



AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DE ENGENHARIA DIANTE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)

Juliana K. Sagawa – juliana@dep.ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Departamento de Engenharia de
Produção

Rodovia Washington Luiz – Km 235

13565-905 – São Carlos – São Paulo - Brasil

Vinicius D. Buzo – donatoni_buzo@hotmail.com

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Departamento de Engenharia de
Produção

Rodovia Washington Luiz – Km 235

13565-905 – São Carlos – São Paulo - Brasil

Resumo: *O presente artigo objetiva avaliar a efetividade e a viabilidade da aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) em comparação ao método tradicional, dentro do âmbito de ensino de Planejamento e Controle da Produção 1 para alunos do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O método PBL foi aplicado em sala de aula seguindo suas premissas. Primeiramente, criou-se um “Jogo de Empresa” no qual se apresentou uma situação-problema real. Para resolver as várias tarefas do jogo, os alunos deviam buscar o embasamento teórico necessário por si mesmos, uma vez que esse conteúdo não foi ministrado diretamente pelo professor. Visando avaliar a efetividade da aprendizagem dos alunos, bem como suas percepções em relação ao método, desenvolveu-se um levantamento do tipo survey baseado em constructos relacionados ao estilo de aprendizagem dos alunos, à sua dedicação à atividade dada e desempenho na mesma, à sua autoavaliação em relação ao aprendizado, entre outros. Os dados foram coletados por meio de questionários e as respostas foram tratadas utilizando-se métodos estatísticos de análise multivariada, mais especificamente, métodos de agrupamento. Como resultado, foi possível observar diferentes perfis de aprendizagem dos alunos, bem como identificar qual tipo de perfil estava associado a um melhor desempenho no jogo e na disciplina. Por meio de análise qualitativa, também foram observados indícios de possíveis relações entre os constructos definidos. Por exemplo, observou-se que os alunos que apresentam preferência por trabalhos em equipe tendem a obter notas melhores no jogo e nas provas.*

Palavras-chave: *PBL, Aprendizagem baseada em problemas, Ensino em engenharia, Método de ensino, Survey, Análise estatística*



1. INTRODUÇÃO

As mudanças ocorridas nos modos de produção, combinadas a fatores tecnológicos e informacionais estão pondo em pauta a necessidade de se adaptar às novas condições sociais e econômicas. Dessa forma, está sendo redescoberto que saber captar dados, analisá-los, gerar informações e utilizá-las de forma criativa e perspicaz, é um conceito estratégico nacional (MELLO, 1991).

Dado esse valor do aprendizado, a metodologia utilizada para sua difusão no contexto estudantil, se torna assunto prioritário. As discussões que envolvem o desgaste e a ineficiência do modelo atual de ensino e também a complexidade dos problemas atuais, mostram que existem obstáculos na transmissão e recepção das informações. Além disso, há a necessidade de combinar a alta taxa de volume de conhecimento transmitido aos alunos com a sistemática e as habilidades requeridas no dia a dia do trabalho (RIBEIRO, 2010).

O sucesso profissional requer habilidades e conhecimentos que são pouco aplicados no método convencional, como saber trabalhar de maneira totalmente independente e em grupo, ser pró-ativo à medida que se necessita de informações e saber manipular dados gerando informações que baseiem as tomadas de decisões (ANGELO & BERTONI, 2011).

Uma ferramenta educacional que procura minimizar os problemas relatados e potencializar o aprendizado é a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Assim, esta pesquisa objetiva avaliar a efetividade e a viabilidade da aplicação da metodologia PBL em comparação ao método tradicional de ensino da engenharia, mais precisamente, focada no ensino de Planejamento e Controle da Produção 1 (PCP 1) para alunos do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos.

Deseja-se também observar se os alunos desenvolveram algumas das habilidades que se espera serem obtidas com o PBL, segundo a literatura específica da área. Ou seja, assimilar com mais exatidão os reais desempenhos dos alunos em diferentes habilidades, viabilizando, possivelmente, criar uma base para que mecanismos e ferramentas de ensino possam ser mais bem aplicados no ensino da engenharia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DEFINIÇÃO GERAL DO MÉTODO PBL

O método de Aprendizagem Baseada em Problemas ou PBL (Problem Based Learning) começou a ser aplicado em 1969 na universidade de McMaster University no Canadá, primeiramente, a alunos de medicina (PERRENET ET AL., 2000). Entretanto, mesmo que o método tenha sido inicialmente utilizado no estudo dessa área, suas estruturas e ferramentas mostraram-se eficazes quando aplicadas em outras áreas do ensino, sem que perdessem seus fundamentos.

