METODOLOGIAS E PRÁTICAS DE ENSINO APLICADAS AO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE ALUNOS DE PROJETOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Simone Borges Simão Monteiro – simoneborges@unb.br
João Carlos Félix de Sousa – jocafs@unb.br
Márcia Longen Zindel – marcialz@unb.br
Filipe Henrique S. Santos - filipe.santos@cts-tec.com.br
Marcelo A. Vilhena - marcelovilhena@aluno.unb.br
Marco Antônio Bittencourt Kling – marco.kling@gmail.com
Universidade de Brasília, Núcleo de Engenharia de Produção, Faculdade de Tecnologia-FT
Campus Universitário Darcy Ribeiro
CEP 70910-900 – Brasília – DF

Edgard Costa Oliveira – ecosta@unb.br
Universidade de Brasília, Faculdade de Engenharia UnB Gama
Área Especial 02 Lote 14 Setor Central Gama - DF
Caixa postal 8114 - CEP 72405-610

Resumo: *O objetivo deste artigo é realizar um estudo profundo das diversas metodologias inovadoras de ensino em engenharia adotadas atualmente no contexto acadêmico mundial, tendo em vista a constante valorização de competências transversais no perfil de um engenheiro pelo mercado. Em seguida, é realizado um estudo sobre a proposta inovadora do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília que, utilizando-se da metodologia do PjBL (Project-Based Learning), busca promover um desenvolvimento das competências técnicas e transversais, alinhado ao aprimoramento da capacidade de gerenciamento de projetos, por meio das disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção (PSPs). No final deste estudo é feita uma análise estatística dos feedbacks recebidos por alunos da disciplina, tendo como base, o contraste entre as expectativas de cada um no início do curso e as opiniões construídas ao seu final, visando, dessa forma, coletar sugestões para a manutenção do ciclo de melhoria contínua do processo de ensino e aprendizagem na educação em engenharia.*

Palavras-chave: *Project-Based Learning, Engenharia de Produção, Gerenciamento de Projetos.*

1. INTRODUÇÃO

O currículo do engenheiro do século XX é historicamente voltado para a aquisição de conhecimentos técnicos e direcionado para área de atuação específicas das engenharias. Com a superespecialização de áreas das engenharias e novas abordagens metodológicas de ensino, o currículo do engenheiro do século XXI se aperfeiçoou. Hoje o enfoque está no estudante que deve desenvolver além dos conhecimentos técnicos básicos de sua área de especialidade, outras habilidades e competências como trabalho em grupo, liderança, comunicação, iniciativa, auto-didatismo, adaptabilidade, efetividade, profissionalismo, capacidade de

gerenciamento e habilidades cognitivas (COSTA et al., 2010).

O aperfeiçoamento das tecnologias desenvolvidas pelas empresas tem sido cada vez maior e mais constantes, o que demanda uma atualização crescente dos engenheiros no que diz respeito ao atendimento as demandas do mercado e técnicas para alcance de resultados.

Em face dessa nova realidade, percebe-se que o currículo do engenheiro deve ser flexível, no sentido de que gestores de educação possam oferecer aos alunos opções para cursar disciplinas que estejam de acordo com o perfil desejado pelas empresas.

Na busca por essa flexibilidade curricular, o curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília, UnB busca oferecer um currículo inovador, que possibilita aos alunos de engenharia de produção optarem por cursar disciplinas que vão ao encontro do que o mercado de trabalho solicita, assim como desenvolverem competências técnicas, além das competências transversais ao profissional de engenharia, em especial a gestão de projetos.

Nesse artigo apresentamos algumas metodologias e práticas de ensino em engenharia, ressaltando a abordagem PjBL, utilizadas como referência para o desenho pedagógico do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília, das disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção. Apresentamos uma análise da expectativa dos alunos e também da percepção deles com relação à aplicação da disciplina de Projeto de Sistema de Produção 1. Este estudo tem como objetivo identificar aspectos que precisam ser ajustados, melhorados ou enfatizados, para aperfeiçoar a aplicação das edições seguintes da disciplina as quais são obrigatórias e ofertadas aos estudantes ao longo de 7 semestres do curso de Engenharia de Produção.

2. METODOLOGIAS E PRÁTICAS DE ENSINO EM ENGENHARIA

Nos cursos de ciências exatas no Brasil é comum haver a departamentalização, isto é, a divisão das diversas áreas do conhecimento em conteúdos distintos. Tal processo promove uma segmentação das diversas áreas de ensino e, consequentemente, o conhecimento se torna um conjunto de informações desconexas, que não contribuem para o processo de ensino e aprendizagem (NASCIMENTO PINTO, 2002).

Percebe-se que, essa fragmentação do conhecimento ocorre também nos cursos de engenharia e influencia negativamente a formação do futuro profissional, pois, o conhecimento é adquirido de forma fragmentada e os alunos não desenvolvem a capacidade de realizar importantes associações no mundo real.

