



TECNOLOGIA, DESCOBERTA E RECEPÇÃO – UM ESTUDO DE CASO

Alberto Bastos do Canto Filho - alberto.canto@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Dep. de Eng. Elétrica
Av. Osvaldo Aranha, 99
90035-190 – Porto Alegre (RS) – Brasil

José Valdeni de Lima – valdeni@inf.ufrgs.br

UFRGS – Progr. de Pós Graduação em Informática na Educação (PPGIE)
Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332
90040-060 - Porto Alegre (RS) – Brasil

Luiz Fernando Ferreira - luiz.ferreira@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Dep. de Eng. Elétrica
Av. Osvaldo Aranha, 99
90035-190 – Porto Alegre (RS) – Brasil

Liane Margarida Rockenbach Tarouco - liane@penta.ufrgs.br

UFRGS – Progr. de Pós Graduação em Informática na Educação (PPGIE)
Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332
90040-060 - Porto Alegre (RS) - Brasil

Resumo: A possibilidade de que a manutenção do atual nível de crescimento econômico venha a ser comprometida devido à falta de engenheiros tem levado a investimentos na implantação de novas escolas e aumento do número de vagas em cursos de engenharia. Uma alternativa para os elevados custos de criação de novas vagas é a melhoria da eficiência do sistema atualmente existente, através de iniciativas que venham a aumentar a relação *concluintes / ingressantes* sem perda de qualidade formativa. Não obstante os métodos de aprendizagem receptiva sejam os mais eficientes em termos de abordar a necessária quantidade de conteúdos semestrais, esta opção se mostra ineficaz para uma parcela dos estudantes, que não possuem a maturidade cognitiva necessária para aproveitamento desta opção. Por outro lado, embora a aprendizagem por descoberta possa ser mais eficiente em termos de número de alunos que alcançam os objetivos educacionais, ela demanda mais recursos de tempo, espaço físico e esforço docente, portanto menos eficiente em termos econômicos. Neste artigo é apresentado um estudo de caso que investigou o potencial de uso de Objetos de Aprendizagem como um recurso capaz de introduzir elementos de aprendizagem por descoberta que fortaleçam o aprendizado significativo sem que isto comprometa o número de horas docentes ou a quantidade de conceitos abordados. O estudo sinaliza que o uso de TICs permite que se introduzam em larga escala alguns procedimentos que somente são possíveis na tutoria individual, com resultados mais próximos desta alternativa de grande eficácia pedagógica.

Palavras-chave: Objeto de Aprendizagem, Aprendizagem Significativa, Aprendizagem por descoberta, Motivação

1. INTRODUÇÃO

Os novos níveis de crescimento econômico do Brasil sem que o número de engenheiros formados cresça proporcionalmente trouxeram consigo a preocupação com o risco de um eventual “apagão na engenharia”, termo que passou a ser utilizado para expressar a possibilidade de que faltem engenheiros para atendimento da demanda de mercado (CANTO et al, 2012; CANTO & LODER, 2010). A Figura 1.1 apresenta alguns exemplos da forma como esta preocupação repercutiu na imprensa.



Figura 1.1 (CANTO et al, 2012): Carência de Engenheiros no País (ABRIL, 2009, EPOCA, 2011, IG, 2010, IPEA, 2010, VEJA, 2009).

A questão da potencial falta de engenheiros tem sido abordada principalmente através do aumento de vagas para ingressantes, o que não significa necessariamente um aumento do número de engenheiros formados, pois muitos dos estudantes que ingressam no curso optam por abandoná-lo. Ocorre que as novas vagas criadas normalmente são ocupadas por estudantes que não alcançariam o patamar de desempenho exigido na condição de oferta anterior, obtendo escores de ingresso dentro das faixas de maior potencial de evasão. Isto é, os esforços de aumento de vagas em cursos de engenharia poderão não resultar num número de concluintes proporcional, a menos que se trabalhem também alternativas que venham a reduzir os índices de evasão.

