APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO DE PROJETO DE EXPERIMENTOS

Gabriela Benderóvicz M.– gabibenderovicz@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção
Av. Osvaldo Aranha, 99
90035-190 – Porto Alegre – RS

Laríssa de Paiva Silva – dps.larissa@gmail.com

Thais Helena Saatkamp – thais3@gmail.com

Carla Schwengber ten Caten - carlacaten@gmail.com

Fernanda Gobbi de Boer Garbin – fernanda_boer@hotmail.com

Resumo: *Visando instigar e motivar alunos de cursos de engenharia, este estudo busca, através da aplicação do método Aprendizado Baseado em Problemas, propiciar situações desafiadoras e criativas para resolução de problemas. A atividade didática proposta aos estudantes utiliza Projeto de Experimentos (DoE) para avaliar o movimento de esferas de diferentes materiais e dimensões através de fluidos com densidades distintas. Os resultados mostraram correlações significativas entre os fatores e a variável resposta, reforçando a possibilidade de aplicação do DoE como uma ferramenta para a busca de soluções de engenharia e favorecimento do aprendizado.*

Palavras-chave: *Aprendizagem Ativa, Aprendizagem Baseada em Problemas, Projeto de Experimentos, Doe.*

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário de alta competitividade, onde há a necessidade de tomar decisões rápidas e assertivas, a indústria tem procurado por profissionais qualificados e com grande conhecimento em metodologias para resolução de problemas (SANTOS, 2005; LEMOS, 2008; BOER et al., 2014). Os engenheiros fazem parte desse grupo de profissionais que têm sido crescentemente requisitados no meio industrial, os quais devem desenvolver as habilidades exigidas pelo mercado de trabalho devem, obtidas durante os cursos de graduação e pós-graduação. Em vista disso, Santos (2005) destaca que é fundamental na elaboração de projetos pedagógicos serem estabelecidas relações com a indústria, de forma a obter soluções aplicáveis a problemas reais. Para a criação dessas relações e para o desenvolvimento das competências esperadas de um

engenheiro, métodos como a educação colaborativa, aprendizagem ativa e trabalho em equipe tornaram-se cada vez mais importante para os alunos (LEMOS, 2008; BELHOT, 2006).

Em vista da crescente exigência da indústria por engenheiros familiarizados com ferramentas para resolução de problemas, foi utilizado neste trabalho a metodologia de Projeto de Experimentos através da ferramenta Minitab. O objetivo principal deste estudo é a realização de um experimento didático utilizando projeto fatorial do tipo 2k para o ensino em aulas dos cursos de engenharia, utilizando como apoio a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas para promover a aprendizagem ativa. 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 dos engenheiros; (ii) analisar os resultados obtidos a partir do experimento e verificar quais fatores do processo e produto impactam no tempo de finalização do exercício.

Este artigo foi estruturado em cinco seções: no início é apresentada a justificativa para a abordagem da utilização de experimento didático no aprendizado de engenharia utilizando ferramentas de solução de problemas. Na sequência, a seção 2 apresenta um referencial teórico com os assuntos relevantes para o presente trabalho. A seção 3 apresenta os procedimentos para realização do experimento. Ao final a seção 5 contempla as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será apresentado o referencial teórico com os temas considerados relevantes para o presente estudo.

2.1. Projeto de Experimentos

A metodologia de Projeto de Experimentos (Design of Experiments - DoE) foi proposta por Ronald A. Fisher em 1935, sendo inicialmente aplicada a experimentos na área de agricultura. Deste então, essa metodologia é amplamente utilizada em diferentes áreas de estudo. Na engenharia, por exemplo, o método é utilizado na otimização de processos de fabricação e desenvolvimento de produtos.