Em decorrência disso, novas metodologias de aprendizagem tornaram-se objeto de estudo e pesquisas para muitas instituições educacionais em todo o mundo. Os educadores estão preocupados com os métodos tradicionais, pois, constatam que os alunos são agentes passivos do processo de ensino-aprendizagem e a retenção de conhecimento é baixa. Assim, várias propostas de modelos inovadores de ensino-aprendizagem surgiram como será demonstrado a seguir.

2.1 Discovery Learning

O *Discovery Learning* é uma metodologia de ensino inovadora cujo princípio se concentra em estimular os estudantes a buscar respostas e caminhos relacionados a problemas previamente fornecidos. Nesta metodologia, os alunos recebem questões, dados ou problemas para os quais devem descobrir suas possíveis respostas e soluções, adquirindo e alinhando o aprendizado conceitual ao prático durante este processo (BRUNER, 1961).

Um dos principais desafios referentes à aplicação desta metodologia no ensino de graduação está relacionado à dificuldade existente em se conseguir abranger, com qualidade,

todos os assuntos necessários para este tipo de formação, considerando o tempo e esforço exigidos pelo método. Neste sentido, segundo Spencer e Jordan (1996), uma solução para este problema é a adoção de um tutor responsável por guiar os alunos em suas buscas e soluções, servindo como suporte e garantindo que os objetivos de aprendizado sejam alcançados.

Os resultados obtidos por esta metodologia comprovam uma maior capacidade de consolidar princípios previamente formados, transformando-os em novos conhecimentos práticos. De acordo com Singer e Pease (1978), a efetividade da metodologia *discovery learning* é superior à dos métodos de aprendizagem tradicionais quando o conhecimento formado é obtido por meio do desenvolvimento de habilidades já pertencentes ao perfil do estudante.

Portanto, conclui-se que a aplicação da metodologia *discovery learning*, em casos específicos, é extremamente válida, agregando valor ao aluno e otimizando o seu processo de aprendizagem.

2.2 Inquiry Learning

O *Inquiry Learning*, *Inquiry-Based Learning* ou *Inquiry Instruction* é uma metodologia construtivista de ensino ativo onde a curiosidade é o motor propulsor do aprendizado. Banchi e Bell (2008) descrevem quatro níveis desta metodologia, a serem implementados de acordo com o conhecimento e a maturidade dos estudantes. O primeiro nível, indicado para índices menores de conhecimento ou maturidade, nomeado Confirmação, consiste em prover os alunos tanto com a pergunta quanto com o procedimento, e esperar que eles alcancem uma resposta previamente conhecida. Este nível é indicado para reafirmar um conteúdo anteriormente abordado, para estimular o aluno a aprender a pesquisar ou ainda para que o aluno pratique uma habilidade da pesquisa, como a coleta de dados. No segundo, chamado Estruturado, as perguntas e procedimentos ainda são fornecidos, no entanto, a resposta não é conhecida, os alunos devem gerar uma hipótese embasada pelas pesquisas realizadas. O terceiro nível, denominado Guiado, o professor provê apenas as perguntas e os alunos devem desenvolver, além da pesquisa e do levantamento da hipótese, o método para teste desta e a explicação dos resultados obtidos. Deve-se ressaltar que apesar de o professor deixar que os alunos desenvolvam a pesquisa, seu papel não é passivo, mas de orientação. No nível mais elevado, chamado Aberto, os alunos devem atuar como pesquisadores: elaborar as perguntas, buscar informações relevantes, obter dados, levantar a hipótese e defende-la. Este último com experiência cognitiva mais relevante.

2.3 Case-Based Learning e Just-in-time Teaching - JiTT

Casos são problemas complexos, baseados em fatos e escritos de forma a estimular os alunos à discussão em sala e a uma análise colaborativa. Nesse sentido, o *Case-Based Learning* (CBL) ou Aprendizado Baseado em Casos é uma metodologia de ensino ativo que explora situações realísticas e específicas podendo chegar a diferentes conclusões.