A aprendizagem baseada em problemas (PBL – PROBLEM BASED LEARNING) é uma metodologia que utiliza casos reais para simular e estimular os participantes, desenvolvendo neles o pensamento cooperativo, investigativo e as habilidades que seriam necessárias caso o problema fosse real. Além disso, há ainda o aprendizado dos conceitos formais e fundamentais da área estudada.

O PBL junto a outras metodologias educacionais procura resolver as questões relativas ao ensino convencional, em que há uma grande quantidade de informações tecnológicas e científicas a serem ensinadas que, lamentavelmente, se tornam obsoletas a altas taxas de velocidade.



A literatura recomenda que o ensino superior seja pautado na integração entre teoria e prática, e é nesse contexto que o PBL se torna novamente um método diferente (RIBEIRO, 2010). Nele, os alunos aprendem os conceitos e habilidades por meio da resolução de problemas e reflexão sobre suas experiências. Por isso, é bem útil para auxiliar os estudantes se tornarem aprendizes ativos, já que situa a aprendizagem em problemas do mundo real e faz com que os alunos se sintam responsáveis pela a quantidade e qualidade dos conhecimentos adquiridos. (HMELO-SILVER, 2006).

A utilização de uma nova metodologia de ensino, como o PBL envolve uma gama de transformações e adaptações dos elementos envolvidos. As mudanças ocorrem desde processos educacionais até nos comportamentos dos elementos envolvidos, isto é, dos alunos e professores.

O PBL é um método que foca nos alunos, tornando-os mais independentes dos professores, podendo determinar, ao menos parcialmente, os assuntos que lhes interessam. Essa responsabilidade adicionada os torna mais aptos a serem aprendizes por toda a vida, à medida que são, cada vez mais, responsáveis sobre seus aprendizados. Existe a necessidade de reforçar a premissa de que o aluno é responsável por sua aprendizagem, independentemente da metodologia utilizada. Ainda assim, deve-se atribuir a respectiva tarefa aos alunos, responsabilizando-os sobre os resultados ao qual chegarem.

Se aplicada, a metodologia do PBL é capaz de produzir as habilidades mais necessárias no dia a dia dos profissionais, como adaptabilidade a mudanças; habilidade de solucionar problemas incomuns; pensamento criativo e crítico; visão holística, além de treiná-los para serem capazes de aprender por si só. Ou seja, o estudante se torna uma pessoa hábil para integrar os conhecimentos teóricos com os práticos.

Em relação ao corpo docente, os professores devem se comportar de maneira diferente da metodologia convencional, na qual apenas transmitem os conhecimentos de forma emissiva sem que haja muita interação com os alunos. Se não há questionamentos dinâmicos, as teorias e suas fundamentações não podem ser debatidas e assimiladas de modo integral.

Vale dizer que a adoção do PBL na sala de aula traz perspectivas diferentes sobre o mesmo problema, sublinhando questionamentos anteriormente menosprezados e englobando situações com perfis mais complexos do que os usuais, de modo que os professores deverão saber administrá-las e compreendê-las ao passo que os conhecimentos são trocados (RIBEIRO, 2010).

3. METODOLOGIA

Nesta seção, apresentam-se a metodologia utilizada para conduzir a pesquisa e as etapas realizadas. Antes disso, contudo, descreve-se como se deu a aplicação da metodologia PBL na disciplina Planejamento e Controle da Produção 1, uma vez que esta aplicação está diretamente relacionada ao objeto de estudo dessa pesquisa.

3.1. Contexto de aplicação

É importante salientar que o método PBL foi aplicado em sala de aula seguindo suas premissas. Primeiramente, criou-se um “Jogo de Empresa” no qual se apresentou uma situação-problema, baseada na realidade do trabalho do profissional engenheiro de produção. Esse problema foi adaptado de um caso real de consultoria realizado em uma empresa.



Os dados do jogo foram inseridos em partes (semanalmente) no ambiente digital Moodle-UFSCar (programa de armazenamento em nuvem). Os alunos fizeram as atividades em grupo em horários diferentes dos períodos de aula e o conteúdo que apoiaria o desenvolvimento das soluções foi fornecido somente algumas semanas depois que cada tarefa havia sido realizada. Assim, seguiu-se a premissa do PBL de não se apresentar os conceitos teóricos previamente à solução da situação-problema, deixando que os alunos construíssem o conhecimento e utilizassem as aulas para fixação do aprendizado.

