

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROBLEM BASED LEARNING PARA O ENSINO DE ESTATÍSTICA NA DISCIPLINA TÓPICOS ESPECIAIS DE QUALIDADE

Fernanda Gobbi de Boer – fernanda_boer@hotmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, PPGE
Avenida Paulo Gama, 110
90040-060 – Porto Alegre – RS

Carla ten Caten – carlacaten@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, PPGE
Avenida Paulo gama, 110
90040-060 – Porto Alegre – RS

Resumo: *Atendendo a demanda de um ambiente de ensino inovador e colaborativo, busca-se através da aplicação do método Problem Based Learning propiciar uma situação motivadora e favorável à aprendizagem, com o objetivo final de obter um maior comprometimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Foi, então, solicitado aos alunos que buscassem a solução adequada para um problema proposto, que estava relacionado ao desenvolvimento de um produto, utilizando como ferramenta projeto de experimentos. Como resultado da atividade foi possível constatar uma maior satisfação dos alunos, assim como do professor responsável pela disciplina, quanto ao processo de ensino/aprendizagem.*

Palavras-chave: *Problem Based Learning, Engenharia, Projeto de Experimentos*

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário de acirrada concorrência e desenvolvimento tecnológico acelerado, a eficácia na gestão é provavelmente o fator mais significativo para o desempenho e o sucesso das empresas. Dessa forma, elas tem percebido que profissionais cada vez mais qualificados são necessários para a utilização de métodos e técnicas de gestão eficazes e adequadas às suas necessidades. Nesse contexto, o engenheiro de produção tem uma participação fundamental nesse grupo de profissionais (SANTOS e DUTRA, 2005; LEMOS et al., 2008; NEUMANN, 2013). Segundo Batalha et al. (2008) o engenheiro de produção trata do projeto, aperfeiçoamento e implementação de sistemas que integram pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia. Para isso, as competências esperadas de um engenheiro de produção, conforme diretrizes do MEC (Ministério da Educação), são as capacidades para utilizar ferramental matemático e estatístico, para projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas,



produtos e processos, para acompanhamento dos avanços tecnológicos, para compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio-ambiente, para trabalhar em equipes multidisciplinares e para modelar e resolver problemas.

As competências exigidas dos engenheiros devem ser desenvolvidas no decorrer dos cursos de graduação e pós-graduação. Portanto, segundo Santos e Dutra (2005), na elaboração de projetos pedagógicos é importante estabelecer um vínculo com o mercado, necessário para qualquer ciência aplicada que se propõe a solucionar problemas reais. Batalha et al. (2008) realiza uma análise dos cursos de Engenharia de Produção no Brasil, e conclui que geralmente os currículos apresentam uma ênfase em ferramentas muito maior do que em problemas de engenharia e falta de integração entre os conceitos da Engenharia de Produção. Dessa forma, propõe uma revisão dos cursos de forma a flexibilizar os currículos, incluindo práticas que desenvolvam as capacidades de trabalho em equipe para solução de problemas, de desenvolvimento de processos, inovação e gestão de mudança e de integração dos diferentes conceitos abordados.

Akili (2011) observa que nas duas últimas décadas há um movimento de reformulação do ensino de engenharia em todo o mundo, motivado pela necessidade de engajar os estudantes no processo de aprendizagem. Para esse fim, segundo Randolph (2000) é fundamental promover atividades que tornem o professor um facilitador de experiências e oportunidades de aprendizado. Esse movimento busca a aprendizagem ativa, definida como qualquer metodologia que busca engajar os estudantes no processo de aprendizado, incluindo atividades de leitura, escrita, solução de problemas, resolução de questões, promoção de discussões, entre outras (RANDOLPH, 2000). Boer, Caten e Paula (2014), utilizando a metodologia Problem Based Learning (PBL), propuseram aos alunos da disciplina Tópicos Especiais de Qualidade - ofertada no curso de Engenharia de Produção da UFRGS – o desafio de solucionar problemas relacionados a uma linha de produção, simulada por meio da montagem de aviões de papel. Observaram a integração entre os alunos para a discussão sobre o problema e maior motivação e comprometimento para estudar os assuntos abordados, se comparado ao comportamento observado em aulas apenas expositivas.

