

METODOLOGIA DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO APLICADA AOS PROJETOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE DE BRASILIA

Simone B. S. Monteiro – simoneborges@unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Núcleo de Engenharia de Produção
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 Brasília, Brasil

João Carlos F. Sousa – jocafs@unb.br

André Luiz Aquere – andre@unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 Brasília, Brasil

Rodrigo V.G. Vianna – rodrigovgvianna@aluno.unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Núcleo de Engenharia de Produção
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 Brasília, Brasil

Ana Luisa D. Ribeiro – ana.ribeiro@aluno.unb.br

Marco A. B. Kling – marco.kling@gmail.com

Edgard C. Oliveira – ecosta@unb.br

Universidade de Brasília, Faculdade UnB Gama, Engenharia de Software
Área Especial de Indústria Projeção A Brasília
72.444-240 - Gama - Setor Leste - DF

Resumo: *A Universidade de Brasília adotou a Abordagem Baseada em Projeto (PBL) nas disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção (PSP) do curso de Engenharia de Produção. A avaliação das competências desenvolvidas pelos alunos durante o PSP é baseado em uma metodologia desenvolvida a partir de uma árvore de decisão que contém as habilidades essenciais desejados para o desenvolvimento de um Engenheiro de Produção. A árvore tem dois macro critérios que são as Competências Técnicas - subdivididas em Gestão de Projetos e Disciplina Âncora - e Competências Transversais. Este artigo tem como objetivo apresentar e detalhar a evolução desta metodologia de avaliação baseada tanto no desenvolvimento de critérios mensuráveis de competências técnicas quanto nos estudos de Bloom e Krathwohl. A metodologia proposta garante avaliar o conhecimento técnico dos alunos de uma forma completa e detalhada, permitindo não só verificar o desempenho dos alunos, como também monitorar seu progresso ao longo das disciplinas de projeto.*

Palavras-chave: Engenharia de produção, Aprendizagem baseada em projeto, PBL, Competências em engenharia.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas recentes têm demonstrado a preocupação das universidades com relação aos métodos de ensino em engenharia. As lacunas nos métodos de ensino tradicionais têm causado mudanças no currículo de engenharia. Muitas universidades desenvolvem práticas de ensino de aprendizagem ativa, resultando em uma maior satisfação do aluno e um processo de aprendizagem mais eficiente. A maioria dessas práticas está relacionada com o desenvolvimento de projetos. A aprendizagem ativa requer que os estudantes façam mais do que simplesmente assistir, ouvir ou tomar notas do conteúdo abordado pelo professor em sala de aula. Alguns desses métodos podem ser descritos como pedir aos alunos para explicar um conceito complexo, responder a uma pergunta, desenhar um fluxo de trabalho, resolver um pequeno problema, responder a um estudo de caso, etc. Esses métodos conduzem os alunos a pensar e encontrar uma resposta rápida às questões.

De acordo com Guerra e Kolmos (2011), vários modelos de aprendizagem ativa com base em projetos estão sendo desenvolvidos através de experiências relatadas e pesquisas realizadas em várias universidades. A utilização do Currículo *Problem Based Learning* (PBL) no ensino superior têm mostrado uma maior satisfação e motivação dos alunos com relação ao processo de aprendizagem; autoconfiança nas habilidades profissionais; melhor preparação para o mercado de trabalho; e, além disso, desenvolve mais competências profissionais quando comparadas com aquelas provenientes da aprendizagem tradicional.

A abordagem PBL tem sido utilizada com sucesso na Universidade de Aalborg, na Dinamarca, desde 1974. No primeiro ano do curso, o principal objetivo é ensinar aos alunos a trabalhar em equipe. No ano seguinte, as atividades desenvolvidas no projeto apresentam características como obter conhecimentos interdisciplinares, desenvolver projetos de inovação, fomentar leituras que subsidiam o desenvolvimento do projeto, obter progressão visível e clara, construir o conhecimento, contribuir para a inovação, ter o professor como mediador, oferecer um espaço físico para promover o trabalho em equipe, promover a avaliação de grupo, etc. No final do curso de graduação, o trabalho é orientado a projetos, em que os alunos se aprofundam na resolução de problemas no âmbito da ciência e sua profissão, utilizando uma abordagem de *know-why*. (Guerra e Kolmos, 2011).