Os conteúdos do jogo incluíram assuntos que variaram desde conhecimentos específicos relacionados à disciplina sendo ministrada até os mais gerais. Alguns exemplos são: elaborações de perguntas sobre o texto dado; criação de um cronograma do projeto a ser desenvolvido, entre outros correlatos. Como regra do jogo, foi vedada a comunicação entre os grupos, uma vez que a situação-problema dada era comum a todos os grupos e cada um deveria buscar a sua solução particular para a situação. Vale dizer que os alunos foram motivados por meio da divulgação periódica de rankings relativos ao desempenho dos grupos nas tarefas no Moodle-UFSCar, o que os aproximou da realidade competitiva do ambiente laboral. Ao final, cada um dos grupos apresentou as soluções que haviam dado aos problemas, permitindo que todos os alunos avaliassem as diferenças e similaridades entre as soluções encontradas.

3.2 - Caracterização da pesquisa e etapas de desenvolvimento

A partir das reflexões feitas sobre o PBL, suas aplicações e resultados, surgiram questões que fundamentaram a pesquisa e auxiliaram a delinear a metodologia utilizada. As questões são apresentadas a seguir:

- Como o PBL pode modificar o aprendizado convencional?
- Qual é o melhor método educacional para desenvolver nos alunos as habilidades requeridas no trabalho futuro?
- De que forma o PBL produz as mudanças de habilidades?
- Quais são as habilidades desenvolvidas a partir do uso do método PBL no corpo discente e docente?
- As principais teorias são compreendidas no PBL de forma menos aprofundada se comparada com o método convencional?
- Qual é a percepção dos alunos sobre a própria aprendizagem alcançada com o método PBL?
- Os alunos se sentem motivados a aprender quando são colocados diante das situações-problema propostas pelo método PBL?
- Os alunos percebem que as habilidades desenvolvidas podem ser úteis para sua atuação profissional futura?

Com base em Chauchick Miguel (2010), uma maneira apropriada de se avaliar fenômenos de diferentes áreas dentro da Engenharia de Produção é por meio de um levantamento de pesquisa de avaliação (survey), em que o objetivo geral consiste na contribuição para o conhecimento em uma área particular de interesse.

Assim, decidiu-se que a survey seria a melhor ferramenta de levantamento de dados a ser utilizada, pois, por meio dela, seria possível obterem-se os dados relativos às características e opiniões de uma amostra de estudantes do curso de engenharia de produção da Universidade



Federal de São Carlos, mais precisamente, da disciplina de Planejamento e Controle da Produção 1.

Ganga (2012) destaca que um levantamento do tipo survey pode ser de três diferentes tipos: exploratório, descritivo ou explanatório. Quando o caráter é descritivo, como é o caso da presente pesquisa, busca-se entender a importância da ocorrência de determinado fenômeno e a distribuição deste na população.

Primeiramente, para a realização da pesquisa, foram definidas hipóteses e fronteiras baseadas na literatura da área em questão. Essas delimitações sobre o PBL possibilitaram a formação de constructos, ou seja, baseando-se nas premissas do PBL foram abordados os conceitos e deles derivaram-se variáveis que culminaram na formação das perguntas do questionário.

Para a extração dos dados pela survey, os alunos responderam questionários autoaplicáveis de maneira a fornecer uma base de dados para as análises.

A amostra original obtida consistia em 20 alunos, sendo esses dados coletados apenas uma vez no tempo, caracterizando uma survey Corte transversal (Cross-Sectional). Em seguida, foi feito o tratamento dos não respondentes, dos dados faltantes, a verificação da qualidade das respostas e o cadastramento de dados para possíveis futuras análises. Esses procedimentos geraram uma amostra de 13 alunos.

Conforme destaca Cauchick Miguel (2010), a escolha da forma de análise dos resultados de um levantamento depende de alguns fatores, a saber: do tipo de relação entre as hipóteses testadas, do número de variáveis e de seu tipo (qualitativas ou quantitativas).

Para a análise dos resultados do levantamento pretendido nessa pesquisa, observou-se a necessidade de utilizar estatística multivariada e testes não paramétricos. Isto se justifica por que:

- A maioria das variáveis do questionário é qualitativa ordinal, uma vez que os respondentes deram notas, dentro de uma escala, sobre vários aspectos relativos à atividade realizada e relativos à sua aprendizagem;
- Uma das variáveis de resposta, que é a nota do aluno, foi quantitativa. Além da nota, haverá outras medidas qualitativas de desempenho do aluno, como sua própria autopercepção do aprendizado alcançado.