Percebendo a necessidade de mudança e a demanda pelos estudantes e professores por um ambiente de ensino inovador e colaborativo, o curso de Engenharia de Produção, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, está passando atualmente por um período de reestruturação quanto aos objetivos do curso, infraestrutura, modelos de avaliação, estrutura curricular, posturas docentes e principalmente, novas práticas pedagógicas. Entende-se que os alunos podem ter papel ativo no seu aprendizado, compartilhando a responsabilidade do ensino com os professores e que para a melhor aprendizagem é preciso um ambiente motivador, colaborativo e facilitador. Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido em uma situação favorável à proposição de métodos inovadores de ensino e práticas pedagógicas.

Tendo em vista o crescente interesse sobre a metodologia PBL para promover a aprendizagem ativa, o objetivo geral desse artigo é a realização de uma atividade didática inspirada no PBL realizada em sala de aula para apoio do ensino de projeto de experimentos a fim de avaliar o processo de ensino aprendizagem do aluno. Essa atividade foi adaptada dos experimentos com helicópteros de papel propostos por Box e Liu (1999). Os objetivos específicos são: (i) planejar o experimento para solucionar um problema do cotidiano do engenheiro de produção; (ii) analisar os resultados obtidos a partir do experimento e verificar quais fatores do desenvolvimento de um produto impactam no seu tempo de montagem; (iii)

avaliar o quanto a atividade didática realizada em sala de aula impactou na satisfação e no processo ensino aprendizagem do aluno. Importante ressaltar que a aplicação realizada neste artigo teve fins exploratórios, visando identificação de limitações, apropriação do método e sensibilização dos professores, para uso futuro e pleno no ensino de estatística em engenharia.

O artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente são apresentadas as justificativas para a abordagem dos conhecimentos em sala de aula através da resolução de problemas pelos alunos. Na seção 2 apresenta-se o referencial teórico com os temas considerados relevantes para o presente estudo. São abordados conceitos sobre a metodologia PBL e Projeto de Experimentos. Na seção 3 é apresentada a atividade aplicada em sala de aula. O artigo é então finalizado com a descrição dos resultados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção apresenta-se o referencial teórico com os temas considerados relevantes para o presente estudo. São abordados conceitos sobre a metodologia PBL e Projeto de Experimentos.

2.1. Problem Based Learning

Segundo Akili (2011), o PBL é uma metodologia de aprendizado que surgiu na década de 70 na escola de medicina da universidade McMaster, no Canadá, que vem ganhando visibilidade nos últimos anos. Propõe aos estudantes a resolução de problemas que simulem as suas realidades. Segundo Barrows (1996) as principais características do PBL são o aprendizado com foco nos estudantes, a utilização de problemas que estimulem os alunos à aprendizagem e a mudança do papel do professor, que se torna um facilitador do aprendizado.

Por meio da implementação da metodologia PBL busca-se a aprendizagem ativa do estudante, ou seja, tornando-o colaborador ativo para a construção do seu conhecimento. A abordagem consiste na proposição inicial de problemas que precisam ser solucionados pelos alunos, de forma que em um primeiro momento estudem os fenômenos e compreendam os aspectos envolvidos, para depois buscar os conceitos que os ajudem a encontrar a solução adequada. Nesse sentido, diferencia-se do método tradicional de ensino/aprendizagem em que as aulas são conduzidas principalmente de forma expositiva pelo professor (YEW; SCHMIDT, 2009).

