos de Aprendizagem especificados com uma perspectiva afetiva são mais eficazes do que aqueles que não o são.* A identificação das diferentes formas como o *erro* afeta o estudante poderá ser uma valiosa contribuição para os projetistas de OAs. Por exemplo, assumindo-se que seja identificado um limiar a partir do qual o erro deixe de estimular o aprendizado e desanime o estudante, o projetista poderá modular a complexidade das tarefas conforme os índices de erro se encontrem acima ou abaixo deste limite.

A seguir será apresentada a metodologia de diagnóstico que investiga as preferências individuais e a reação ao erro.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de avaliar os perfis individuais de aprendizagem e reação ao erro, foi realizada uma modificação no questionário ILS (Index of Learning Styles), desenvolvido por Felder e Salomon (2005). O questionário ILS original analisa os estilos de aprendizagem segundo um sistema tetradimensional que considera as seguintes dimensões:

a. retenção da informação (Visual-Verbal);
b. percepção da informação (Sensorial-Intuitivo);
c. processamento da informação (Ativo-Reflexivo);
d. organização da informação (Sequencial-Global).

São apresentadas onze questões para cada dimensão, totalizando 44 questões.

Na versão modificada da proposta, a dimensão de *Retenção da Informação (Visual-Verbal)* foi trocada pela nova dimensão, denominada *Reação ao Erro (Enfrentar-Desistir)*. Dois motivos levaram a optar por esta substituição:

1) O acréscimo de mais onze questões para avaliar esta dimensão tornaria o processo de avaliação de estilo muito cansativo;
2) A utilização de recursos multimodais (uso simultâneo de informação verbal e visual) atende aos diferentes perfis desta dimensão. Portanto, não há necessidade de personalização de ensino nesta dimensão.

O

Quadro 1 apresenta as questões introduzidas com o objetivo de diagnosticar o perfil de Reação ao Erro:

1. Quando as coisas não dão certo, o melhor é
(a) Insistir.
(b) 'Partir para outra'.

2. Após os resultados da prova...
(a) Volto a estudar as questões que errei.
(b) Procuro estudar as questões do próximo bloco.

Continua...

3. Gosto de
(a) Situações desafiadoras.
(b) Ter controle da situação.

4. Quando cometo erro em público
(a) Procuro outra oportunidade para mostrar que aprendi.
(b) Procuro evitar tratar este assunto novamente.

5. Normalmente o erro significa para mim
(a) Motivação.
(b) Desânimo.

6. Eu aprendo mais
(a) Quando eu erro na primeira vez
(b) Quando acerto da primeira vez

7. Relembro mais facilmente
(a) A solução das questões que errei na prova.
(b) A solução das questões que acertei na prova.

8. Considero um bom amigo aquele que
(a) Fala sobre meus defeitos.
(b) Evita falar sobre meus defeitos.

9. Para entretenimento, eu prefiro
(a) Desafios do tipo quebra-cabeça.
(b) Assistir televisão ou ler um livro.

10. Quando estou resolvendo problemas em grupo, normalmente
(a) Apresento minha solução mesmo que possa estar errada.
(b) Fico quieto se não tiver certeza da solução.

11. Acho que, ao reconhecer o erro, a pessoa...
(a) Se torna mais forte.
(b) Se torna mais fraca.

Quadro 1. Questões que avaliam a dimensão Reação ao Erro

Uma primeira aplicação deste questionário foi realizada em uma turma de estudantes de Engenharia, no primeiro semestre de 2013, e será discutida na próxima seção.

3.1. Aplicação do teste

O questionário *ILS modificado* descrito anteriormente foi aplicado a uma turma de Cálculo Diferencial e Integral I da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), no primeiro semestre de 2013. Este turma é formada predominantemente por alunos de Engenharia.