Just-in-Time Teaching (JiTT) é uma estratégia de ensino e aprendizagem baseada na interação entre um ativo aprendiz e atividades de estudo baseada na *"web"*. Essa estratégia foi fruto de mais de trinta anos de experiência e pesquisa realizada pelo professor de física da Purdue University de Indianápolis (IUPUI), Gregor Novak. (ASTIN, 1993)

Juntamente com o professor assistente em IUPUI, Andrew Gavrin e a professora associada de física da academia de força aérea norte americana no Colorado, Evelyn Patterson, Novak, motivado pelo desafio de conquistar o interesse e prender a atenção de seus alunos que chegavam para uma aula de três horas a noite já cansados do trabalho resolveu

modificar os padrões de ensino quebrando o horário da aula em diversos módulos e aplicando exercícios mais interativos que exigiam dos alunos um perfil mais ativo para a solução. Os resultados convenceram Novak de que os estudantes, mesmo que adultos cansados e com outras prioridades podem e irão aprender se estiverem verdadeiramente engajados. (ROZYCKI, 1999)

A metodologia JiTT basicamente consiste em induzir o aluno a se preparar antes da aula, seja por meio de leitura, resumos ou exercícios, dessa forma o professor irá conduzir a aula de maneira adaptada às dúvidas e necessidades dos alunos, formando um ciclo de feedbacks em tempo real. Daí vem o termo (Just in Time), ou seja, toda a preparação extra-classe previamente realizada pelos alunos afetam de maneira fundamental o progresso da aula. Geralmente a preparação antes da aula bem como realização de tarefas durante a mesma, são auxiliadas por computadores em rede, com o objetivo de incentivar a participação de alunos com o perfil mais introvertido. (NOVAK *et a*l., 1999)

Portanto, de maneira simplificada e mais clara, a metodologia processual *do Just-in-time teaching* consiste em: preparação do aluno para a aula por meio de leitura ou exercícios direcionados; o aluno apresenta seus exercícios ou resumo; o professor analisa os trabalhos dos alunos e passa os *feedbacks;* professor seleciona alguns trabalhos para fazer referência durante a aula; professor utiliza algumas referências para gerar discussão construtiva sobre o material; professor desenvolve novas tarefas para a próxima aula pensando em melhor atender às necessidades e dúvidas observadas nos estudantes em função do progresso da aula.

2.4 Colaborative Learning

A Collaborative Learning ou Aprendizagem Colaborativa é uma metodologia de ensino ativo onde os alunos são dispostos em grupos para aprender uma mesma ideia. Apesar da diferença entre os alunos parecer um obstáculo, ela é justamente o fator enriquecedor, já que o confronto das percepções que enriquecerá o teor das conversas do grupo (Smith e MacGregor, 1992). Outro fator que auxilia muito neste tipo de aprendizagem é a intervenção do professor, orientando o grupo, quando percebido o aumento da dispersão (Chiu, 2004).

2.5 Cooperative Learning

O Cooperative Learning ou Aprendizagem Cooperativa se aproxima muito da Aprendizagem Colaborativa. Alguns autores colocam a primeira, inclusive como uma variante ou um caso específico da segunda. A diferença se dá apenas na distribuição dos papéis dos alunos: A Aprendizagem Colaborativa pode atribuir uma mesma tarefa a um pequeno grupo de estudantes ou até ao grupo inteiro, enquanto na Aprendizagem Cooperativa atribui-se a cada um dos participantes um papel próprio (Smith e MacGregor, 1992). A interdependência entre os alunos exigirá deles o desenvolvimento de outras competências ligadas ao trabalho em grupo.

2.6 Project-Led Education

O Project-Led Education (PLE) ou Educação Guiada por Projeto é uma metodologia de ensino ativo que pode ocorrer em três níveis, variando pelo grau de substituição das matérias de ensino tradicional. O primeiro consiste em aplicar conhecimentos e técnicas previamente conhecidas em um problema e é comumente aplicado paralelamente a uma disciplina de ensino tradicional. O segundo nível é próximo ao primeiro, mas interdisciplinar, e ocorre paralelamente a várias matérias. No último, a abordagem de projeto substitui as matérias como um todo na composição do curso (Helle, Tynjälä e Olkinuora, 2006).

2.7 Problem-Based Learning

Aprendizagem baseada em problemas (PBL) é uma metodologia de ensino na qual os alunos aprendem sobre determinado tema baseados na resolução de problemas complexos, multifacetados e realistas. É centrada em dois pontos básicos da teoria cognitiva: o trabalho em problemas importantes ou significativos, e a busca por mais informações quando é apresentada uma situação desconhecida (AUSUBEL *et al.,* 1980). A partir desta perspectiva, *feedback* e reflexão sobre o processo de aprendizagem e dinâmicas de grupo são componentes essenciais da aprendizagem baseada em problemas. Os alunos são considerados como agentes ativos que se engajam na construção do conhecimento.

O PBL auxilia nos processos de criação de sentido e construção de interpretações pessoais do mundo com base em experiências e interações. (HMELO e EVENSEN, 2000). Na aprendizagem baseada em problemas os alunos trabalham em grupos e desta forma aprendem a identificar o que já sabem e o que eles precisam saber e como e onde acessar novas informações que possam levar à resolução do problema.