Conforme relata Schmidt et al. (2009), um problema relacionado a um tópico acadêmico ou profissional de interesse dos estudantes e à disciplina em questão é proposto. A partir da apresentação desse problema, os estudantes, reunidos em grupos, realizam sua primeira análise e discutem com base nos conhecimentos que já possuem. Após, buscam novos conhecimentos por meio do estudo individual, para que novamente em grupo possam ampliar a discussão e partilhar com os colegas o que de novo apreenderam. Na condução desse processo há o papel de um orientador, cuja responsabilidade é apoiar os alunos em cada uma das fases do PBL.

Norman e Schmidt (1993), Yew e Schmidt (2009) e Akili (2011) identificam como principais vantagens do PBL o maior engajamento e comprometimento dos alunos com o aprendizado. Esses autores observam que os alunos apresentam uma motivação maior em solucionar os problemas propostos. O estudo realizado por Yew e Schmidt, (2009) busca descobrir qual a contribuição das fases do PBL ao aprendizado. Utilizando da observação, entrevistas e questionários observaram que cada uma das fases do ciclo proposto para



implementação do PBL contribui para o aprendizado de forma construtiva. Ainda, ressaltam que a participação do tutor é de extrema importância para o direcionamento da atividade proposta.

2.2. Projeto de Experimento

Os métodos estatísticos são importantes para o aprendizado dos estudantes de engenharia, sendo o ensino de probabilidade e estatística requisito para os graduados nessa área (RYAN, 2009). Essa grande importância está fundamentada na necessidade dos profissionais atuarem nas empresas de forma a tornarem mais eficientes seus sistemas e processos. Segundo Montgomery e Runger (2003), melhorias de qualidade são necessárias a fim de tornar os processos mais eficientes, sendo os métodos estatísticos importantes ferramentas nessas atividades permitindo o entendimento do comportamento de sistemas e processos. Calegare (2011) define experimentos como uma série de ensaios nos quais modificam-se as variáveis de entrada de um processo ou sistema com o objetivo de observar as mudanças nas respostas de saída e identificar suas razões.

Conforme Ribeiro e Caten (2011) a metodologia de Projeto de Experimentos é aplicada atualmente em diversas áreas de conhecimento e tem por objetivo otimizar o planejamento, a execução e a análise de um experimento. Segundo os autores, a eficiência de experimentos projetados aumenta se comparada a qualquer outro ensaio não estruturado, uma vez que permite que a sequência de ensaios seja projetada para refletir os objetivos preestabelecidos pelo pesquisador.

Ribeiro e Caten (2011) afirmam que os experimentos geralmente envolvem o estudo dos efeitos de dois ou mais fatores a diferentes níveis. Quando todas as combinações de níveis dos fatores – denominadas tratamento - são investigadas, diz-se tratar de um projeto fatorial. Dessa forma, é necessário estudar os fatores em conjunto para evitar distorções nas conclusões. Estudar os efeitos dos fatores separadamente poderia resultar em uma otimização não apropriada quando há interação entre esses fatores (BOX et al. 1978; MONTGOMERY e RUNGER, 2003; RYAN, 2009). Os autores também ressaltam que quando for detectado efeito significativo de alguma interação, os efeitos principais dos fatores envolvidos perdem seu valor interpretativo.

Box et al. (1978) afirma que para responder se há diferença significativa na variável resposta devido a diferentes tratamentos (associados aos diferentes níveis dos fatores), a melhor ferramenta é a tabela de análise da variância.