Felder e Brent (2010) realizaram uma pesquisa e identificaram a motivação de muitos participantes do *National Effective Teaching Institute* (NETI) em adotar ou aumentar a utilização de estratégias de ensino que tem o objetivo de aperfeiçoar o processo de aprendizagem dos estudantes. Os objetivos do NETI são melhorar a efetividade do ensino dos participantes, promover o seu envolvimento no ensino acadêmico e motivá-los a participar no desenvolvimento instrucional em suas universidades.

Entre várias estratégias de ensino, Oakley et al (2007) observaram que algumas teorias educacionais demonstram que os estudantes aprendem mais efetivamente através de interações com outros estudantes. A aprendizagem cooperativa conduz a obter ganhos significativos no sucesso acadêmico, na qualidade das interações com os colegas e na experiência da faculdade.

No item 2 deste artigo, vamos discutir as competências de engenharia nas abordagens *Problem Based Learning* (PBL) e *Project Based Learning* (PjBL), e especificamente as competências do engenheiro de produção. O item 3 apresenta a metodologia e a estrutura da pesquisa. No item 4, vamos demonstrar o cerne da pesquisa, que representa a reestruturação da árvore de decisão proposto por Santos *et al* (2012) no Congresso PAEE 2012. O item 4 também abrange o critério utilizado na competência técnica de gerenciamento de projetos

para as disciplinas de Projetos de Sistemas de Produção (PSP), no curso de graduação de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília (UnB). Finalmente, o item 5 apresenta a conclusão deste estudo.

2. COMPETÊNCIAS DE ENGENHARIA NA ABORDAGEM PBL E PjBL

O mercado cada vez mais competitivo e acirrado está exigindo profissionais recém-formados em engenharia cujas habilidades eram anteriormente apenas adquiridas após um tempo considerável depois do final da graduação. Isto é em grande parte devido à ocorrência de constantes inovações e incrementos tecnológicos que influenciam as atividades realizadas por estes engenheiros (Da Silveira e Scavarda Carmo 1999; Vest 2006), à expansão do papel e responsabilidades dos mesmos, lidando com atividades que vão além das funções técnicas de engenharia, assumindo responsabilidades políticas e administrativas (Da Silveira 2005; Vest 2006), além do constante aumento da necessidade de bem-estar da sociedade, exigindo engenheiros com características criativas e inovadoras.

Neste cenário, a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma excelente maneira de desenvolver habilidades importantes para estudantes de engenharia. De acordo com Noordin et al (2011), o *Project Based Learning* (PjBL) permite aprender qual é a interação necessária ao trabalho em equipe, adquirir conhecimentos técnicos, fortalecer habilidades e auxilia no desenvolvimento de atitudes e comportamentos que facilitem a adaptação dos estudantes ao ambiente profissional que está por vir. Forsythe (2005) menciona que esta metodologia permite que os alunos adquiram conhecimentos de conteúdo específico e geral, tais como resolução de problemas, gestão de recursos humanos, gestão de projetos, comunicação, liderança de equipes e áreas afins.

Não só o PjBL, mas também os outros métodos de aprendizagem ativa, como o PBL, Aprendizagem Colaborativa e Aprendizagem Cooperativa, têm se mostrado um meio eficaz de aumentar o desenvolvimento de atributos que de outra forma seriam difíceis de serem desenvolvidos em uma engenharia tradicional.

2.1 Competências do Engenheiro de Produção

A engenharia de produção é uma área que, recentemente, está crescendo rapidamente em comparação com outros cursos de engenharia. A principal demanda desta área vem de empresas que precisam fornecer produtos e serviços que possuam alta confiabilidade, com preços competitivos, que tenham um caráter inovador e que garantam sustentabilidade e baixo impacto ambiental em seu processo de fabricação (Slack, Chambers, Johnston, 2002).

Em comparação com outras áreas da engenharia, é evidente que a engenharia de produção tem um forte foco na gestão. Fae e Ribeiro (2005) mencionam que a criação da Engenharia de Produção com aspectos gerenciais fortes é possivelmente devido ao fato de cursos na área de Administração de Empresas não estarem focados na resolução de problemas, conduzindo a formação de seus estudantes para uma característica mais analítica. Essa diferença permite que o profissional de engenharia de produção possa lidar com problemas relacionados com a mobilização de recursos para executar tarefas na empresa que ele trabalha.

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção, ABEPRO (2001), as competências do engenheiro de produção podem ser conceituadas como: saber lidar com situações complexas, analisá-la para saber o que fazer, usar o seu conhecimento para saber como fazer e executá-las com determinação e comprometimento.