Segundo Barrows (1996), as principais características da aprendizagem baseada em problemas são: (1) aprendizagem centrada no aluno; (2) aprendizagem ocorre em pequenos grupos; (3) os professores atuam como facilitadores ou tutores; (4) um problema constitui a base de foco organizado e estímulo para a aprendizagem; (5) os problemas estimulam o desenvolvimento e uso de habilidades de resolução de problemas; (6) novo conhecimento é obtido através de meios de auto-aprendizagem.

No PBL, os alunos são encorajados a assumir a responsabilidade por seu grupo e organizar e dirigir o processo de aprendizagem com o apoio de professor. O papel do professor (conhecido como o tutor na ABP) é o de facilitador da aprendizagem que fornece suporte e apoio adequados à realização das atividades. Segundo Barrett (2010), o tutor deve desenvolver a confiança nos alunos e incentivá-los a buscar novos entendimentos sobre os problemas.

Acredita-se que a resolução de casos práticos ou problemas reais facilitem o processo de aprendizagem, pois permitem mostrar ao aluno que o conteúdo teórico é importante bem como motivá-lo a trabalhar em equipe e a desenvolver um estilo próprio para a solução de problemas.

2.8 Project-Based Learning

A aprendizagem baseada em projetos (PJBL) é uma metodologia de ensino que promove a aprendizagem por meio da participação do aluno em equipes de projeto. Os projetos realizados pelos alunos implicam na resolução de problemas complexos do mundo real e geralmente variam quanto ao nível de complexidade e abrangência. Os projetos envolvem os alunos em atividades de *design*, resolução de problemas, tomada de decisão, atividades de investigação e trabalho em equipe. Oliveira e *et al*. (1998), consideram a atividade de *design* como uma atividade fundamental aos estudantes de engenharia, pois, eles devem integrar em cada novo projeto seus conhecimentos e experiências na tentativa de identificar, priorizar e corrigir problemas. Tal processo se dá através de duas etapas: a síntese e a análise; que ocorrem de forma alternada durante o desenvolvimento consciente do projeto. O processo de síntese requer cultura e maturidade para observar, relacionar e configurar. Na etapa de análise são feitos refinamentos para a situação proposta retornando-se, se for o caso para uma nova síntese. (OLIVEIRA e *et al*., 1998).

Segundo Tarricone e Luca (2002), os atributos mais importantes para o sucesso de uma equipe de projeto consiste em: 1) compromisso com o sucesso da equipe e compartilhar

objetivos; 2) interdependência, 3) competências interpessoais, 4) comunicação aberta e *feedback* positivo; 5) a composição da equipe apropriada; 6) compromisso com a processos de equipe, liderança e responsabilidade.

Todavia, acredita-se que os maiores benefícios para os alunos com a utilização de desse tipo de metodologia sejam:

- aumento da frequência do aluno em sala de aula, crescimento da auto-suficiência do aluno e melhoria da aprendizagem. (THOMAS, 2000).

- ganhos acadêmicos iguais ou melhores que aqueles obtidos por outros modelos, com alunos envolvidos em projetos e assumem maior responsabilidade pela sua própria aprendizagem que durante atividades mais tradicionais de sala de aula. (BOALER, 1997).

- oportunidades para desenvolver habilidades complexas, tais como o pensamento racional, a resolução de problemas, colaboração e comunicação. (RAILSBACK, J. 2002).

- acesso a uma gama mais ampla de oportunidades de aprendizagem em sala de aula, proporcionando uma estratégia para envolver os alunos culturalmente diversos (RAILSBACK, 2002).

Conforme WIJNEN (1999), a aprendizagem baseada em projetos pode ser caracterizada como: integradora, indo além das disciplinas convencionais, cooperativa (trabalho em equipe), orientada à prática (*hands on*) e às competências, multidisciplinar, criativa, motivadora.

Baseado na concepção metodológica de Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Projetos, o currículo do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília é centrado na atividade de projeto, como será demonstrado a seguir.

3. METODOLOGIA PjBL APLICADA AO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

O curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília (UnB) apresenta em seu currículo um conjunto de sete disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção (PSP) que aplicam a metodologia PjBL. O processo é composto de 7 PSP e cada PSP está vinculado a uma ou mais disciplinas âncoras, que são as disciplinas de conteúdo técnico e a base do desenvolvimento do projeto, como por exemplo: sistemas de informação, engenharia econômica, etc. A proposta desse novo currículo é que o aluno adquira conhecimentos técnicos, em gestão de projetos e desenvolva habilidades transversais com a prática de execução de cada projeto, e que o aprendizado se torne cada vez mais efetivo em função do grau de dificuldade dos mesmos. A figura 1 ilustra o nível de aprendizagem desejado para o aluno no processo de aprendizagem dos PSPs.