Segundo Montgomery e Runger (2003), a análise da variância pode ser utilizada para verificar se há efeitos dos fatores principais e de interações na variável resposta de um determinado processo. Segundo Calegare (2011), o teste a ser usado para verificar a diferença entre os efeitos dos tratamentos é o teste “F”, da distribuição “F” de Snedecor. Porém, também costuma-se utilizar a comparação do nível de significância α com o valor p, probabilidade de ocorrência de valores maiores da estatística de teste aos valores observados (MONTGOMERY e RUNGER, 2003, RYAN, 2009)

3. METODOLOGIA DE PESQUISA E MÉTODO DE TRABALHO

3.1. Metodologia de Pesquisa

Quanto aos seus objetivos o presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa exploratória, uma vez que aborda um tema de forma criativa, busca descrever uma

determinada situação, estabelecida pelas características da atividade proposta, e estabelecer relações entre variáveis, ou seja, entre os parâmetros de desenvolvimento de um produto fictício e suas características de qualidade (BERTUCCI, 2011).

Com relação ao tratamento de dados, esta é classificada como pesquisa qualitativa, baseando-se na caracterização feita por Rampazzo e Corrêa (2008). Segundo os autores esta pesquisa procura investigar a relação entre os fatores e o fato, não descartando o uso de instrumentos de coleta e análise de dados utilizados na pesquisa quantitativa.

1.2 Método de Trabalho

Pode-se dividir o método de trabalho empregado em quatro etapas: a primeira destina-se proposição de um problema a ser solucionado pelos alunos da disciplina de Engenharia da Qualidade; na segunda etapa planeja-se o experimento a ser realizado para solucionar o problema proposto; terceira etapa consiste na execução do experimento e análise dos resultados; e por fim, a quarta etapa tem por objetivo observar o impacto do método utilizado no aprendizado e na percepção dos alunos.

5. ESTUDO DE CASO

Após a apresentação dos conceitos de projeto de experimentos aos alunos foi solicitado que reunidos em grupos solucionassem o seguinte problema: ‘Um projetista deseja otimizar o tempo de voo de um helicóptero de papel. Consultando alguns especialistas, identificou-se que possivelmente a gramatura do papel, o tamanho da asa e o peso do helicóptero poderiam torná-lo mais rápido ou devagar. Para confeccionar o helicóptero, o projetista possui disponíveis papéis nas gramaturas 63 e 90; as asas podem ter as dimensões pequeno e grande; e o peso do helicóptero é controlado pela utilização de clipe, sendo que podem ser utilizados 2 ou 4 cliques’. Para que pudessem estudar o problema, foi fornecido aos alunos o desenho do helicóptero para montagem de protótipos, papel nas gramaturas 63 e 90 e cliques.

Dessa forma, buscou-se simular uma situação real de atuação do Engenheiro de Produção na indústria, na qual é necessário identificar quais são os fatores que impactam no desempenho de um determinado produto. A atividade foi proposta para a disciplina de Engenharia da Qualidade, que é ofertada no curso de Engenharia de Produção da UFRGS. Teve por objetivo apoiar o ensino sobre o assunto Projetos de Experimentos, sendo complemento da aula expositiva realizada pela professora da disciplina antes da prática.

A professora e uma monitora acompanharam a realização da atividade pelos alunos, orientando-os quando necessário. Recomendaram aos alunos que iniciassem a análise do problema identificando qual a variável resposta que avalia quantitativamente a demanda do projetista, os fatores controláveis para a realização de um experimento e seus níveis, os fatores fixos e os possíveis fatores de ruído que poderiam prejudicar a realização do experimento.

Com base nessas informações preliminares os alunos foram capazes de projetar um experimento para verificar quais os fatores – gramatura do papel, tamanho da asa e peso – poderiam impactar na variável resposta tempo de decida do helicóptero, conforme indica a tabela 1. Considerando que a decida deveria realizar-se da forma mais suave possível, tinham também o desafio de identificar quais níveis dos fatores mantinham o helicóptero mais tempo no ar.