O DoE é uma metodologia fortemente apoiada em conceitos estatísticos, destinada a otimizar o planejamento, execução e análise de experimentos. Sua aplicação está diretamente ligada à redução da variação de processo devido a causas comuns. De acordo com Caten (1995), um DoE bem concebido reduz o esforço experimental, permite a obtenção de conclusões confiáveis e o acesso a uma quantidade importante de informações sobre os parâmetros de entrada estudados e o erro experimental associado. Em relação à análise, suas ferramentas permitem a realização de uma pesquisa do efeito da significância dos parâmetros do sistema em relação à variável resposta (DONNI, 2011).

O planejamento do experimento é a etapa inicial do DoE, quando deve ser levada em consideração uma série de fatores para aumentar a precisão do experimento, tais como: estabelecimento de objetivos bem definidos, escolha dos tratamentos, o delineamento experimental, o número de repetições, as características a serem mensuradas e a condução do experimento (SILVA, 2015). Os princípios básicos da experimentação são replicação, aleatoriedade e blocagem. A réplica é importante para a

estimativa do erro experimental e do efeito de fatores de forma mais precisa; a aleatoriedade, para garantir a mesma distribuição de todos os fatores não considerados; e a blocagem, como técnica para reduzir ou eliminar a variância transmitida por fatores não controláveis ou ruídos (ARANDA, 2007; MONTGOMERY, 2001; WERKEMA, 1996).

A técnica de planejamento e otimização de experimentos é um importante instrumento a ser difundido e aplicado no meio acadêmico, seja voltado ao ensino ou à pesquisa científica (VALDERRAMA, 2014). A experimentação pode ser considerada um meio para abordar problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009).

Mais especificamente, os projetos fatoriais 2k contemplam k fatores, cada um deles com apenas dois níveis: alto ou baixo. Os níveis podem ser quantitativos - valores, concentrações, etc.; ou quantitativos - presença/ausência, tipos diferentes de máquinas, etc. Os projetos 2k são simples de serem analisados, úteis nos estágios iniciais de pesquisa e viáveis quando há muitos fatores a serem investigados (RIBEIRO, 2011).

Em linha com o que foi exposto no capitulo anterior, neste estudo será apresentado os resultados de um projeto de experimento fatorial do tipo 2k, analisando três fatores (material e diâmetro da esfera e meio fluido), cada um deles a apenas dois níveis, buscando analisar o tempo que esferas de diferentes materiais e tamanhos levaram para atingir o fundo de um tubo com fluidos de diferentes densidades. Para um projeto fatorial 2k com três fatores, a dois níveis cada, e mesmas condições experimentais, recomenda-se a realização de duas repetições, resultando em apenas dezesseis ensaios, sem necessidade de blocagem dos fatores. Apesar da simplicidade para sua utilização, o método apresenta resultados interessantes em termos de análise de dados. Através dele, o aluno é capaz de avaliar, por exemplo, os efeitos das interações entre os fatores principais nas variáveis resposta definidas. Este tipo de resultado fornece uma visão muito abrangente ao tomador de decisões. Fica evidenciado, portanto, o alto custo-benefício da ferramenta para o ensino e aprendizagem de DoE.

2.3 Aprendizagem Baseada em Problemas

A Aprendizagem Baseada em problemas (Problem Based Learning - PBL) é uma metodologia de aprendizado que surgiu na década de 70 na escola de medicina da Universidade MCMaster, no Canadá, sendo uma das principais inovações da educação médica nos últimos 30 anos (TOLEDO, 2008; AKILI, 2011). A metodologia baseia-se na mudança do processo de aprendizado, com o aluno desempenhando papel ativo em sua educação, passando a buscar o conhecimento para resolução de problemas complexos (BARROWS, 1996).

Através da metodologia PBL busca-se maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem, abordando problemas que precisam ser solucionados, de forma que em um primeiro momento seja necessário o entendimento dos fenômenos envolvidos para depois buscar os conceitos que os ajudem a encontrar a solução adequada (YEW; SCHMIDT, 2009). Isso o diferencia do método tradicional de ensino, onde as aulas são conduzidas principalmente de forma expositiva pelo professor.