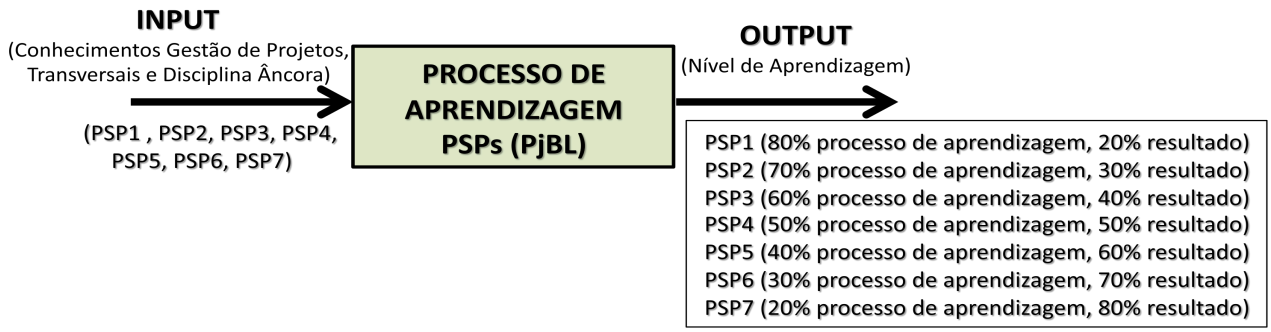

Figura 1: Processo de Aprendizagem dos PSPs por meio da abordagem PjBL

O conceito do processo de aprendizagem é de que na medida em que os alunos cursem as disciplinas de PSP, eles assimilem gradativamente o processo de aprendizagem. Na disciplina de PSP1, a avaliação do processo de aprendizagem representa 80% da composição da nota e o resultado em si do projeto, representa apenas 20%, pois, como é o primeiro contato do aluno com a disciplina, ele apenas irá iniciar o processo de aprendizagem. A expectativa é de que após o aluno cursar a disciplina de PSP7 (última do conteúdo de disciplinas de projetos), ele apresente competência em gestão de projetos devido ter desenvolvido essa habilidade durante 6 semestres, portanto, o peso maior da avaliação será no resultado (80%), pois o processo de aprendizagem (20%) já foi assimilado por ele nas 6 edições anteriores da disciplina de PSP.

As disciplinas de PSP estão estruturadas em professores orientadores dos projetos, e professores especialistas em conhecimento técnico (disciplina âncora), em metodologia de projeto, e em conhecimentos transversais. Além da aquisição de conhecimento dos conteúdos técnicos, propõe-se a aquisição de conhecimentos transversais que podem ser viabilizados pela utilização dos princípios, métodos e técnicas de trabalho em equipe, gestão de projetos e sustentabilidade, e são orientadas para serem incorporadas às soluções propostas. A seguir apresentamos uma pesquisa que foi realizada aos alunos de Projeto de Sistemas de Produção 1, a fim de identificar se suas expectativas estão sendo atendidas com a utilização do PjBL.

4. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO PRIMEIRO PSP

A comparação e identificação das expectativas dos alunos com o resultado efetivo da aplicação do modelo de ensino PjBL na disciplina de PSP1, foram realizadas utilizando-se o modelo de análise multicritério, denominado *Multicriteria Decision Aid* (Metodologia de Multicritério de Apoio à Decisão – MCDA). Os métodos de pesquisa utilizados foram o indutivo e o dedutivo. O indutivo no sentido de que os pesquisadores passaram a identificar as variáveis utilizadas para avaliar a expectativa dos alunos com relação à primeira disciplina PSP1 e o dedutivo na fase de avaliação do modelo, pois o pesquisador tem uma resposta para a questão de pesquisa e pretende confirmá-la e por esse motivo utilizamos o MCDA como ferramenta para tal finalidade (ENSSLIN; MONTIBELLER & NORONHA, 2001).

4.1. Procedimentos para construção do modelo de avaliação

A metodologia se divide em três fases: (i) fase da estruturação, identificação dos critérios avaliativos; (ii) fase da avaliação: (a) mensuração dos critérios (peso ou taxa de substituição); (b) avaliação das alternativas em relação às expectativas dos alunos do PSP1 (etapa 1), bem como da avaliação feita por eles após a participação no curso (etapa 2), conforme o modelo de Bana e Costa & Vasnick, 1997 e, finalmente, (iii) fase de comparação e elaboração de recomendações, que consiste em estratégias para identificar, analisar e, caso necessário, propor modificações e adaptações no novo modelo de aprendizagem PjBL implementado.

4.2. Análise Comparativa entre as Expectativas e a Participação dos alunos na disciplina PSP1

Na fase de estruturação da pesquisa identificamos cinco critérios de avaliação e cinco subcritérios. Os critérios e os sub-critérios possuem estrutura hierárquica e são denominados, na metodologia MCDA, de Árvore de Pontos de Vista (BANA e COSTA & SILVA, 1999), ou Estrutura Hierárquica de Valores (KEENEY, 1992). A figura 2 apresenta a Estrutura Hierárquica de Valor, identificada por especialistas e decisores do modelo PSP.