Dos 60 alunos inicialmente matriculados, apenas 5 cursavam a disciplina pela primeira vez. Na época da aplicação do teste (decorrida aproximadamente 70% da carga horária da disciplina), havia 56 alunos ainda oficialmente matriculados. O teste foi

aplicado imediatamente após a realização de uma avaliação, para a qual compareceram apenas 41 alunos (27% dos estudantes não compareceram ao teste). No contexto desta investigação, está prevista uma segunda aplicação em uma data que não coincida com a realização de testes ou provas, permitindo apurar a influência do estado afetivo nos resultados dos testes.

Os escores do teste ILS foram apurados em cada uma das dimensões, num intervalo entre -100% e +100%. Na dimensão Reflexivo/Ativo, o valor -100% corresponde à máxima pontuação como Reflexivo e o valor +100% corresponde à máxima pontuação como Ativo. A pontuação nas demais dimensões foi atribuída de forma análoga. O gráfico 1, abaixo, apresenta o escore médio e o desvio padrão em cada uma das dimensões.

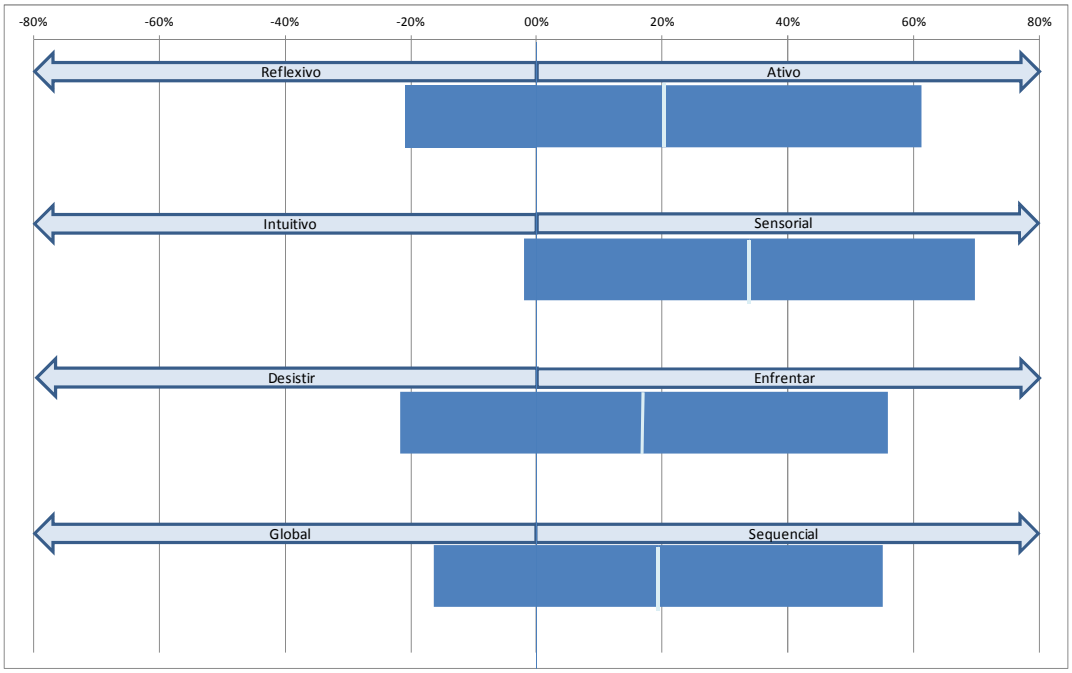

Gráfico 1. Estilos de aprendizagem médios da turma

Observa-se que a turma possui um perfil médio Ativo (média de 20% e desvio padrão de 41%), Sensorial (média de 34% e desvio padrão de 36%) e Sequencial (média de 19% e desvio padrão de 36%). Nestas três dimensões, os resultados encontrados são semelhantes aos apresentados por Cury (2000), que também utilizou o questionário ILS em turmas de *Cálculo Diferencial e Integral* com estudantes de engenharia da PUCRS.

Nos resultados correspondentes à nova dimensão, *reação ao erro*, percebe-se uma tendência a usar o erro de forma positiva (média de 17% e desvio padrão de 39%), isto é, enfrentando-o e usando-o como suporte para a realização de novas aprendizagens.