Estas capacidades são necessárias para a formação bem sucedida de um engenheiro de produção, muitas delas obtidos apenas com mais experiência prática. Este é o caso do curso de graduação da Engenharia de Produção da Universidade de Brasília (UnB), que aprovou em seu currículo uma série de sete disciplinas de Projetos de Sistema de Produção (PSP), aplicando a metodologia PjBL. Cada uma destas sete disciplinas está relacionada com uma disciplina teórica, como Engenharia Econômica, Planejamento e Controle de Produção e Sistema de Informação. Estes cursos possuem tutores para cada projeto e professores especialista no conhecimento técnico tratado (disciplina relacionada), em metodologia de projeto e em outros conhecimentos transversais. Além de adquirir conhecimento do conteúdo técnico aplicado, a metodologia permite também a aquisição de conhecimento transversal que pode ser aplicado usando os princípios, métodos e técnicas para habilidades como trabalho em equipe, gestão de projetos e sustentabilidade, e que tendem a ser incorporados em uma proposta de soluções de problemas.

3. METODOLOGIA E ESTRUTURAÇÃO

Nesta pesquisa, aplicamos a Análise de Decisão baseada em Múltiplos critérios (Multiple Criteria Decision Analysis - MCDA), também conhecida como Tomada de Decisão baseada em Múltiplos Critérios (Multiple Criteria Decision Making - MCDM) ou, simplesmente, Análise Multicritério, que é uma área da Pesquisa Operacional que fornece ferramentas e procedimentos para apoiar a tomada de decisão quando esta envolve mais de uma variável. Dentre as ferramentas desta área, destaca-se o Processo Hierárquico Analítico (Analytic Hierarchy Process - AHP), desenvolvido Thomas L. Saaty nos anos 70, cuja gama de aplicações englobam a tomada de decisão por grupos em problemas subjetivos.

O processo pode ser resumido pelas seguintes operações:

- 1 - Decidir os objetivos da pesquisa
- 2 - Decidir quais critérios e subcritérios utilizar
- 3 - Construir a árvore de decisão
- 4 - Determinar os pesos relativos entre os critérios através de comparações par-a-par
- 5 - Determinar os pesos entre os subcritérios de um critério através da comparação par-a-par
- 6 - Checar a consistência das comparações
- 7 - Havendo inconsistência, ajustar os pesos
- 8 - Escolher as opções a avaliar
- 9 - Comparar essas opções em cada subcritério
- 10 - Aplicar os pesos nos critérios e subcritérios
- 11 - Avaliar os resultados

4. DESENVOLVIMENTO DA ÁRVORE DE DECISÃO

A árvore de decisão é uma das entradas do método AHP e tem como objetivo estruturar os critérios mais importantes para a tomada de decisão, neste caso, os critérios para avaliação da performance dos estudantes nas disciplinas de PSP. Santos, et al. (2012) mostra o início da estruturação desta árvore, baseando-se em competências chaves na preparação de um engenheiro de produção com ênfase no gerenciamento de projetos. A proposta apresentava dois macrocritérios: "Competências de Gerenciamento de Projeto", que envolviam as

habilidades necessárias a gerência do projeto, e "Competências Técnicas", que envolvem as competências acadêmicas necessárias a preparação de um Engenheiro de Produção. Entretanto, o critério "Competências de Gerenciamento de Projeto" foi subdividido. Assim o objetivo deste estudo é de desenvolver o critério "Competências Técnicas", bem como apresentar a evolução da árvore de decisão.

4.1 Reestruturação da Árvore de Decisão

Com a continuação dos estudos, percebemos que parte da árvore não se encontrava em sua forma mais adequada, assim alguns critérios foram realocados e a parte de competências técnicas, que havia ficado pendente, foi desenvolvida. A figura 1 ilustra a nova estrutura da árvore de decisão, incluindo as competências técnicas que serão descritas na seção 4.2.1.