Estudos de Loder (2009a, 2009b) mostram que a maior parte da evasão ocorre nas primeiras etapas do curso, quando o estudante ainda se adapta ao ensino superior. Embora não se possa identificar uma única causa para esta evasão, é possível separar as questões que podem ser tratadas pelo professor ou pela administração do curso, tais como a dificuldade de acompanhar o denso conteúdo programático dos cursos de engenharia. Acostumados ao ensino médio onde a densidade de conteúdos permite um ritmo mais lento de aprendizagem ou a sistemas de avaliação menos exigentes, alguns



estudantes tem dificuldade de acompanhar o curso de engenharia devido à sua abordagem superficial de aprendizagem que, muitas vezes, é responsável também por lacunas cognitivas (Loder 2009a) acumuladas durante os anos que precederam o ingresso no ensino superior. Com um currículo altamente hierarquizado, o aprendizado significativo das proposições apresentadas em uma aula muitas vezes depende do aprendizado das proposições apresentadas na aula anterior. Isto é, como a quantidade e qualidade de conceitos subsunçores nos quais ancorar as novas proposições são quesitos essenciais para o aprendizado significativo (Ausubel, 1978), as lacunas trazidas das etapas que precedem o ensino superior, associadas a um grande número de proposições apresentadas em cada aula são responsáveis por uma sobrecarga cognitiva (Sweller, 1988) em que o não aprendizado das proposições de uma aula é o responsável pelo não aprendizado significativo das proposições apresentadas na aula subsequente. O ciclo vicioso se agrava à medida que os déficits cognitivos acumulados afetam a autoestima e motivação, culminando com o abandono do curso.

O equacionamento das questões acima descritas requer que se desenvolvam propostas pedagógicas mais eficazes e eficientes do que aquelas que vêm sendo tradicionalmente utilizadas nos cursos de engenharia. Infelizmente, métodos mais eficientes em termos pedagógicos normalmente são menos eficientes em termos econômicos. Por exemplo, não obstante as evidências de que a tutoria individual possa alcançar resultados até dois desvios padrões superiores aos obtidos em aulas expositivas ministradas para turmas com trinta alunos Bloom (1984), os elevados custos desta alternativa impedem a sua adoção em larga escala. Da mesma forma, métodos de aprendizagem por descoberta têm sido descartados apesar de sua maior eficácia. Prince e Felder (2006) citam que a densidade de conteúdos é um dos principais obstáculos ao uso mais intenso do aprendizado por descoberta:

In the purest form of this method, teachers set the problems and provide feedback on the students' efforts but do not direct or guide those efforts. There are many reasons why this method is rarely used in higher education, among those being because instructors who hear about it fear—probably with good cause—that they would only be able to cover a small fraction of their prescribed content if students were required to discover everything for themselves.

Neste artigo é apresentado um estudo de caso realizado no contexto de um projeto que tem por objetivo investigar alternativas de uso de Tecnologia de Informação e Comunicação para ganhos de eficiência no ensino de engenharia. O artigo está estruturado da seguinte forma:

- na seção 2 - *Contextualização* – são apresentados a metodologia de ensino e aprendizagem na qual este estudo de caso se insere, e uma breve revisão bibliográfica e dos estudos de caso previamente realizados;
- na seção 3 - *Aprendizagem indutiva* – é relatado o estudo de caso desenvolvido com o objetivo de comparar a eficácia entre abordagens indutiva e dedutiva (PRINCE & FELDER, 2006);
- na seção 4 - *Resultados e conclusões* – são discutidos os resultados apurados no estudo de caso e seus impactos na formulação da metodologia de ensino e aprendizagem em desenvolvimento.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O estudo de caso apresentado neste artigo faz parte de uma pesquisa que tem por objetivo investigar alternativas metodológicas que permitam melhorar a relação *concluintes / ingressantes*, sem aumentos de custos e sem perda de qualidade em cursos de engenharia. A metodologia que vem sendo desenvolvida parte de:

- evidências apresentadas por Bloom (1984) de que a tutoria individual pode obter resultados até dois desvios padrões superiores aos resultados obtidos nos sistemas tradicionais, baseados em aulas expositivas ministradas para turmas grandes;
- premissa de que o uso de tecnologias da informação permite implantar em larga escala alguns procedimentos somente possíveis na tutoria individual;
- trabalhos previamente realizados sobre o aprendizado significativo (AUSUBEL; 1978), princípios de projeto objetos de aprendizagem (OAs) (CANTO et al, 2012b; LOW & SWELLER, 2005; MORENO & MAYER, 2007; MAYER, 2005, CLARK & MAYER, 2008; VAN MERRIENBOER & SWELLER, 2010), estilos de aprendizagem (BUTLER, 2008; DUNN, 2989; FELDER & SILVERMAN, 1988; FELDER & BRENT, 2005; GRIMLEY & RIDING, 2009; HONEY & MUMFORD, 2000) e motivação (BAETEN ET AL, 2010; HEIKKILÄ, A., LONKA, 2006; KINDT et al, 2011; RYAN & DECI, 2000).
- realização de casos de estudo que forneçam evidências sobre a eficácia dos métodos propostos e sobre aspectos de melhoria (CANTO et al, 2012a).