As principais vantagens do PBL estão atreladas ao maior engajamento e comprometimento dos alunos com o aprendizado (YEW, 2009; AKILI, 2011). Esses autores observam que os alunos apresentam uma motivação maior em solucionar os problemas propostos. Para Maccariello, Novicki e Castro (1999, p. 79), "a universidade tem uma

função mais abrangente que a formação de profissionais, pois também objetiva a transmissão, difusão e produção de conhecimentos que contribuam para o encontro de respostas aos desafios sociais, unindo teoria e prática social". Portanto, existe uma grande necessidade da aplicação e disseminação dos conhecimentos gerados aos sistemas produtivos. A pouca propagação de conhecimentos à sociedade e comunidade empresarial demonstra a inexistência de um compromisso com o desenvolvimento socioeconômico e cultural da comunidade em que se encontra instalada a instituição de ensino (JUNG, 2004).

3. ATIVIDADE PROPOSTA

Nesta seção serão apresentados os procedimentos de uma atividade didática desenvolvida para utilizar um experimento 2^k como ferramenta em disciplinas de engenharia.

3.1. Materiais

Os seguintes materiais foram utilizados durante o experimento: tubo de vidro ou outro material translúcido, esferas de diferentes materiais (vidro e plástico) e diâmetros (menor e maior), água (densidade 1 g/mL) e sabão líquido (densidade em torno de 1,2 g/mL).

3.2 Descrição da atividade

A proposta da atividade foi avaliar a influência do material, do diâmetro das esferas e do meio fluido no tempo de queda das esferas até o fundo de um tubo (1,5m de altura). A problemática a ser resolvida consistiu na seguinte questão: "Entre os fatores estudados e suas interações – diâmetro, material das esferas e meio fluido – quais influenciaram no tempo para que as esferas atingissem o fundo do tubo?".

Antes de apresentar os resultados obtidos, vale mencionar que o projeto de experimento proposto no presente trabalho pode ser aplicado para resolução de problemas reais de engenharia, como cálculo de viscosidade. George Gabriel Stokes, matemático e físico britânico, é conhecido por ser um dos principais estudiosos de dinâmica dos fluidos. A Lei de Stokes determina o movimento de uma pequena esfera através de fluidos de diferentes viscosidades e densidades. No viscosímetro de Stokes, que é o tipo mais simples de viscosímetro, abandona-se uma esfera em queda livre no fluido e mede-se sua velocidade terminal (STOKES, 1852). Em seguida, calcula-se a viscosidade por meio da Lei de Stokes. Com base no exposto, o aluno de engenharia pode aplicar na prática os conceitos técnicos, aqui abordados simplificadamente, buscando entender os resultados obtidos através de um projeto de experimentos.

Durante a atividade prática foi observada a importância de se realizar repetições de cada um dos testes, e da aleatoriedade ao selecionar os protótipos que representavam cada um dos níveis dos fatores.

3.2.1 Definição das características de qualidade e da variável de resposta

As características de qualidade são o material e o diâmetro das esferas, e o meio fluido. A variável resposta que se desejou estudar é o tempo de queda (tempo para que a

esfera observada atingisse o fundo do tubo), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Variável de resposta e suas especificações.

Variável de Resposta	Tipo (maior, menor ou nominal)	Meta	Especificações	
			Mín	Máx
Y1: Tempo (segundos)	Nominal	Maior é melhor	0	60

3.2.2 Definição dos parâmetros de processo

Para avaliar o comportamento de diferentes esferas em queda livre em um tubo contendo fluidos de diferentes viscosidades e densidades, foram definidos os seguintes parâmetros do processo: meio fluído, material das esferas, dimensões das esferas e nível do fluído.

3.2.3 Definição dos fatores controláveis e constantes

Dentre os quatro parâmetros definidos do processo, foram escolhidos três (a dois níveis cada) para serem alterados e avaliados no experimento. Os parâmetros controláveis definidos são apresentados na Tabela 2. O único parâmetro do processo mantido constante foi o nível de fluido no recipiente, ao nível 1,5m.

Tabela 2 – Fatores controláveis do processo e seus respectivos níveis.