Na seção a seguir serão apresentadas considerações sobre alternativas de exploração de objetos de aprendizagem a partir da investigação dos estilos médios de aprendizagem.

3.2. Formulação e Utilização de Objetos de Aprendizagem

A aplicação do questionário ILS permite que se identifiquem os estilos individuais de aprendizagem com vistas a uma melhor adequação dos métodos de ensino. A

aplicação deste questionário em turmas de cálculo permitiu constatar um estilo médio de aprendizagem ativa, enquanto os métodos tipicamente utilizados em cursos de engenharia (aprendizagem receptiva) encontram melhor sintonia nos estudantes com perfil reflexivo.

A adoção de outras metodologias que melhor se ajustem ao perfil dos estudantes muitas vezes é inviabilizada pelo fato de que os métodos de aprendizagem por descoberta exigem um número maior de horas em sala de aula, com impactos no equilíbrio econômico da instituição de ensino, que necessitaria arcar com os custos decorrentes do aumento do número de horas docentes e ampliação do espaço físico.

O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação para a construção de Objetos de Aprendizagem autônomos permite que se adotem métodos de aprendizagem por descoberta sem que haja um impacto significativo em termos de espaço físico e de horas docentes em sala de aula.

A investigação sobre estilos de aprendizagem pode ser utilizada de diversas formas como suporte no projeto de OAs. Uma das opções é a personalização, criando uma versão diferente para cada estilo de aprendizagem. O inconveniente desta alternativa é o fato dos custos de desenvolvimento crescer proporcionalmente ao número de versões utilizadas.

Outra opção é o desenvolvimento de uma única versão que contemple o perfil médio dos estudantes. Dada a possibilidade de desenvolver OAs que corrijam questões sem a intervenção docente, o aprendizado baseado em questões é uma boa alternativa de introdução de elementos de aprendizagem por descoberta sem incremento de carga docente ou necessidade de espaço físico adicional.

Nem sempre o ajuste dos objetos de aprendizagem aos estilos individuais necessita que se desenvolvam versões personalizadas. Por exemplo, considerando a dimensão 'Visual/Verbal', a exploração dos recursos multimídia para a apresentação simultânea de informações verbais através do canal de áudio e visuais através da tela permite que se atendam simultaneamente todos os perfis desta dimensão. Na dimensão 'Global/Sequencial', podem-se utilizar sistemas de menus que permitam o estudante escolher a abordagem de sua preferência, diferentemente de uma aula expositiva em que há uma sequência única para todos os estudantes. Nesta dimensão, o estudante poderá utilizar a metáfora do livro, que permite acessar os capítulos na ordem de sua preferência, com a vantagem de possibilitar a exigência de uma abordagem sequencial sempre que o encadeamento de conteúdos assim o exigir.

Cabe ressaltar que as dimensões que são investigadas nos questionários de diagnóstico de estilo de aprendizado são apenas algumas características individuais, e que muitas vezes as dificuldades em acompanhar o curso decorrem de outras características não avaliadas nestes instrumentos. Por exemplo, a aprendizagem por descoberta auxiliará o processo de aprendizagem do aluno de perfil ativo, potencialmente motivando-o para que dedique o esforço necessário para a aprendizagem significativa. No entanto, na medida em que este novo método exija um maior esforço e um número maior de horas dedicadas, o sucesso desta abordagem dependerá da disponibilidade de horas adicionais e do sistema de priorização de atividades de cada estudante. Um estudo de caso realizado por Canto et al (2012b) mostrou que muitos dos estudantes com dificuldade em acompanhar o curso sequer acessaram o objeto de aprendizagem que possibilitaria uma outra alternativa de aprendizagem, mesmo em um contexto em que o OA foi usado em substituição à aula presencial e portanto não implicaria incremento das horas dedicadas ao curso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constatação de que, conforme as circunstâncias, o erro pode estimular ou desmotivar o estudante traz consigo diversos questionamentos sobre os sistemas de avaliação e a formação de engenheiros. A situação ideal é aquela em que os estudantes sentem-se estimulados a aprender com seus erros, não apenas no contexto de ensino e aprendizagem, mas também no contexto profissional.