No escopo deste artigo, é apresentado um estudo de caso realizado com o objetivo de investigar questões relacionadas ao aprendizado indutivo. A seguir será apresentado um breve resumo sobre os estudos de caso realizados anteriormente.

Caso I – Eficácia de Objetos de Aprendizagem

O primeiro estudo de caso foi realizado no contexto de desenvolvimento da metodologia de ensino e aprendizagem ocorreu no primeiro semestre de 2012 e teve por objetivo comparar a eficácia do uso de OAs autônomos com a eficácia de aulas expositivas presenciais. Foi desenvolvido um OA sobre o tema ‘*Sistemas Numéricos*’ normalmente abordado em uma aula expositiva da disciplina *Técnicas Digitais*, ministrada para os cursos de *Engenharia Elétrica* e *Engenharia de Controle e Automação* da *Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)*.

O tema escolhido tem como pré-requisitos apenas o conhecimento de operações de exponenciação e divisão, minimizando os casos de diferença de desempenho devido à falta de conceitos subsunçores em quantidade e qualidade adequados, considerados por Ausubel (1978) como o fator isolado de maior impacto no aprendizado significativo. O OA foi desenvolvido buscando explorar os recursos tecnológicos em consonância com a arquitetura cognitiva humana (BADDELEY, 2010) explorando princípios de projeto propostos na literatura, ou novos princípios propostos no contexto da metodologia em desenvolvimento (CANTO et al, 2012a, 2012b).

O estudo de caso envolveu 66 estudantes que foram aleatoriamente separados entre dois grupos: grupo OBJ, que utilizou o Objeto de Aprendizagem, e grupo PRS, que assistiu à aula presencial. Na semana seguinte à aula presencial e ao acesso ao OA, foi realizado um teste de conhecimentos. Os alunos não foram previamente avisados sobre este teste. Os resultados encontrados mostraram que:

- os estudantes que utilizaram o OA tiveram desempenho superior aos que assistiram à aula presencial;
- as diferenças mais significativas ocorreram entre os estudantes menos ajustados ao sistema de ensino e aprendizagem tipicamente utilizado no curso (estudantes com nota média de curso inferior a 75%), entre os quais o resultado médio obtido nos testes realizados pelos estudantes do grupo OBJ foi 0,93 sigma superior aos resultados médio dos estudantes do grupo PRS.
- Entre os estudantes menos ajustados ao curso uma baixa frequência (48% no grupo OBJ e 38% no grupo PRS).

Os baixos índices de frequência entre os estudantes de maior risco de evasão é um indicativo de falta de motivação, o que levou à realização de adaptações no método proposto e realização de um segundo estudo de caso.

Caso II – Motivação

Os baixos índices de frequência obtidos no estudo de *caso I* sinalizam para questões relacionadas à motivação. Isto é, qualquer metodologia de ensino e aprendizagem que se preocupe apenas com questões relacionadas ao domínio cognitivo, correrá o risco de excluir uma parcela dos estudantes que não estejam adequadamente motivados. Ocorre que, muitos dos autores e pesquisadores dedicados aos processos de ensino e aprendizagem concentram-se no domínio cognitivo, quando muitas vezes os problemas se encontram no domínio afetivo. Ausubel (1974), por exemplo, defende que o aprendizado por recepção normalmente utilizado em cursos de engenharia é o método mais eficiente de ensino e aprendizagem. Afirma também que a aprendizagem receptiva permite que o estudante estabeleça relações não arbitrarias e substantivas entre a sua estrutura cognitiva e as novas proposições apresentadas, isto é, permite o aprendizado significativo. Embora nunca descarte a relevância do “estado de prontidão”, é dada uma grande ênfase às questões relacionadas ao domínio cognitivo, ressaltando-se a importância de que o estudante disponha de conceitos subsunçores nos quais possa ancorar as novas proposições e destacando as diversas operações que caracterizam o aprendizado receptivo significativo como um processo de aprendizagem ativa. Sweller e outros (LOW & SWELLER, 2005; MORENO & MAYER, 2007; MAYER, 2005, CLARK & MAYER, 2008; VAN MERRIENBOER & SWELLER, 2010) reforçam a importância de que as metodologias de ensino e aprendizagem sejam compatíveis com a arquitetura cognitiva humana, de forma a evitar os riscos de uma sobrecarga cognitiva. No entanto, quando as causas do baixo desempenho no curso estão predominantemente situadas no domínio afetivo, pouco resultado obterão metodologias que se fundamentam exclusivamente em princípios cognitivos. Neste sentido, algumas propostas de utilização de TICs na educação recomendam que se explorem as preferências individuais de aprendizagem, estabelecendo condições mais favoráveis para que o estudante aprenda (BUTLER, 2008; DUNN, 1989; FELDER & SILVERMAN, 1988; FELDER & BRENT, 2005; GRIMLEY & RIDING, 2009; HONEY & MUMFORD, 2000). No entanto, nenhum método funcionará se o estudante estiver ausente. Ryan e Deci (2000) apresentam uma relação entre a motivação intrínseca, a complexidade das tarefas e a abordagem profunda de aprendizagem. No entanto, permanece a questão: o que fazer quando os problemas de desempenho no curso são decorrentes da falta de motivação intrínseca?