Fator Controlável	Níveis
Meio fluido	Água e sabão
Material das esferas	Plástico e vidro
Dimensões dos corpos (diâmetro das esferas)	Menor e maior

3.2.4 Definição das restrições experimentais e dos fatores não controlados

Tendo em vista a estratégia adotada de utilizar o mesmo operador para todos os ensaios, foram realizadas duas repetições do experimento, sem necessidade de blocagem. O tubo utilizado no experimento possuía diâmetro adequado de modo a não influenciar no escoamento das esferas.

Os fatores não controlados no processo são também denominados ruídos, sendo inevitáveis durante a execução do experimento. No presente estudo foram identificados: precisão do operador e formação de bolhas de sabão.

3.2.5 Matriz experimental

Após a realização de todos os ensaios e coleta dos valores assumidos pela variável resposta, a Mariz Experimental foi montada na ferramenta Minitab, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz Experimental – duas repetições para o fatorial 2^3.

Ordem	Bloco	Fluido	Material	Diâmetro	Tempo (s)
1	1	Água	Plástico	Menor	18,44
2	1	Sabão	Plástico	Menor	55,48
3	1	Água	Vidro	Menor	2,61
4	1	Sabão	Vidro	Menor	1,89

5	1	Água	Plástico	Maior	5,94
6	1	Sabão	Plástico	Maior	11,92
7	1	Água	Vidro	Maior	1,62
8	1	Sabão	Vidro	Maior	1,87
9	1	Água	Plástico	Menor	18,23
10	1	Sabão	Plástico	Menor	44,56
11	1	Água	Vidro	Menor	2,63
12	1	Sabão	Vidro	Menor	2,14
13	1	Água	Plástico	Maior	5,59
14	1	Sabão	Plástico	Maior	11,01
15	1	Água	Vidro	Maior	1,78
16	1	Sabão	Vidro	Maior	1,59

3.3 Análise e otimização dos resultados

Após a execução do experimento, analisaram-se quais fatores ou combinação de fatores exerceram influência sobre a variável resposta.

3.3.1 Tabela ANOVA e gráfico de pareto

A Tabela ANOVA (Tabela 7) permite estudar a variância de cada fator e suas interações, bem como analisar a significância sobre a variável resposta. Esta última função também é fornecida pelo gráfico de Pareto (Figura 1), de forma visual.

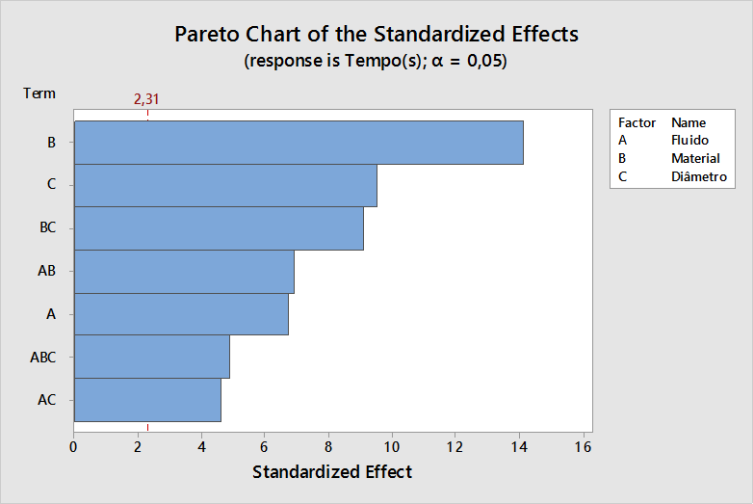
Tabela 7 – Tabela de Análise de Variância: ANOVA.

Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Model	7	3847,13	549,59	73,02	0,00
Linear	3	2525,90	841,97	111,87	0,00
Fluido	1	338,79	338,79	45,01	0,00
Material	1	1502,43	1502,43	199,62	0,00
Diâmetro	1	684,67	684,67	90,97	0,00
2-Way Interactions	3	1144,04	381,35	50,67	0,00
Fluido*Material	1	360,29	360,29	47,87	0,00
Fluido*Diâmetro	1	160,69	160,69	21,35	0,00
Material*Diâmetro	1	623,06	623,06	82,78	0,00
3-Way Interactions	1	177,19	177,19	23,54	0,00
Fluido*Material*Diâmetro	1	177,19	177,19	23,54	0,00
Error	8	60,21	7,53		
Total	15	3907,34			

Term	**Effect**	**Coef**	**SE Coef**	**T-Value**	**P-Value**	**VIF**
Constant		11,70	0,69	17,06	0,00	
Fluido	9,20	4,60	0,69	6,71	0,00	1
Material	-19,38	-9,69	0,69	-14,13	0,00	1
Diâmetro	-13,08	-6,54	0,69	-9,54	0,00	1
Fluido*Material	-9,49	-4,75	0,69	-6,92	0,00	1

Fluido*Diâmetro	-6,34	-3,17	0,69	-4,62	0,00	1
Material*Diâmetro	12,48	6,24	0,69	9,10	0,00	1
Fluido*Material*Diâmetro	6,66	3,33	0,69	4,85	0,00	1

Figura 1 Pareto dos fatores e suas interações



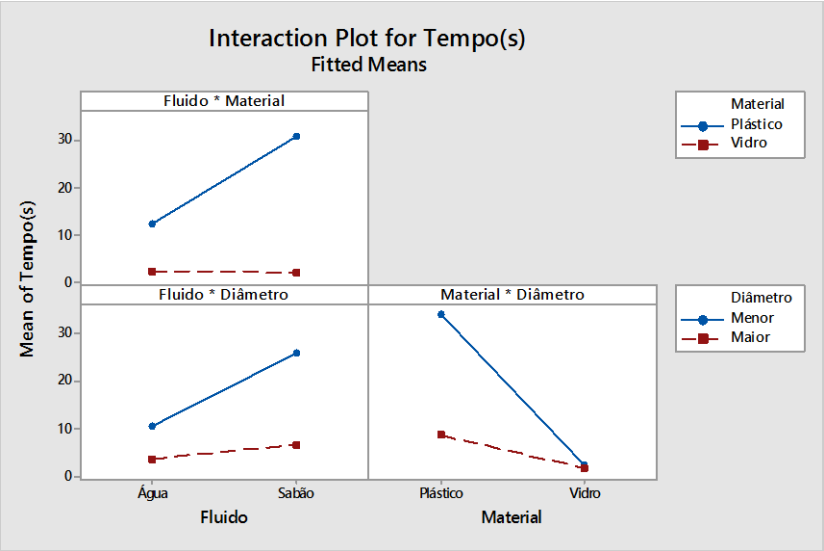
Para a variável resposta estudada (tempo), é possível concluir, através da análise da Tabela ANOVA, que todos os fatores tiveram efeito significativo (nível de significância considerado igual a 5%), considerando que, para todos os casos, o valor de $p<0,05$. Da mesma forma, todo o efeito de interações entre os fatores foram considerados significativos. O gráfico de pareto reforça essa informação, e deixa claro que o fator mais significativo sobre a variável resposta é o material da esfera, e o de menor significância (mas ainda assim significativo para o valor de p) é a interação entre os fatores fluido e diâmetro da esfera.

Quando um corpo ou um objeto qualquer se move em um fluido (ar ou água, por exemplo), o fluido exerce sobre o corpo uma força de resistência, denominada força de arraste, que tende a reduzir a velocidade do objeto. Essa força de arraste depende da força do objeto, das propriedades do fluido a que ele está inserido e depende também da velocidade do corpo em relação ao fluido. Quando imerso em um líquido, o corpo sofre a ação destas três forças: peso, empuxo e a força de arraste (STOKES, 1852). Com base nos resultados obtidos no projeto de experimentos e o conteúdo teórico de uma disciplina de dinâmica de fluidos, o aluno pode verificar na prática o comportamento das esferas e aplicar a Lei de Stokes.