Não obstante, muitas vezes o Projeto Pedagógico de Curso afirme o objetivo de formar um profissional com perfil orientado à solução de problemas, dificilmente se identificam planos de disciplinas que apresentem objetivos educacionais e atividades especificamente voltadas para a formação de um profissional capaz de identificar problemas (erros) e buscar alternativas de solução.

Os resultados apurados nesta investigação e outras (Cury, 2000) mostraram uma preferência da maioria dos estudantes por métodos indutivos da aprendizagem (perfil ativo), nos quais o estudante toma contato com fenômenos e fatos antes da exposição dos conceitos. Chamada por Ausubel (1980) de aprendizagem por descoberta, a aprendizagem indutiva inclui os aprendizados baseados em questões, baseados em projetos ou estudos de caso, e podem facilitar o aprendizado de estudantes que não se ajustam à aprendizagem receptiva, tipicamente utilizada nas disciplinas dos cursos de engenharia.

A inclusão de um maior nível de personalização de ensino nos cursos de engenharia encontra diversos obstáculos de ordem econômica ou pedagógica. Em termos econômicos, o ensino personalizado significa uma redução da relação alunos/professor, o que comprometeria a sustentabilidade econômica da instituição de ensino. Paralelamente, algumas alternativas de aprendizagem por descoberta não são adotadas devido ao receio de que o professor não consiga cobrir todo o conteúdo previsto no plano da disciplina (PRINCE & FELDER, 2006).

Por outro lado, as iniciativas relacionadas ao ajuste do método de ensino às preferências individuais dos estudantes podem ser questionadas quanto a seu mérito. Por exemplo, o fato de o engenheiro ser um profissional envolvido com projetos fundamentados em modelos e conceitos abstratos, poderia levar a questionar o uso de métodos de aprendizagem por descoberta que reforcem as preferências dos alunos com perfil *ativo.* O contrário também poderia ser questionado, tendo em vista que uma das atribuições dos engenheiros é coordenar a execução de projetos.

Da mesma forma, na dimensão *Visual-Verbal*, o desejo de proporcionar uma aprendizagem mais eficaz para os estudantes com estilo preferencialmente verbal não poderá se sobrepor ao fato de que a engenharia é uma profissão que trabalha com elementos visuais (plantas, gráficos, diagramas, esquemas, mapas, etc.).

Por fim, dadas as condições em que o teste foi aplicado (imediatamente após uma avaliação), fica o questionamento de o quanto o estado afetivo do estudante naquele momento, considerado um momento de tensão, pode ter influenciado no seu resultado. Para sanar esta dúvida, será realizada uma nova aplicação do teste em uma aula que não envolva um momento formal de avaliação, e posteriormente os resultados serão comparados. Como trabalhos futuros, está previsto o desenvolvimento de técnicas que explorem a dimensão *reação ao erro* no contexto de desenvolvimento de OAs e personalização do ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D; NOVAK, J; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BALDINO, R.R. ; CABRAL, T. C. B. Erro do significado ou significado do erro? **Boletim Gepem**, n. 35, p. 9-41, 1999.

BIN ALI, M.; TALL, D. Procedural and conceptual aspects of standard algorithms in calculus. In: PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 20., 1996, Valencia. **Proceedings…** Valencia: PME, 1996. v. 2, p. 19-26.

BLOOM, B. S. The 2 Sigma Problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring". In: **Educational Researcher**. [S.l.]: [s.n.], 1984. p. 4-16.

BUTLER, K. A. **Estilos de aprendizagem:** as dimensões psicológica, afetiva e cognitiva. Traduzido por Renata Costa de Sá Bonotto e Jorge Alberto Reichert. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

CANTO, A. B; LIMA, J. V; FERREIRA, L. F; BERCHT, M; TAROUCO, L. M. R. Objetos de Aprendizagem no Apoio à Aprendizagem de Engenharia: Explorando a Motivação Extrínseca, **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, p. 1-10, 2012a.