A opção adotada para atingir os estudantes pouco motivados foi a inclusão do índice de frequência no sistema de avaliação da disciplina. Este tipo de abordagem é

frequentemente criticado por ser considerado comportamentalista, trabalhando com fatores de motivação extrínseca, responsável por uma abordagem superficial, na qual o estudante vê o aprendizado como um obstáculo a ser vencido, utilizando estratégias de aprendizagem tais como a simples memorização (BIGGS, 2001; ENTWISTLE et al., 2001), que visam minimizar o uso de sua capacidade intelectual (HEIKKILÄ et al., 2011). Sem discordar, Marton e Säljö (1997) classificam as estratégias de aprendizagem em três categorias: alunos que sempre procuram adotar a abordagem profunda aprendizagem, alunos que sempre usam a abordagem superficial, e alunos que usam uma abordagem estratégica: sempre que possível utilizam a abordagem superficial, reservando os esforços da abordagem profunda apenas para os casos em que o sistema de avaliação exija este tipo de abordagem para alcançar o grau necessário.

Os resultados obtidos neste estudo de caso confirmaram o potencial de motivação da “nota”. Entre os estudantes de menor desempenho no curso, os índices de frequência entre os estudantes do grupo OBJ subiram de 48% para 95% e entre os estudantes do grupo PRS os índices subiram de 38% para 65%.

A utilização da nota como sistema de motivação intrínseca resultou num questionamento e propostas por parte de alguns estudantes, que levaram ao desenvolvimento do estudo de caso relatado na seção 3 a seguir.

3. APRENDIZAGEM INDUTIVA

Os cursos de engenharia tem tradicionalmente uma abordagem dedutiva de ensino e aprendizagem, que inicia com uma exposição dos princípios gerais e na etapa final realiza experimentos e avalia o conhecimento (PRINCE & FELDER, 2006). Trata-se de uma abordagem bastante eficiente para um determinado grupo de estudantes, mas deixa a desejar a uma parte dos estudantes que se ajustam melhor a métodos indutivos, de aprendizagem por descoberta. No contexto do desenvolvimento de uma metodologia que tem por objetivo uma maior eficiência dos cursos de engenharia, tem-se utilizado Objetos de Aprendizagem como um recurso capaz de viabilizar algumas práticas que seriam inviáveis nos sistemas tradicionais.

No método proposto, os Objetos de Aprendizagem são projetados segundo um conjunto de recomendações de projeto (CANTO et al, 2012a) e adotam uma abordagem indutiva de aprendizado aqui denominada como *resgate-questão-exposição*. Nesta abordagem, os OAs são desenvolvidos como um conjunto de sequências padrão.