3.3.2 Gráficos dos fatores significativos

Foram gerados os gráficos dos fatores considerados significativos em relação à variável resposta. Para este trabalho, todos os fatores e suas interações foram considerados significativos, conforme a Tabela 7 e a Figura 1). A seguir, são apresentadas as relações da variável resposta com as interações entre os fatores (Figura 3).

Figura 2 Interação entre fatores versus Tempo

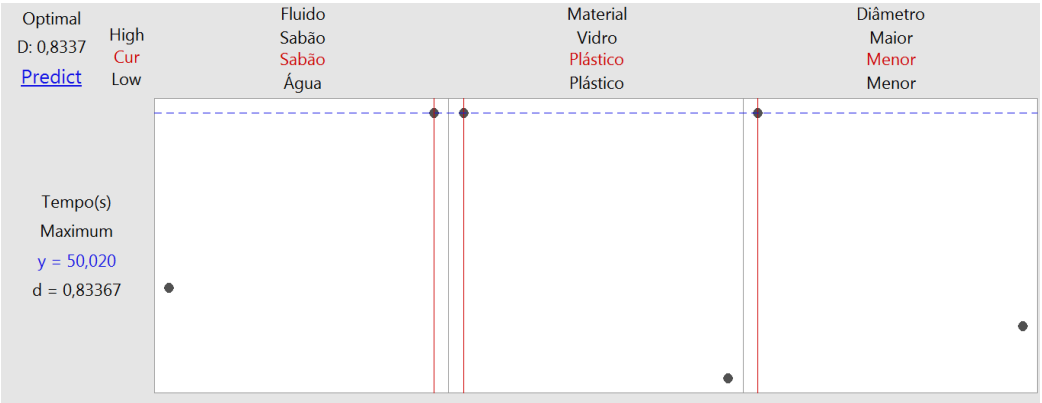


O gráfico apresentado na Figura 3 indica que, para qualquer meio fluido, o diâmetro menor é o que otimiza a variável resposta tempo, que é do tipo maior-é-melhor. De forma análoga, o material que otimiza a variável resposta é o plástico, qualquer que seja o meio fluido. O diâmetro menor otimiza o tempo de queda para a esfera em material plástico, mas o material vidro não exerce influência sobre esse tempo.

3.3.3 Otimização da variável resposta tempo

O Gráfico da Figura 4 apresenta os níveis que devem apresentar cada fator para a otimização da variável resposta tempo. A combinação de fatores que maximiza o tempo de queda é dada pelos seguintes níveis: Fluido sabão, Material plástico e Diâmetro menor. Para estes níveis, a variável resposta atinge seu valor máximo, igual a 50,02 segundos.

Figura 3 Níveis dos fatores para variável resposta ótima



4. CONCLUSÕES

Tendo em vista o objetivo principal deste trabalho, o de utilizar um experimento para o ensino de Projeto de Experimentos, foi escolhido um experimento de queda de diferentes corpos em diferentes meios. Todos os fatores apresentaram dois níveis cada, e a variável resposta medida foi o tempo de queda das esferas através do meio fluido, cujo nível foi

mantido constante a 1,5 metros. Os corpos utilizados foram esferas em diâmetros menor e maior, e em material vidro e plástico. Os meios fluidos adotados foram água (densidade igual a 1 g/mL) e sabão líquido (densidade em torno de 1,2 g/mL). O projeto fatorial 2^k foi realizado com duas repetições e sem blocagem, devido à estratégia de utilização do mesmo operador para todos os ensaios.

Os resultados do experimento mostraram-se satisfatórios para utilização em atividades de docência, uma vez que todos os fatores e suas interações apresentaram resultado significativo em relação à variável resposta (considerando um nível de significância igual a 5%). Os níveis dos fatores fluido, material e diâmetro para a otimização da variável resposta (maximização do tempo de queda das esferas) foram, respectivamente: sabão, plástico e menor. Para estes níveis, o tempo de queda encontrado foi de 50,02 segundos.