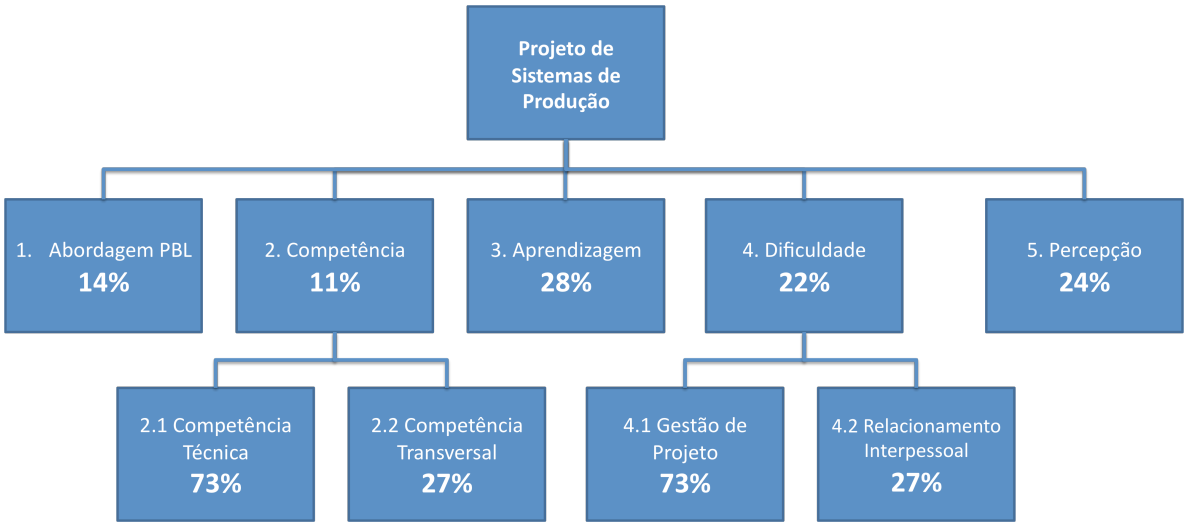

Figura 2: Estrutura Hierárquica de Valor

O quadro 1 descreve os critérios com seus respectivos subcritérios adotados para avaliar as expectativas (etapa 1) e opiniões (etapa 2) dos alunos que cursaram a disciplina PSP1 no segundo semestre de 2011.

Tabela 1: Descrição dos critérios e subcritérios analisados.

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO	SUBCRITÉRIOS	DESCRIÇÃO
1. Abordagem PBL	Ênfase do trabalho em equipe, da resolução de problemas e da arti culação teoria e práti ca	-	-
2. Competência	Conhecimento teórico e habilidade de cumprir metas	2.1 Competência Técnica	**Conhecimento de estatí sti ca básica**
		2.2 Competência Transversal	**Respeito às diferenças culturais e sociais de cada membro do grupo**
3. Aprendizagem	Aprendizagem centrada no aluno	-	-
4. Difi culdade	Difi culdades encontradas com relação à gestão de projeto e relacionamento interpessoal	4.1 Gestão de Projeto	**Cumprimento das metas estabelecidas pela equipe**
		4.2 Relacionamento Interpessoal	**Aprendizado da gestão de confl itos**
5. Percepção	Percepção do Aluno com relação ao seu desenvolvimento na disciplina		

4.3. Análise dos Dados

Conforme a avaliação realizada junto aos alunos, por meio da utilização do modelo AHP (SAATY, 1980), os critérios obtiveram os seguintes pesos, por ordem decrescente: "Aprendizagem" = 28%; "Percepção" = 24%; "Dificuldade" = 22%; "Abordagem PjBL" = 14% e "Competência" = 11%. Para o questionário e avaliações das etapas 1 e 2 foram entrevistados 22 alunos na etapa inicial e, destes, apenas 16 alunos responderam a etapa 2. O resultado consolidado da avaliação é ilustrado no quadro 2.

Tabela 2: Consolidação da pesquisa de expectativas dos alunos na disciplina PSP1

Critérios	Pesos %	Média Etapa1 %	Média Etapa2 %	Desvio-padrão residual %	Diferença das Médias %
Abordagem PjBL	14	81	58	31	23
Competência Técnica	8	77	46	58	31
Competência Transversal	3	79	56	39	23
Aprendizagem	28	85	60	40	25
Dificuldade GP	16	60	50	41	10
Dificuldade RI	6	77	69	34	8
Percepção	24	71	67	36	4
Geral	100	73	57	25	16