- Inicialmente faz-se o *resgate* dos conceitos subsunçores necessários o aprendizado significativo. Por exemplo, neste objeto de aprendizagem que trabalha com sistemas numéricos, a etapa de resgate apresenta aspectos do sistema de numeração decimal que já são conhecidos pelos estudantes, tais como os dígitos utilizados e o peso relacionado à posição de cada dígito. O estímulo à lembrança da aprendizagem prévia é um dos nove elementos de aprendizagem tecnológica propostos por Gagné (1987). Está em consonância com a teoria do aprendizado significativo (AUSUBEL, 1978), e agiliza o resgate dos conceitos subsunçores nos quais ancorar as novas proposições.
- Na segunda etapa da abordagem proposta, é formulada uma *questão* diferenciadora ou agregadora. Por exemplo, após resgatar conceitos sobre a base dez, questionam-se quais seriam os dígitos utilizados e os pesos de cada posição caso tivéssemos oito dedos. Esta segunda etapa tem por objetivo estimular o estudante à reflexão e ao pensamento crítico, de forma a identificar semelhanças e diferenças existentes entre

a nova proposição e seus conceitos subsunçores induzindo às diferenciações e agregações de conceitos potencialmente capazes de solucionar a questão proposta. No domínio afetivo, esta *questão* potencialmente estimulará o estudante para conferir sua solução, aumentando sua curiosidade e motivação sobre os conceitos apresentados na etapa seguinte, de *exposição*.

- Finalmente, após a apresentação da resposta, é apresentado o conceito que explica quais os dígitos utilizados numa base 'B' qualquer, possibilitando posteriormente uma segunda tentativa de solução da questão.

A avaliação deste objeto de aprendizagem realizada no estudo de caso I (vide *Caso I – Eficácia de Objetos de Aprendizagem*, acima) mostrou indicativos de que a substituição de aulas expositivas por objetos de aprendizagem autônoma possui potencial de melhorias de resultados entre os alunos menos ajustados aos sistemas de ensino e aprendizado tradicionais. No entanto, constatou-se um índice de frequência inferior a 50%, sinalizando problemas de motivação. Realizou-se então um segundo estudo de caso (vide *Caso II – Motivação*), no qual foi atribuída nota aos exercícios realizados no OA. Neste segundo estudo de caso, realizou-se uma pesquisa de opinião na qual alguns estudantes manifestaram sentir-se prejudicados pelo fato do Objeto de Aprendizagem apresentar as questões antes da apresentação dos conceitos e algoritmos.

O estudo de caso relatado neste artigo foi realizado no primeiro semestre de 2013, envolveu 71 estudantes dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação – UFRGS, que foram divididos aleatoriamente em dois grupos.

- **Grupo IND:** utilizou a versão indutiva do objeto de aprendizagem, que utiliza ciclos *resgate-questão-exposição*;
- **Grupo DED:** utilizou uma versão dedutiva especialmente adaptada para este estudo de caso, na qual foi feita uma alteração que modificou a sequência de apresentação de proposições para *resgate-exposição-questão*.

O objetivo deste estudo de caso foi verificar o impacto decorrente de exigir que o aluno resolva uma questão por indução, isto é, verificar se há uma melhoria de desempenho decorrente do maior esforço cognitivo que é necessário quando se utiliza a sequência *resgate-questão-exposição*.

Os dois grupos foram dispensados da aula expositiva. Comunicou-se que haveria um teste presencial de conhecimentos na aula subsequente. As atividades realizadas foram ponderadas na nota da primeira prova da disciplina: a nota obtida nas questões propostas pelo Objeto de Aprendizagem teve o peso de 3% e o teste presencial de conhecimentos foi ponderado com peso de 10%.

A análise de resultados considerou ainda uma subdivisão dos estudantes em dois grupos.

- **Grupo ADJ:** estudantes com nota média de curso superior ou igual a 75%. Considerados estudantes ajustados aos métodos tipicamente utilizados no curso.
- **Grupo NADJ:** estudantes com nota média de curso inferior a 75%. Grupo de interesse nos estudos voltados à redução da evasão.

Na seção 4, a seguir, serão apresentados os resultados e conclusões relacionados a este estudo de caso.



4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos no estudo de caso relatado na seção 3 acima, que investigou o impacto de uma abordagem indutiva comparativamente a uma abordagem dedutiva. A análise se concentra no subgrupo de estudantes do grupo NADJ - grupo de estudantes com nota média de curso inferior a 75%, por estarem no grupo de maior risco de evasão (40 estudantes).

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no teste presencial, realizado na semana seguinte ao acesso ao Objeto de Aprendizagem. Observa-se que os estudantes que utilizaram a versão indutiva do objeto de aprendizagem obtiveram (IND) uma nota superior à média dos estudantes que utilizaram a versão dedutiva do objeto (DED) - *effect size* de 0.33.