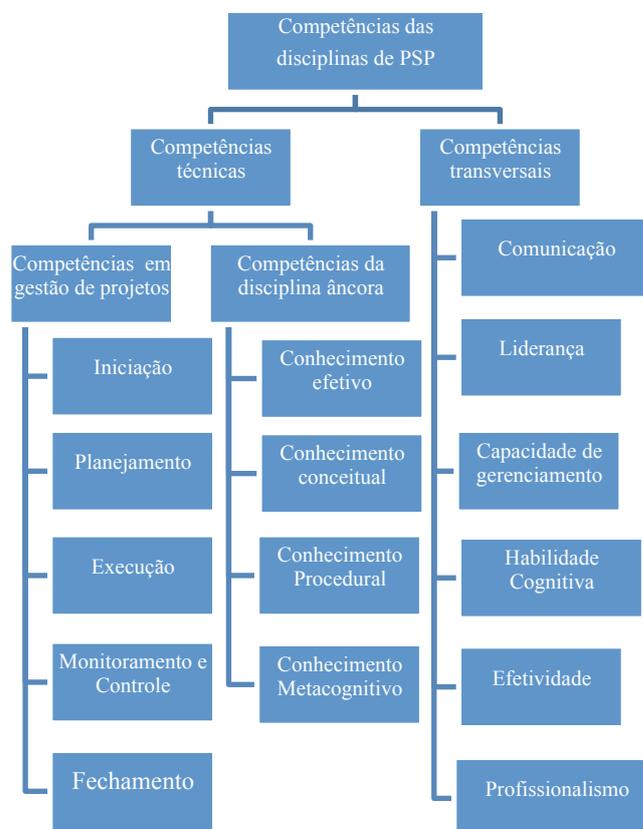


Figura 1 – Árvore de Decisão remodelada

4.1.1 Competências Técnicas

O critério "Competências Técnicas" passou a ser dividido entre: "Competências de Gestão de Projetos", que, anteriormente, era um macrocritério, e "Competências da Disciplina Âncora", que será detalhada a seguir.

4.1.1.1 Competências técnicas relacionadas à Gestão de Projetos

As disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção são caracterizadas pelo desenvolvimento de soluções para uma situação-problema, sendo suas principais formas de

avaliação da qualidade as entregas feitas durante a disciplina. Dentro deste critério, é necessário avaliar como os alunos estão aplicando conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades para atender aos requisitos do projeto (PMBOK, 2000).

Na estrutura anterior da árvore de decisão, os critérios relacionados ao gerenciamento de projetos eram usados para avaliar os planos de gerenciamento de projetos ao longo das três entregas da disciplina: projeto preliminar, projeto intermediário e projeto final. A nova proposta é baseada nos cinco grupos de processos (Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento) descritos em "A Guide to the Project Management Body of Knowledge" - [Project Management Institute (PMI ®) Dezembro 2008] 4ª Edição, para avaliar as habilidades de gerenciamento de projetos. Com base nestes critérios, é possível avaliar a capacidade dos alunos de definir o problema, comparando opções, escolhendo o melhor caminho e implementando e avaliando a solução de todo o ciclo do projeto.

A finalização da estrutura da árvore de critérios ocorreu pela definição dos componentes de conhecimento técnico para avaliar os alunos dos cursos de Projeto de Sistemas de Produção.

4.1.1.2 Competências técnicas relacionadas à Disciplina Âncora

Com base na tabela de processos apresentados por Krathwohl (2002), que foi gerada através de uma revisão da estrutura proposta na Taxonomia de Bloom, foram definidos os principais subcritérios das competências técnicas relacionados à disciplina âncora, de forma a proporcionar uma perspectiva mais detalhada, tal como mostra a figura 2.