Após o preenchimento dos questionários, calcularam-se as médias dos resultados de cada etapa para que fosse possível a comparação nas duas fases da pesquisa, ou seja, comparação e análise da média das percepções (etapa 1) com a média do resultado percebido após o aprendizado (etapa 2). O desvio padrão residual expressa a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre as médias das duas avaliações. Em termos matemáticos calcula-se a raiz quadrada do somatório representado abaixo:

$$\Sigma[(\text{média etapa 1}) - (\text{média etapa 2})]2 \,/15$$

Embora o modelo seja enviesado, pois utiliza de médias para o cálculo da variância, optou-se por dividir por n-1 para melhor acurácia dos resultados. A variância residual auxilia na análise da medida de diferença significativa, ou não significativa, das avaliações das duas etapas. O que se pode concluir é que em todos os critérios essa diferença foi significativa. Mesmo com a aplicação de um simples teste de hipóteses (teste t de student para duas médias) para cada critério com n-1 graus de liberdade, pode-se concluir que as amostras (ou as respostas dos dois questionários) são diferentes, caracterizando mudança substancial nas opiniões.

Na análise dos resultados, percebe-se que os critérios de maior expectativa para os alunos foram “Abordagem PjBL” e “Aprendizagem” com 81% e 85% de expectativa positiva, respectivamente. Este último critério foi considerado como o de maior importância pelos aplicadores do modelo. No entanto, da mesma forma que os demais itens, o critério resultou em indicadores fracos na segunda etapa. Os resultados com relação à “Abordagem PjBL” e à “Aprendizagem” foram muito abaixo das expectativas, com valores de 58% e 60%, respectivamente.

O critério de maior variância residual foi o de “Competência Técnica” (58%) e com maior diferença nas médias (31%). Na realidade, o modelo foi concebido com a intenção de, nos primeiros PSPs, o item ter baixa prioridade (8%). Pretende-se que os conhecimentos de aplicação e desenvolvimento de projetos, trabalho em equipe e proatividade dos alunos seja a motivação dessa abordagem. A “Competência Técnica”, embora importante, nessa fase seria um item de interesse residual.

O único critério que ficou mais próximo das expectativas iniciais foi o último critério que expressa a “Percepção” do aluno com seu próprio desenvolvimento (71% na primeira etapa e 67% na segunda) com diferença nas médias de 4%. Registra-se que, nesse caso, foi o critério que apresentou individualmente maior diferença positiva, ou seja, muitos alunos perceberam seu desenvolvimento individual na disciplina melhor do que esperavam. Em vista

disso, o resultado de sua variância residual também foi grande (36%). Como, nesse caso, é um processo de auto-avaliação os resultados eram esperados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de engenharia nos dias atuais precisa estar embasado em metodologias e práticas que considerem os novos desafios do engenheiro moderno, o qual deverá atender às demandas de mercado, assim como um perfil dinâmico e empreendedor para atuar problemas cujas soluções baseiam-se em projetos. Este trabalho apresentou um conjunto de metodologias que contribuem fortemente para o aprimoramento da dinâmica de ensino e aprendizagem na educação tecnológica. É fundamental que o curriculum dos cursos de engenharia sejam adaptados para refletir a identificação e desenvolvimento de aspectos profissionais específicos, como por exemplo habilidades relacionadas às competências técnicas e especializadas, assim como às competências transversais, de gestão de projetos e de relacionamento interpessoal.

É de grande importância que os estudantes de projetos de sistemas de produção tenham consciência das habilidades e expectativas desenvolvidas no decorrer da disciplina. Neste estudo realizado com alunos da disciplina de Projetos de Sistemas de Produção da Universidade de Brasília, demonstramos que as habilidades mais relevantes e que os alunos possuem consciência, em especial a percepção do próprio desenvolvimento do aluno, referem-se aos critérios de maior expectativa para os mesmos: "Abordagem PjBL" e "Aprendizagem" com 81% e 85% de expectativa. Os resultados referentes à "Percepção" do aluno com seu próprio desenvolvimento foi de 71% na primeira etapa e de 67% na segunda fase.

Com relação ao modelo utilizado para identificação do atendimento às expectativas dos alunos com relação à disciplina de PSP1, o que se pode concluir é que a forma de operacionalizar o modelo deve ser revista incrementada, o que já está sendo feito, principalmente nos critérios com pesos maiores e com grande diferença nas avaliações das fases subseqüentes.

Outro aspecto importante a destacar é que as avaliações individuais de maior diferença entre as fases foram registradas por alunos de médio a fraco desempenho na disciplina. Esse aspecto é a sugestão de análise comparativa a ser feita para o próximo trabalho. No entanto, destacamos a importância de se aprofundarem estudos relacionados à percepção dos alunos com relação às habilidades e competências inerentes à atuação do estudante de engenharia durante o aprendizado em gerenciamento de projetos de sistemas de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. **Science and Children**, 46(2), p. 26-29, October 2008.

BARRETT, T. The problem-based learning process as finding and being in flow. **Innovations in Education & Teaching International,** 47(2), p. 165-174, 2010.