Tabela 1. Resultados obtidos no teste presencial de conhecimentos

	Desempenho	
	IND	DED
Média	7,2	6,4
Desvio Padrão	2,5	2,6

A Tabela 2 a seguir mostra os resultados obtidos na resolução das questões propostas no Objeto de Aprendizagem. Observa-se que, comparativamente aos resultados do teste presencial, há uma inversão de efeito, constatando-se que o desempenho médio dos estudantes do grupo IND foi inferior ao dos estudantes do grupo DED (*effect size* de -0,65).

Tabela 2. Resultados obtidos nas questões propostas pelo Objeto de Aprendizagem

	Questões OA	
	IND	DED
Média	6,2	8,1
Desvio Padrão	3,2	2,8

Embora aparentemente contraditórios, os resultados encontrados são coerentes com algumas hipóteses e premissas utilizadas no desenvolvimento da metodologia em desenvolvimento. Primeiramente, é natural que o desempenho dos estudantes que responderam as questões imediatamente após a exposição de conceitos e algoritmos seja superior ao desempenho daqueles que respondem às questões antes desta exposição. Isto é, procede a argumentação dos estudantes que alegaram que sua nota no objeto de aprendizagem foi prejudicada porque a questão foi apresentada antes da exposição dos conceitos. Por outro lado, o propósito de inclusão desta questão é estimular a reflexão da qual decorre o aprendizado profundo, e não avaliar se o estudante alcançou os objetivos educacionais propostos. Por que então incluí-la no sistema de avaliação da disciplina causando uma distorção do sistema de avaliação? Porque muitos alunos somente realizam o esforço de aprendizagem profunda quando isto é exigido no sistema de avaliação! Conforme constatado nos estudos de caso anteriores (apresentados na

seção 2), os índices de frequência praticamente dobraram quando as atividades passaram a ser avaliadas.

Por outro lado, os resultados apurados no teste presencial realizado na semana seguinte ao acesso aos OAs expressam com maior propriedade a proporção em que os objetivos educacionais foram alcançados e sinalizam no sentido de que o método indutivo possui um maior potencial de aprendizado significativo.

O método de ensino e aprendizagem investigado necessita ainda de investigações complementares e aperfeiçoamentos que permitam generalizar o potencial constatado nos estudos de caso. Deve-se investigar se os resultados da substituição de uma única aula expositiva por um Objeto de Aprendizagem autônoma se sustentarão numa condição em que várias aulas sejam substituídas por diferentes Objetos de Aprendizagem o que permitirá aumentar o universo amostral. Manifestações de alunos nas pesquisas de opinião realizadas após os estudos de caso mostraram preocupação que a adoção deste método possa dificultar o acesso ao docente caso adotado em mais larga escala, impondo que sejam especificados e divulgados os processos de interação docente-discente e discente-discente nestas condições de uso mais amplo de uso de tecnologia e aprendizado autônomo, de forma a proporcionar também um espaço de aprendizado social.

As distorções no sistema de avaliação decorrentes do uso da nota como fator motivacional podem facilmente ser corrigidas mediante a adoção de um sistema de avaliação baseado em notas relativas ao desempenho histórico médio na disciplina.

Finalmente, cabe lembrar que a iniciativa e a autonomia para o aprendizado são competências essenciais para os engenheiros, havendo necessidade da adoção de metodologias que facilitem a transição entre um perfil de calouro acostumado a aprender sob a tutela de um professor e o perfil desejado do concluinte, que deve caracterizar-se pela sua capacidade de liderar equipes e aprender como autodidata.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL. **Engenheiros estão em falta no mercado**. 2009. Disponível em: http://www.abril.com.br/noticia/estilo/no_297271.shtml. acesso em 1/8/2012.

BADDELEY, A. D. Working memory. **Current Biology**, v.23 (4), p.136-140, 2010.

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.

AUSUBEL, D P, NOVAK J D, HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro : Interamericana, 1978.

BAETEN M, KYNDT E, STRUYVEN K, DOCHY F. Using student-centered learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. **Educational Research Review**. v 5, p 243-260, 2110.

BIGGS, J. Enhancing learning: A matter of style or approach? In R. J. Sternberg & L.EZhang (Eds.), **Perspectives on thinking, learning and cognitive styles**. Mahwah, NJ: Erlbaum. 2001.