A relação entre as hipóteses a serem testadas pode ser de dependência ou interdependência. No caso em questão, são relações de interdependência, já que se objetiva identificar grupos de alunos com determinado perfil antes de se examinar as estruturas de associações entre as variáveis que foram coletadas, por exemplo, diferenças de desempenho na atividade PBL possivelmente relacionadas ao perfil dos grupos.

Para se analisar as relações de interdependência entre as variáveis, utilizou-se de uma análise de agrupamento (análise de clusters), que se aplica às variáveis qualitativas ordinais e também fornece informações sobre a covariância entre tais variáveis. A análise de agrupamento pode ser aplicada quando se tem um conjunto de dados quantitativos, qualitativos ou mistos (qualitativos e quantitativos) referentes às observações coletadas. Assim, foi possível se fazer uma análise de agrupamento por método hierárquico utilizando-se o software Statistica 8, que resultou na formação de um dendrograma. Utilizou-se, neste caso, a distância euclidiana que é um coeficiente de dissimilaridade, pois quanto maior a distância, maior a dissimilaridade entre as unidades ou objetos nos grupos (ou o oposto: quanto menor a distância, maior a similaridade).

É aconselhável por muitos pesquisadores da área, a utilização dos métodos hierárquicos juntamente aos não hierárquicos. Um método hierárquico, como o utilizado anteriormente,

possui a capacidade de definir um número K de grupos e detectar observações atípicas. Assim, através das vantagens que os métodos hierárquicos possuem e da habilidade dos métodos não hierárquicos em refinar os resultados, pôde-se chegar a resultados mais satisfatórios do que aqueles feitos por apenas um método. Como método não hierárquico, utilizou-se o K-means.

O fluxograma específico de desenvolvimento dessa pesquisa é apresentado na Figura 1, a seguir. Este fluxograma resume as etapas descritas até então.



Figura 1 - Etapas da pesquisa

4. DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir, será apresentada uma tabela que ilustra cada constructo definido no delineamento do modelo teórico conceitual, acompanhado pelas respectivas definições e dimensões (tabela 1). Posteriormente, na tabela 2, serão mostradas todas as dimensões e seus respectivos questionamentos.

Tabela 1 - Descrição de cada Constructo com suas respectivas dimensões

Constructo	Descrição	Dimensões
Autoavaliação	Busca-se entender qual foi a percepção do aluno em relação ao tempo gasto para o seu aprendizado e à profundidade da solução proposta na resolução do caso.	AUTO_MARC; AUTO_PERCEP; AUTO_PROFUND
Dedicação	Avalia-se a dedicação do próprio aluno com relação às disciplinas do semestre em comparação à Planejamento e Controle da Produção 1 e à disciplina de maneira geral. Além disso, busca-se determinar qual foi a dedicação dos integrantes do grupo e do aluno respondente em relação ao caso dado.	DEDIC_DISC_SEM; DEDIC_GERAL; DEDIC_GRUP_PBL; DEDIC_IND_PBL; DEDIC_PBL
Desempenho	Busca-se mensurar o desempenho dos alunos na prova e comparar esse resultado com o do jogo (PBL).	DESEMP_COMPARA; DESEMP_PROV
Estilo	Tenta-se entender sobre diferentes perspectivas a relação entre o aluno e os métodos de trabalho avaliados nessa pesquisa (método convencional ou PBL). Ou seja, foram questionados se preferem trabalhar sozinho ou em grupo, se se sentem motivados com uma situação-problema e até mesmo se gostam de métodos alternativos de aprendizagem.	ESTILO_DIVERT; ESTILO_GRUPO; ESTILO_INDIV; ESTILO_MOTIV_DES; ESTILO_PBL; ESTILO_PROVA
Habilidades	Procura-se entender qual a efetividade sentida no desenvolvimento de habilidades profissionais não trabalhadas diretamente em sala de aula pelo método convencional e qual a importância que se deposita no aprendizado dessas novas habilidades.	HAB_DESENV; HAB_IMPORT
Trabalho em Grupo	Visa-se avaliar o grau de integração sentido pelo aluno com relação ao seu próprio grupo.	TRAB_INT_GRUPO
Utilidade	Busca-se definir qual a percepção do aluno sobre a relevância da atividade de resolução de situações-problema em sua atuação profissional futura ou no desenvolvimento de atividades extracurriculares.	UTIL_EXTRA; UTIL_PROF
Visão	Planeja-se definir a importância de uma disciplina específica do curso em relação à atuação profissional futura do aluno, a estrutura do curso de engenharia de produção e às outras matérias de outros departamentos (ex: física, química, materiais etc.)	VISAO_DEP; VISAO_ESTRUT; VISAO_OUTRAS

Tabela 2 - Dimensões e seus respectivos questionamentos.