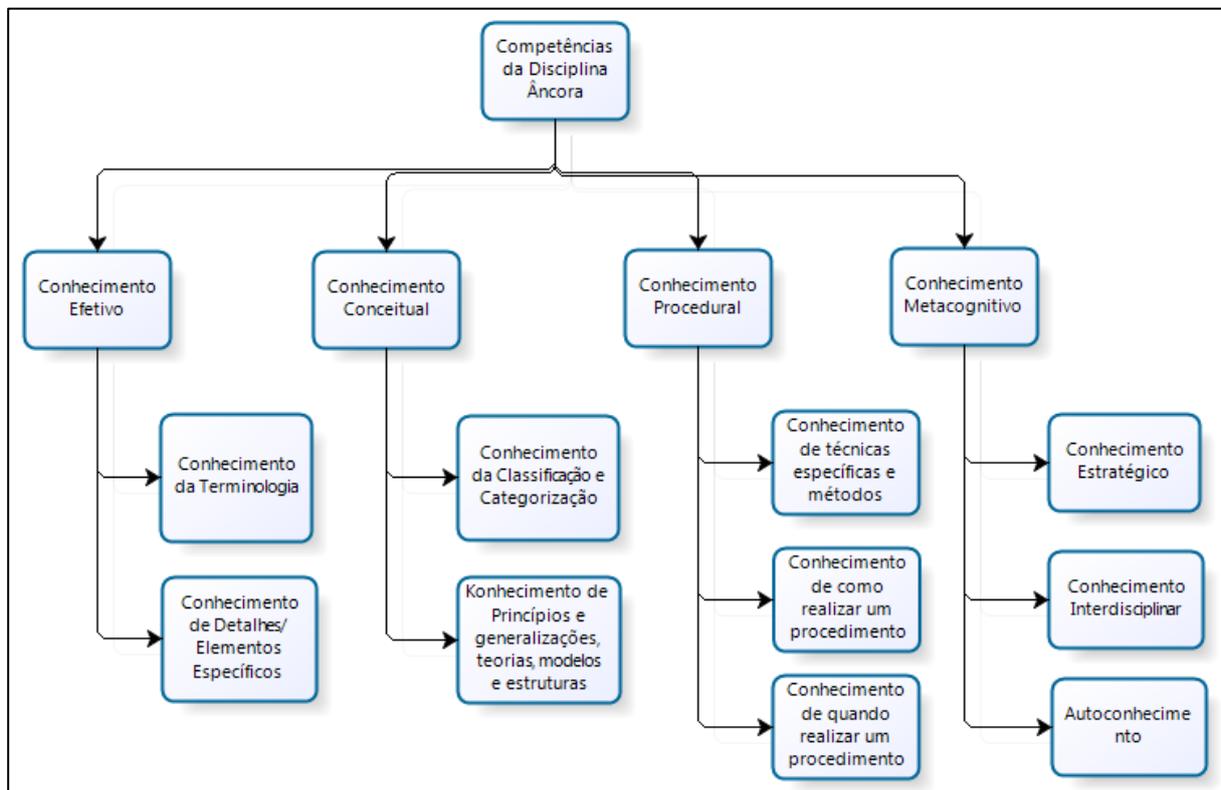


Figura 2 – Subcritérios das Competências Técnicas com relação à disciplina âncora que servirão de base para a avaliação das disciplinas de PSP

Os quatro subcritérios das competências técnicas com relação à disciplina âncora são equivalentes à coluna "Dimensão Conhecimento" da tabela bidimensional da Taxonomia de Bloom. Com base na taxonomia proposta por Bloom (1956), foram feitos ajustes de acordo com o campo de estudo em questão.

O subcritério conhecimento efetivo da árvore de decisão tem pode ser avaliado pelo Conhecimento da Terminologia e o Conhecimento de Detalhes / Elementos Específicos. O Conhecimento da Terminologia descreve as características básicas de saber o significado de termos descritivos ou operacionais comumente utilizados na disciplina relacionada ao projeto que os alunos estão realizando. Por outro lado, o Conhecimento de Detalhes / Elementos Específicos é um conhecimento mais detalhado sobre os conceitos da disciplina relacionada. Idealmente, os grupos de alunos devem citar vários conceitos do curso relacionado ao projeto e escolher alguns dentre estes para se aprofundar (aqueles que são diretamente utilizados no projeto). Neste detalhamento eles devem listar as características e propriedades desses conceitos, fontes de informação sobre eles, eventos que levaram à sua utilização, todos os que estiveram envolvidos na sua utilização, etc.

O Conhecimento Conceitual tem como subcritérios o Conhecimento de Classificação e Categorização e o Conhecimento de Princípios e Generalizações, Teorias, Modelos e Estruturas. O primeiro critério consiste não apenas da habilidade dos alunos para conhecer os tipos de classificação de um determinado assunto, mas também para saber como identificar quais tipos são os mais adequados para o uso no projeto. É necessário determinar se o estudo foi efetivamente realizado em cada categoria / classe de algum assunto para chegar à conclusão de qual seria o tipo mais adequado para ser utilizado, e não apenas realizar isso de forma aleatória. Também consiste em identificar a ordem de importância de cada tema para o desenvolvimento do projeto.

Na segunda, as equipes de estudantes devem utilizar princípios, teorias e metodologias dos cursos relacionados para justificar e explicar as respostas ou soluções encontradas. Eles também devem fazer uma conexão clara e coesa entre a teoria e a parte prática trabalhada no projeto, garantindo que os métodos utilizados não sejam apenas compreensíveis para o especialista, mas também a todos aqueles que lerem o trabalho escrito e assistirem a apresentação.