BARROWS, H.S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In Wilkerson, L & Gijselaers, W.H. (eds). **New directions for teaching and learning, no.68.**

Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice, San Francisco: Jossey –Bass, 1996.

BOALER, J. Mathematics for the moment, or the millennium? **Education Week,** 1997.

BRUNER, J.S., The Act of Discovery. **Harvard Educational Review**, Vol. 31, No. 1, 1961.
CHIU, M. M. Adapting teacher interventions to student needs during cooperative learning. **American Educational Research Journal**, 41, p. 365-399, 2004.

COSTA, A. L. M.; RIFFEL, D.B.; BEZERRA, E.C. Um currículo de engenharia para o século. **Anais XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Fortaleza: 2010.

HELLE, L., TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. Project-based learning in post-secondary education. Theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education** 51(2). pg. 287-314, 2006.

HMELO, C.E.; EVENSEN, D.H. Problem-based learning: Gaining insights on learning interactions through multiple methods of inquiry. In Evenson, D.H. & Hmelo, C.E. (eds). **Problem-Based Learning: A Research perspective on learning interactions,** pg. 1-18, 2010.

HMELO-SILVER, C.E. Problem-based learning: What and How Do Students Learn? **Educational Psychology Review,** pg. 16(3), 2004.

NASCIMENTO PINTO, D. P. **Educação em Engenharia-Metodologia** . SãoPaulo: Editora Mackenzie, 2002.

NOVAK, G. M.; MIDDENDORF, J. WHAT WORKS - A PEDAGOGY JUST-IN-TIME TEACHING. Volume IV: What works, what matters, what lasts. Disponível em: http://www.pkal.org/template2.cfm?c_id=1316. Acesso em: 07 maio. 2012. © Copyright 2004 - Project Kaleidoscope.

OLIVEIRA, Vanderli Fava. **Teoria, prática e contexto no curso de engenharia** .São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

OLIVEIRA, V. F.; BORGES, M. M. e NAVIERO, R. M. The improvement of the learning process of basic disciplines at the engineering design. In: Proccedings of **ICEE98 – International Conference on Engineer Education**, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.

TARRICONE, P; J. LUCA. Successful teamwork: A case study, in Quality Conversations, Proceedings of the 25th **HERDSA Annual Conference**, Perth, Western Australia, 7-10 July 2002, pp 640.

RAILSBACK, J. Project-based instruction: Creating excitement for learning. Portland, OR: **Northwest Regional Educational Laboratory**, 2002.

ROZYCKI, W. Just-in-Time Teaching. **Research & Creative Activity**, 1999 Volume XXII Number 1, Indiana University, April, 1999.

SCHMIDT G., ROTGANS J.; YEW, E. (2011). The process of problem-based learning: what works and why. **Medical Education**, vol. 5, pg. 792-806, 2011.

SINGER, R. ; PEASE, D. Effect of Guided vs. Discovery Learning Strategies on Initial Motor Task Learning, Transfer and Retention. **The Research Quarterly**, vol. 49, No. 2, pg. 206-220, 1978.

SMITH, B. L.; MACGREGOR, J. T. What Is Collaborative Learning? National Center on Postsecondary Teaching, **Learning, and Assessment at Pennsylvania**. State University, 1992.

SPENCER, J.A.; JORDAN, R.K.. Learner-Centred Approaches in Medical Education. BMJ **British Medical Journal, v**ol. 313, pp. 275–283, 1996.

THOMAS, J.W. **A Review of Research on Project-based Learning.** San Rafael, CA: Autodesk.2000.

WIJNEN, W.H.F.W. **Towards Design-Based Learning.** Brochure, Educational Service Centre of Technische Universiteit Eindhoven, 2000

TEACHING METHODS AND PRACTICES USED IN THE PRODUCTION ENGINEERING UNDERGRADUATE COURSE: STUDENTS PERCEPTION ANALYSIS OF PRODUCTION SYSTEMS PROJECT AT UNIVERSITY OF BRASILIA

Abstract: *The objective of this paper is to conduct an in-depth study addressing distinct innovative engineering teaching methodologies, adopted by the academic world, due to the fact that interpersonal skills is increasingly valued nowadays in the engineer profile in the market. Therefore a study about the innovative proposal of the Production Engineering course at the University of Brasilia was performed. The course applies the PjBL (Project Based Learning) methodology in order to foster the development of the technical knowledge and the interpersonal skills, aligned to the improvement of the project management capabilities, through the disciplines of Project of Production Systems (PSPs).The aim of this study includes an statistical analysis contrasting the expectations of the students before the beginning of the course with their opinion thereafter, in order to maintain a continuous improvement cycle of the teaching and learning process within engineering education.*

Keywords*: Project-Based Learning, Production Engineering, Project Management.*