Tabela 1 Fatores e níveis estudados

Fatores	Níveis	
	-1	1
Gramatura do papel	63	90
Tamanho da asa	Pequena	Grande
Peso	2 cliques	4 cliques

Após o planejamento, os alunos realizaram o experimento utilizando protótipos do helicóptero construídos por eles, conforme representado na figura 1. Fixaram a altura de onde deveriam soltar os protótipos e cronometraram seus tempos de decida. Durante a atividade prática observaram a importância de realizar repetições de cada um dos testes e da aleatoriedade ao selecionar os protótipos que representavam cada um dos níveis dos fatores. Perceberam, por exemplo, que a pessoa responsável por soltar os protótipos apresentava certo cansaço após um tempo de realização da atividade, o que provavelmente poderia gerar algum erro no posicionamento do protótipo no momento de soltá-lo.

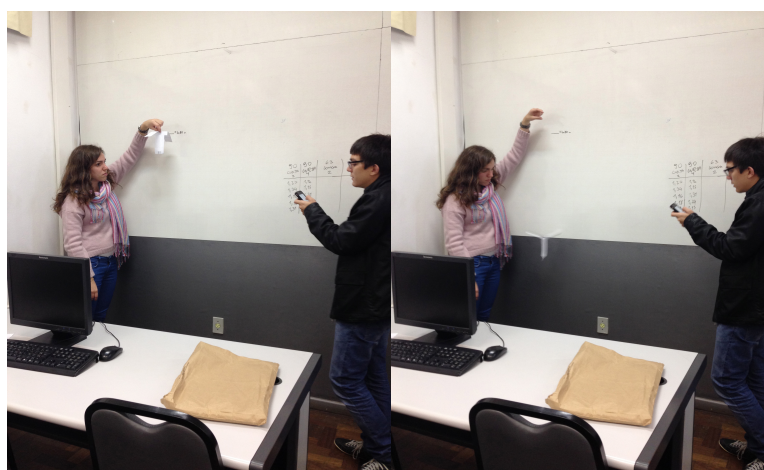


Figura 1 Execução do experimento pelos alunos

Após a coleta de dados realizaram a análise de variância, identificando os fatores que impactavam no tempo de decida dos protótipos e qual a combinação dos níveis dos fatores significativos que resultavam em uma decida mais suave. Também foi solicitado que criticassem o experimento realizado, buscando levantar possíveis erros e oportunidades de melhoria para os próximos experimentos.

6. RESULTADOS

A atividade desenvolvida possibilitou aos alunos exercitar suas capacidades de trabalhar em grupo, analisar e solucionar problemas e de planejar experimentos, simulando as situações encontradas no dia-a-dia pelos engenheiros. A solução desenvolvida pelos alunos

foi construída através da interação com os colegas para a troca de conhecimentos e experiência, com a orientação e supervisão da professora responsável pela disciplina e de uma monitora. Foi proporcionado também, no final da experiência, um momento de reflexão e discussão sobre os eventuais erros cometidos e problemas encontrados enquanto realizavam a atividade.

Do ponto de vista de quem conduziu a atividade, foi possível perceber maior motivação, comprometimento e entusiasmo por parte dos alunos para estudar o assunto abordado, se comparado ao comportamento observado em aulas exclusivamente expositivas. Também observou-se a atitude pró ativa dos estudantes para a pesquisa de soluções para o problema proposto.

A aplicação de um questionário no final da atividade possibilitou observar a percepção dos alunos quanto ao método utilizado. 50% dos alunos informaram estar muito satisfeitos com a aplicação de atividades práticas – como o relatado nesse artigo – em sala de aula, enquanto 46% dos alunos informaram estar satisfeitos. Quando questionados com relação ao aprendizado proporcionado pela prática, 90% perceberam benefícios, enquanto apenas 10% considerou ser indiferente. Ainda, em um campo livre, manifestaram suas opiniões de forma descritiva, relatando que ao realizar a atividade perceberam a importância dos conceitos abordados para suas profissões, além de essa ser uma boa forma de fixação do conteúdo.