O Conhecimento Processual, consiste em saber como fazer uma tarefa específica: habilidade, algoritmos, técnicas, ferramentas e métodos. Ele foi dividido em três subcritérios autoexplicativos: Conhecimento de Técnicas específicas e Métodos, Conhecimento para determinar como usar procedimentos adequados e Conhecimento para determinar quando usar procedimentos adequados.

O Conhecimento Metacognitivo é o último critério, foi adicionado por Krathwohl (2002) e representa o conhecimento sobre o próprio conhecimento e sua consciência. Este critério foi dividido em três subcritérios: conhecimento estratégico, conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo o conhecimento contextual e condicional apropriado, e Autoconhecimento.

4.1.2 Competências Transversais

No modelo da árvore de decisão descrito anteriormente por Santos *et al* (2012) no PAEE 2012, o critério de competências transversais foi classificado como um subcritério dentro das competências de gestão de projetos. Esse modelo foi reestruturado, conforme pode ser observado na figura 1, e as competências transversais se tornaram um macrocritério, e serão

avaliadas de acordo com as características pessoais do aluno. O novo modelo contempla que as competências de gestão de projetos e as competências adquiridas na disciplina âncora são competências técnicas que o aluno deve desenvolver na realização do projeto. Já as competências transversais, permeiam tais competências, fato que justifica ter se tornado um macrocritério. As competências transversais apresentam como subcritérios a comunicação, liderança, capacidade de gerenciamento, habilidades cognitivas, efetividade e profissionalismo, com base no desenvolvimento de competências de um gerente de projeto (PMCD), PMI 2ª edição (2001). A tabela 1 apresenta os subcritérios das competências transversais e suas subdivisões. Os alunos são avaliados no decorrer do projeto em três etapas, com relação às competências transversais, e os itens que são avaliados estão contidos na tabela 1.

Tabela 1 – Itens de avaliação dos alunos com relação às competências transversais

SUBCRITÉRIO	ITENS DO SUBCRITÉRIO	ITENS DE AVALIAÇÃO
Comunicação	Tempestividade das informações	<ul style="list-style-type: none"> - o aluno contribui para esclarecer os questionamentos da equipe? - mantém a equipe informada sobre cada resultado, permitindo o acompanhamento das tarefas? - justifica com antecedência eventual falta ou atraso de reuniões?
	Meios de comunicação utilizados	<ul style="list-style-type: none"> - utiliza os meios de comunicação e ferramentas disponíveis de modo a facilitar a integração das atividades com o menor índice de ruído possível? - cumpre o plano de comunicações previsto no plano de gestão de projetos?
	Comunicação interpessoal	<ul style="list-style-type: none"> - sabe formular perguntas? - sabe escutar atenta e ativamente o outro, mas lembrando-se de que escutar é mais que ouvir? - demonstra respeito e aceitação? - tenta estabelecer empatia com o seu interlocutor?
	Linguagem abordada	<ul style="list-style-type: none"> - utiliza o vocabulário adequado para se comunicar com os <i>stakeholders</i>? - preocupa-se em transmitir a informação da melhor forma possível?
Liderança	Motivação	<ul style="list-style-type: none"> - estimula a equipe a desenvolver projeto de forma positiva? - busca meios de motivar os membros e a si próprio em situações de dificuldade?
	Bom relacionamento interpessoal	<ul style="list-style-type: none"> - sabe ouvir, informar, dar <i>feedbacks</i>, avaliar, disciplinar? - possui empatia? - identifica as dificuldades dos colegas, prontificando-o a ajudá-los mesmo com pouco tempo disponível?
	Proatividade	<ul style="list-style-type: none"> - toma iniciativa de estabelecer metas para execução das atividades e discute objetivos e resultados esperados? - traz novos conhecimentos e informações para a equipe?
	Disponibilidade para solucionar problemas	<ul style="list-style-type: none"> - apresenta soluções pertinentes nos momentos adequados? - é participativo em qualquer ocasião, não se omite e nem seleciona tarefas?