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: **Congresso Internacional de Informática Educativa** (2012 dez. 5-7): Santiago, Chile). Anais. 2012.

CANTO, A B; LODER, L L. Engenheiros: quantidade X qualidade. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia** (38. : 2010 set. 12-15 : Fortaleza, CE). Anais [recurso eletrônico]. Brasília, DF : ABENGE, 2010. Trab. 596 (1 arquivo .pdf : 40,8 KB), [5] f. , il.

CLARK, R. C.; MAYER, R. E. E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. Sand Francisco: Pfeiffer, 2.ed. 2008.

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

EPOCA. **Falta de engenheiros no Brasil pode causar atrasos nas obras do PAC, Copa e Olimpíadas**. 2011. Disponível em: <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI213475-15228,00.html>. acesso em 1/8/2012.

ENTWISTLE, N. J., MCCUNE, V. & WALKER, P. Conceptions, styles and approaches within higher education: analytical abstractions and everyday experience, in: Sternberg and Zhang (Eds) **Perspectives on cognitive, learning and thinking styles**. New York, Lawrence Erlbaum Associates), 103–136. (2001)

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.

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

GAGNÉ, R. **Instructional technology foundations**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc, 1987.

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.

HEIKKILÄ, A., NIEMIVIRTA M., NIEMINEN J. LONKA, K. Interrelations among university students' approaches to learning, regulation of learning, and cognitive and attributional strategies: a person oriented approach. **Higher Education**, 61 (5), 513–529. 2011.

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

IG. **Falta de engenheiros aumenta importação de mão de obra.** 2010. Disponível em: <http://economia.ig.com.br/falta-de-engenheiros-aumenta-importacao-de-mao-de-obra/n1237753706634.html>. acesso em 1/8/2012.

IPEA. **Falta de engenheiros afeta inovação no país.** 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1635. acesso em 1/8/2012.

KINDT E et AL. The direct and indirect effect of motivation for learning on students' approaches to learning through the perceptions of workload and task complexity. **Higher Education Research & Development**, [n.l.], v. 30, p. 135–150, 2011

LODER, L. L. **Engenheiro em formação: O sujeito da aprendizagem e a construção do conhecimento em engenharia elétrica.** Porto Alegre: UFRGS, 2009. 320f. + Anexos. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009a.

LODER L. L. O aluno de engenharia elétrica: algumas considerações sobre suas expectativas, competências e trajetórias escolares. In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Recife, 2009b.

LOW, R.; SWELLER, J. The modality principle in multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. New York: Cambridge University Press, p. 147–158, 2005.

MARTON, F., AND R. SÄLJÖ, Approaches to Learning, in F. Marton, D. Hounsell, and N. Entwistle, eds.. **The Experience of Learning**, 2a ed., Edinburgh: Scottish Academic Press, 1997.

MAYER, R. E. Introduction to Multimedia Learning. In: MAYER, R. E. (Ed.). **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. New York: Cambridge University Press, 2005.

MORENO, R.; MAYER R. Interactive multimodal learning environments. **Educational Psychology Review**, [n.l.], v. 19, p. 309–326, 2007

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**. 12, 257-285, 1988.

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

RYAN R. M, DECI E. L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **Am Psychol**. 55: 68–78, 2000

VAN MERRIENBOER, J. J. G; SWELLER, J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. **Medical Education**, 44:85-93, 2010.

TECNOLOGIA, DISCOVERY AND RECEPTION – A CASE STUDY

***Abstract:** The possibility of a reduction of the current economic growth due to lack of engineers has led to investments in new schools and to an increase in the number of vacancies in engineering courses. An alternative to the high cost of creating new*



vacancies is to improve the efficiency of the current system through initiatives that will increase the ratio of graduates to entrants without loss of quality in education. Although the receptive learning methods are the most efficient in terms of addressing the necessary volume of content, this option has been proved to be ineffective for students who do not have the required cognitive maturity. On the other hand, although the learning through discovery method can be more efficient in terms of students who achieve educational goals, it demands more time, space and effort of teaching, therefore it is economically less efficient. This paper presents a case study that investigated the potential use of learning objects as a resource capable of introducing elements of discovery learning that will enhance learning without compromising on the teaching hours or the concepts covered. The study showed that the use of Information and Communication Technology allows large-scale procedures that are only possible in individual tutoring, presenting results closest to this high effective teaching alternative.

Key-words: *learning object, meaningful learning, discovery learning, motivation*