CANTO, A B; LIMA, J V; FERREIRA, L F; BERCHT, M; TAROUCO, L M R. Recomendações de Projeto de Objetos de Aprendizagem: em Busca da Autonomia na Aprendizagem. In: **Congreso Internacional de Informática Educativa** (2012 dez. 5-7): Santiago, Chile). Anais. 2012b.

CURY, H. N. Estilos de Aprendizagem de Alunos de Engenharia. Anais: XXVIII – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Ouro Preto: 2000.

CURY, H. N. "Professora, eu só errei um sinal!": como a análise de erros pode esclarecer problemas de aprendizagem. In: CURY, H. N. (Org.). **Disciplinas matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 111-138.

DUNN, R. et al. Survey of research on learning styles. **Educational Leadership**, USA, v.46, n.6, p. 50-58, Dec. 1989.

FELDER, R. M.; BRENT, R. Understanding student differences. **Journal of Engineering Education**, [s.l.], n. 94, v. 1, p. 57-72, 2005.

FELDER, R.M.; SILVERMAN, L.K. Learning and teaching styles in engineering education, **Engineering Education**, [s.l.], v. 78, n. 7, 1988, p. 674–681.

GIRALDO, V. **Descrições e conflitos computacionais**: o caso da derivada. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

GRIMLEY, M; RIDING R. Individual differences and web-based learning. In: MOURLAS, C. et al.(eds.) **Cognitive and emotional processes in web-based education:** integrating human factors and personalization, Hershey: IGI Global, 2009, p. 209–228.

HARDY, N. A subtle interplay between ordinary, algebraic and analytic registers in college level Calculus courses as a source of students' difficulties. In: *INTERNATIONAL CONGRESS IN MATHEMATICAL EDUCATION* (ICME 11), 11., 2008, Monterrey, Mexico. **Proceedings**…Disponível em: <http://tsg.icme11.org/tsg/show/32>. Acesso em 20 mai. 2013.

HONEY, P.; MUMFORD. A. **The Learning Styles helper's guide**. Maldenhead Berks: Peter Honey Publications, 2000.

KOLB, D. A. et al. **Experiential Learning Theory:** Previous Research and New Directions. 1999. Disponível em: <http://www.d.umn.edu/~kgilbert/educ5165-731/Readings/experiential-learning-theory.pdf>. Acesso em 17/4/2012.

MILANI, R. **Concepções infinitesimais em um curso de Cálculo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

PRINCE M J; FELDER R M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. **Journal of Engineering Education**, 2006.

RIDING R; CHEEMA I. Cognitive style – an overview and integration. **Educational Psychology**, [n.l.], v. 11, n. 3-4, p. 193-215, 1991.

ERROR: A COGNITIVE OR AFFECTIVE MATTER?

Abstract: *The contribution of this article is a proposal of an analysis of the student's motivational profile based in error analysis. This article begins from bibliographic references about learning styles and error analysis, technique used to teaching customization. The error analysis usually tries to recognize cognitive gaps and correct them, building different ways of learning based on the personal cognitive structure. The analysis of learning styles tries to adapt teaching methods to personal learning styles. These two approaches are usually focused on cognitive traces, sometimes leaving behind affective traces. The article proposes that the investigation about learning styles introduces an affective dimension called "error reaction", which aims to support teaching customization based on error analysis. It is suggested that the same error be treated in different ways, according to the student's personal profile in the error reaction issue even if it is rather giving up (the error discourages) or facing (the error encourages). The article presents the first step of a research that is being done among Engineering students, in which a diagnosis of learning styles is done using the ILS (Index of Learning Styles) survey modified to include the error reaction issue. Afterwards, some alternatives of utilization of these data are proposed in order to develop Learning Objects.*

Keywords: *Error Analysis, Learning Styles, Customized Teaching.*