Efetividade	Assertividade para executar as tarefas	- executa suas atividades de maneira simples e objetiva, de forma a serem compreendidas e continuadas pelos outros membros da equipe? - entrega atividades completas, revisadas, sem necessidade de retrabalho?
	Resiliência	- aceita mudanças e desafios que afetam as suas atividades? - consegue se adaptar a situações desafiadoras ajudando a equipe a atingir seus objetivos?
Profissionalismo	Assiduidade e pontualidade nas reuniões	- comparece aos encontros marcados? - é pontual com os horários? - avisa com antecedência eventuais atrasos ou saídas antecipadas? - justifica e esclarece as ausências?
	Pontualidade na entrega das atividades/tarefas	- atende às solicitações nos prazos estabelecidos?
	Capacidade de trabalhar em equipe	- trabalha pelo sucesso da equipe e não pelo sucesso individual? - respeita as regras de conduta da equipe nos diferentes ambientes?
Capacidade de gerenciamento	Planejamento	- consegue planejar suas atividades e executá-las conforme o plano inicial?
	Organização	- possui capacidade de organizar suas atividades?
	Alocação de recursos	- estabelece recursos (tempo, pessoas, ferramentas) necessários às várias etapas do projeto?
Habilidade cognitiva	Identificação de problemas e proposição de melhorias	- enxerga as situações/problemas de forma holística buscando oportunidade de melhorias?
	Utilização de ferramentas e técnicas adequadas	- utiliza ferramentas e técnicas adequadas para desenvolver as atividades do projeto? - possui capacidade coordenar ações técnicas do projeto?

4.2 Critérios para gestão de projetos

Cada critério é subdividido em subcritérios relacionados a habilidades ou competências específicas. O critério “iniciação” é relacionado à habilidade do aluno em compreender uma situação problema apresentada pelo tutor no início de cada disciplina PSP. Além disso, outros subcritérios são relacionados à habilidade do aluno em identificar os parâmetros necessários à caracterização do problema proposto e à capacidade de propor soluções viáveis para o problema em questão.

O critério “planejamento”, por sua vez, é subdividido em cinco subcritérios: Seleção de métodos de solução; identificação das atividades necessárias ao desenvolvimento da solução proposta; organização destas atividades em processos de trabalho; antecipação de eventos futuros e, por fim, a competência no uso das ferramentas de gestão de projetos.

Os critérios “execução” e “monitoramento e controle” são relacionados ao desenvolvimento (execução) das atividades planejadas possibilitando, portanto, avaliar as seguintes competências: conhecimento técnico das metodologias de gestão de projetos;

coordenação do trabalho em equipe; habilidade em adaptar os processos de trabalhos propostos a situações imprevistas e o domínio das técnicas de medição, avaliação e registro do desenvolvimento das atividades propostas.

Finalmente, o critério “encerramento” busca avaliar a capacidade em selecionar e priorizar as informações a serem apresentadas no produto final; o domínio das normas de redação e apresentação de trabalhos técnicos e, ao final do projeto, a capacidade de autoaprendizagem e adaptabilidade a ajustes necessários ao plano de projeto inicialmente proposto.

A avaliação dos critérios de aferição de competências em gestão de projetos é realizada a partir de três entregas ao longo do curso, tendo como referencial o Guia PMBOK. O critério “iniciação” é avaliado a partir do “Termo de Abertura do Projeto” (PMI, 2008) entregue na quarta semana da disciplina PSP. O Termo de Abertura do Projeto é avaliado pela equipe de tutores e devolvido aos alunos para ajustes que se façam necessários. Somente após aprovação integral do termo de abertura, os alunos poderão iniciar o desenvolvimento da próxima entrega, o “Plano de Desenvolvimento do Projeto”.

Nas duas semanas seguintes os estudantes trabalham na elaboração do Plano de Desenvolvimento do Projeto. Ao término da sexta semana de projeto, o plano de desenvolvimento do projeto deverá ser entregue para avaliação. Só então, tendo o Plano de Projeto como referencial e contando com o tutor no papel de consultor especializado, os estudantes iniciam a fase de execução do projeto. Durante as próximas sete semanas os critérios “execução” e “monitoramento e controle” são continuamente avaliados.

Por fim, ao término da disciplina os estudantes entregam o último instrumento de avaliação, denominado “Relatório Final” necessário para concluir a avaliação das competências desenvolvidas em gestão de projetos. A árvore de critérios proposta apresenta-se promissora, porém ainda se encontra em fase de desenvolvimento.

5. CONCLUSÃO

O curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília no sentido de preparar os alunos para ingressar no mercado de trabalho com experiência em gestão de projetos, competências técnicas e competências transversais contempla em seu projeto pedagógico disciplinas de projetos onde os alunos tem oportunidade de desenvolver essas habilidades.