Portanto, percebe-se que a utilização de problemas e atividades didáticas para o ensino no curso de engenharia pode proporcionar um ambiente mais dinâmico e motivador para o aluno, que quando desafiado passa a superar as suas dificuldades. Quanto aos benefícios para o professor, percebe-se a ampliação de seu campo de atuação, uma vez que, além de transmitir o conhecimento necessário, conduz o aluno na pesquisa e no processo lógico de tomada de decisão. Dessa forma, a partir do estudo proposto, observa-se a possibilidade e demanda para o desenvolvimento e aplicação do PBL nas diversas disciplinas que compõe o curso de Engenharia de Produção.

1. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

- AKILI, W. On Implementation of Problem Based Learning in Engineering Education: thoughts, strategies and working models. 41o ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 2011.
- BARROWS, H. S. Problem Based Learning in Medicine and Beyond: A Overview. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. New Directions for Teaching and Learning, San Francisco, Jossey- Bass Publishers, 1996, p.3-11.
- BATALHA, M. O. (org.) Introdução à Engenharia de Produção. Campus: Rio de Janeiro, 2008, 312 p.
- BOER, F. G.; CATEN, C.; PAULA, I. C. Application of the Problem Based Learning method in the discipline 'statistics for engineering'. Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education. Bridgeport, Connecticut, 2014.
- BOX, G.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. Statistics for Experiments. Estados Unidos da América: Wiley & Sons, 1978.
- GALLAGHER, S. A.; STEPIEN, W. J.; ROSENTHAL, H. The effects of problem-based learning on problem solving. Gifted Child Quarterly, v.36, 1992, p. 195–200.
- LEMOES, F. O.; ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Metodologia para levantamento de percepções da qualidade de ensino-aprendizagem em cursos de



graduação em Engenharia de Produção. XV Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, SP, 2008.

MONTGOMERY, D. G. RUNGER, G. C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

NEUMANN, C. Gestão de Sistemas de Produção e Operações: produtividade, lucratividade e competitividade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

RANDOLPH, G. B. Collaborative Learning in the Classroom: Writing Across the Curriculum Approach. Journal of Engineering Education, vol.89, n.2, 2000, p.119-122.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. T. Série Monográfica Qualidade: Projeto de experimentos. UFRGS: Porto Alegre, 2011.

RYAN, T. Estatística Moderna para a Engenharia. Rio de Janeiro: Campus, 2009.

SANTOS, L. C.; DUTRA, A. R. A. Projeto pedagógico e tendências de mercado: desafios para a formação profissional do engenheiro de produção. . XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, 2005.

SCHMIDT, H. G.; VAN DER MOLEN, H. T.; TE WINKEL, W. W. R.; WIJNEN, W. H. F. W. Constructivist, problem-based, learning does work: A meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school. Educational Psychologist, V. 44, 2009, p. 227–249.

SMITH, K. A.; SHEPPARD, S. D.; JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Pedagogies of Engagement: Classroom-Based Practices. ASEE Journal of Engineering Education, v. 94, n.1, 2005, p.87 -102.

SPRINGER, L.; STANNE, M.; DONAVAN, S. Effects of Small-Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and Technology: A Meta-Analysis. Review of Educational Research, v.69, n.1, 1999, p.21-52.

YEW, E.; SCHMIDT, H. What students learn in PBL- a process analysis. Springer, 2009.

APPLICATION OF THE METHODOLOGY PROBLEM BASED LEARNING FOR TEACHING STATISTICS IN SPECIAL TOPICS COURSE OF QUALITY

Abstract: *Given the demand for an environment of innovative and collaborative teaching, we seek by applying the Problem Based Learning method provide a motivating and conducive to learning situation, with the ultimate goal of obtaining a greater involvement of students in the teaching and learning process. He was then asked students to seek proper solution to a proposed problem, which was related to the development of a product, using as design tool experiments. As a result of the activity we observed a greater student satisfaction, as well as the teacher responsible for the course, as the teaching / learning process*

Key-words: *Problem Based learning, Engineering, Design of Experiments*