Por apresentar materiais e procedimentos simples, o experimento realizado neste trabalho apresenta-se como uma boa sugestão para utilização no ensino acadêmico de Projeto de Experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKILI, W. On Implementation of Problem Based Learning in Engineering Education: thoughts, strategies and working models. 41° ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 2011.

ARANDA, M. H.; JUNG, C. F.; CATEN, C. S. Determinação dos parâmetros operacionais de uma inovação tecnológica através da utilização do Design of Experiments – DOE. Revista Liberato, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 9, 2007.

BANZATTO, D. A.; KRONKA S. N. Experimentação Agrícola. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, São Paulo, p. 73-74, 2006.

BARROWS, H. S. Problem Based Learning in Medicine and Beyond: A Overview. In: L. WILKERSON, and W. H. GIJSELAERS, New Directions for Teaching and Learning, San Francisco, Jossey-Bass Publishers, p.3-11, 1996.

BELHOT, R. V.; NETO, J. D. O. A solução de problemas no ensino de engenharia. XIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, SP, 2006.

BRASIL, J. L.; et al. Planejamento Estatístico de Experimentos como uma ferramenta para a otimização das condições de Bioabsorção de Cu (II) em batelada utilizando-se casca de nozes pecã como biossorvente. Quim. Nova, Vol. 30, No. 3, 548-553, 2007

BOER, F. G.; CATEN, C. S.; PAULA, I. C. Application of the Problem Based Learning Method
in the Discipline 'Statistics for Engineering'. ASEE Zone I Conference, April 3-5, 2014, University of Bridgeport, Bridgpeort, CT, USA, 2014.

BOX, G. E. P.; LIU, P. Y. T.; Statistics as a catalyst to learning by scientific method part I – an example. Journal of Quality Technology, v. 31, n.1, p. 1-15, 1999.

CATEN, C. S. Método de Otimização de Produtos e Processos Medidos por Múltiplas Características de Qualidade. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

DONNI, R. G.; SCHNEIDER, P. S.; ACUNHA JR, I. C. Application of Design of Experiments in the analysis of an evaporative condenser. 21st Brazilian Congress of Mechanical Engineering. Natal, RN, Brazil, 2011.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola, 31(3), pp. 198-202, 2009.

JUNG, C. F. Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Book's, 2004.

LEMOS, 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.

MACCARIELO, M. C. M. M.; NOVICKI, V.; CASTRO, E. M. N. V. Ação pedagógica na iniciação científica. In: CALAZANS, J. (Org.). Iniciação científica: construindo o pensamento crítico. São Paulo: Cortez, 1999.

MONTGOMERY, D. C. Design and Analysis of Experiments, 5ª ed., John Wiley & Son, 2001.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. Projeto de Experimentos. Notas de aula, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

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.

SILVA, M. M. S. Análise estatística de um experimento em blocos ao acaso abordando os aspectos teóricos e práticos. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

STOKES, G. G. Phil. Trans. v. 142. p. 463 – 562, 1852.

TOLEDO, A. C. C. et al. Aprendizagem baseada em problemas: uma nova referência para a construção do currículo médico. Revista Médica de Minas Gerais 18(2): 123-131; 2008.

VALDERRAMA, L.; et al. Uma proposta didática para o ensino de planejamento fatorial em cursos de graduação em química. III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. SANTIAGO DE CHILE, 2014.

WERKEMA, M. C. C.; AGUIAR, S. Planejamento e análise de experimentos: como identificar e avaliar as principais variáveis influentes em um processo. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1996.

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

PROBLEM BASEAD LEARNING IN TEACHING OF DOE

Abstract: *In order to instigate and motivate students of engineering courses, this study seeks, through the application of the Problem Based Learning method, to provide challenging and creative situations for problem solving. The didactic activity proposed to the students uses Design of Experiments (DoE) to evaluate the movement of spheres of different materials and dimensions through fluids with different densities. The results showed significant correlations between the factors and the response variable, reinforcing the possibility of application of the DoE as a tool for the search of engineering solutions and favoring learning.*

Key-words: *Active Learning, Problem Based Learning, Design of Experiments, DoE*