Os professores e os alunos do curso estão desenvolvendo uma metodologia que visa avaliar o processo das disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção, e para isso foi desenvolvida uma árvore de critérios que servirá de referência para a avaliação das disciplinas.

Essa pesquisa detalhou os subcritérios que compõem o critério de competências técnicas na árvore de decisão, que serão utilizados para avaliar os estudantes de engenharia. Essa ferramenta será usada ao longo das disciplinas de projetos e irá permitir que os professores responsáveis pela condução dos PSP avaliem o desempenho dos alunos no decorrer das disciplinas, detectando as oportunidades de melhorias individuais de cada aluno.

O critério de competências técnicas foi dividido em subcritérios tais como conhecimento eficaz, conceitual, processual e metacognitivo e pode ser usado como referência para avaliar as competências dos alunos com relação ao conteúdo técnico obtido na disciplina âncora. A competência de gestão de projetos apresenta como subcritérios as fases de iniciação, planejamento, execução e encerramento do projeto. Detalhamos também os itens de avaliação das competências transversais para cada subcritério que poderá ser utilizado na avaliação dos pares e na avaliação dos professores orientadores. Assim, temos uma base para analisar a

produção do aluno, tendo como referência as ferramentas e os resultados práticos produzidos pelos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOOM, B. S. et al. (1956). Taxonomy of educational objectives. New York: David McKay, 262 p. (v. 1).
- FAE, C. S., RIBEIRO, J. L. D. Um Retrato da Engenharia de Produção no Brasil. Disponível em: <http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/revista/pdf2_2005/RGIv01n03a03.pdf>. Acesso: 20 jun 2012.
- FELDER, R. M., BRENT, R. (2010). The National Effective Teaching Institute: Assessment of impact and implications for faculty development. *Journal of Engineering Education*, 121-134.
- FORSYTHE, F. (2005). Problem-based Learning: The Handbook for Economics Lecturers. University of Staffordshire.
- GUERRA, A., KOLMOS, A. (2011). Comparing problem based learning models: suggestions for their implementation. In 3rd International Research Symposium on PBL, Coventry University, UK.
- KRATHWOHL, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory in Practice*, v. 41, n. 4, p. 212-218.
- NOORDIN, M. K.; NASIR, A. N.; ALI, D. F.; NORDIN, M. S. (2011). Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) in engineering education: a comparison. Proceedings of the IETEC'11 Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- OAKLEY, B. A., HANNA, D. M., KUZMYN, Z., FELDER, R. M. (2007). Best practices involving teamwork in the classroom: results from a survey of 6435 engineering students respondents. *IEEE Transactions on Education*, Vol.50, nº 3, 266-272.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK® Guide 4th Edition, Pennsylvania-USA 2008.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Project Management Competency Development (PMCD) Framework, Project Management Institute Inc, 2001.
- SANTOS, F. H., VILHENA, M., KLING, M., MONTEIRO, S., SOUZA, J. C., OLIVEIRA, E., ZINDEL, M. (2012). Estruturação de uma Metodologia de Avaliação do Processo de Ensino/Aprendizagem das Disciplinas de Projeto de Sistemas de Produção do Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Brasília. In: PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION. São Paulo.
- SILVEIRA, M. A. e SCAVARDA-DO-CARMO, L. C. (1999). Sequential and Concurrent Teaching: Structuring Hands-On Methodology. *IEEE Trans. Education*, Vol. 42, n. 2, pp. 103-108.
- VEST, C. M. (2006). Educating engineers for 2020 and beyond. In NAE/NSF, Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century. Washington, DC: NSF.
-



Towards tree criteria for evaluating production system projects at the University of Brasilia

Abstract: *The University of Brasília has adopted the Project Based Learning (PBL) approach in the Production System Projects courses (PSP) in the Industrial Engineering Major. The evaluation of the competencies developed by students during the PSP is based on a methodology developed from a Decision Tree containing the essential skills desired for the deployment of an Industrial Engineer. The tree has two macro criteria that are the technical skills – subdivided into Project Management and Related Courses – and Transversal Competencies. This article aims to present and detail the evolution of this evaluation methodology based both on the development of measurable criteria of technical competencies and on the studies of Bloom and Krathwohl. The proposed methodology ensures to evaluate the technical knowledge of the students in a complete and detailed way, allowing not only to verify the performance of the learners, as well as to monitor their progress throughout the project courses.*

Keywords: *Production engineering; project approaches, engineering competencies.*