<u>Dimensões</u>	<u>Questões</u>	<u>Dimensões</u>	<u>Questões</u>
AUTO_MARC	O tempo gasto com o jogo compenrou, apesar de tudo, pois aprendi bastante e esse aprendizado me marcou.	ESTILO_INDIV	Gosto de estudar sozinho.
AUTO_PERCEP	Acho que o jogo foi efetivo (aprendi bastante com o jogo).	ESTILO_MOTIV_DES	Enfrentar uma situação-problema é motivante, me estimula a buscar uma resposta.
AUTO_PROFUND	Qual é a sua percepção sobre o nível de profundidade da solução que seu grupo apresentou para o caso?	ESTILO_PBL	Não Gosto desse método de ensino: jogo (caso) e PBL.
DEDIC_DISC_SEM	Estudei bastante para a prova de PCP em comparação com outras provas do mesmo semestre.	ESTILO_PROVA	Prefiro apenas fazer prova (pois não gosto de métodos de avaliação alternativos).
DEDIC_GERAL	Segundo minha avaliação pessoal, dediquei-me bastante à disciplina no geral, em comparação às demais disciplinas.	HAB_DESENV	Resolver um problema próximo do real, em que as condições de contorno e a resposta não são bem definidas, foi importante para desenvolver outras habilidades.
DEDIC_GRUP_PBL	O quanto você considera que o grupo participou e foi pró-ativo na busca da solução das tarefas do jogo (na média)?	HAB_IMPORT	Não acho que seja importante desenvolver essas habilidades em um curso de Engenharia.
DEDIC_IND_PBL	O quanto você considera que participou e foi pró-ativo na busca da solução das tarefas do jogo?	TRAB_INT_GRUPO	Meu grupo foi integrado, posso dizer que trabalhamos em equipe.
DEDIC_PBL	Dediquei-me bastante à atividade dada (jogo).	UTIL_EXTRA	Utilizei alguma coisa aprendida durante a disciplina em alguma atividade extracurricular.
DESEMP_COMPARA	Como foi seu desempenho geral na disciplina, comparando-se as provas e o jogo?	UTIL_PROF	A forma do trabalho e os temas tratados relacionam-se à área em que pretendo atuar profissionalmente no futuro.
DESEMP_PROV	Qual foi seu desempenho nas provas da disciplina?	VISAO_DEP	Acho importante me dedicar às disciplinas da Engenharia de Produção, uma vez que elas estão ligadas diretamente à minha atuação profissional futura.
ESTILO_DIVERT	Fazer o trabalho (participar do jogo) foi divertido/prazeroso.(PERCEP)	VISAO_ESTRUT	Estou acostumado com essa conduta e acredito que ela seja inerente à estrutura e formação do curso.
ESTILO_GRUPO	Gosto de trabalhar em equipe.	VISAO_OUTRAS	Eu estudo mais para disciplinas de outros departamentos (Matemática, Física, Eng. Química e Materiais, etc) do que para as disciplinas da Engenharia de Produção.

Após a escolha das variáveis e o tratamento das respostas dos questionários, foram necessárias três etapas para que se pudesse gerar o dendrograma por meio do software Statistica 8. O dendrograma é formado por processos de aglomeração ou divisão que produzem uma estrutura em árvore, sendo que na base desta, é possível observar a formação de grupos dependendo da altura em se corta com uma linha horizontal o gráfico no eixo vertical.

O primeiro passo consistiu em padronizar a matriz de dados por dois motivos, eliminar a influência das unidades que podem arbitrariamente afetar o grau de semelhança entre os objetos e garantir que os atributos contribuíssem com o mesmo peso para o cálculo do coeficiente de semelhança entre os objetos.

O segundo passo foi a escolha do coeficiente de semelhança. Este coeficiente se define pela maneira na qual será medida a correspondência ou semelhança entre os abjetos a serem agrupados. No caso em questão a medida escolhida foi a Distância Euclidiana.

A escolha da estratégia de agrupamento é o terceiro passo e, desse modo, a Single Linkage foi a escolhida. Nessa, o distanciamento entre os grupos é definido como sendo a distância entre os elementos mais próximos de cada grupo.

Esses passos culminaram no dendrograma a seguir:

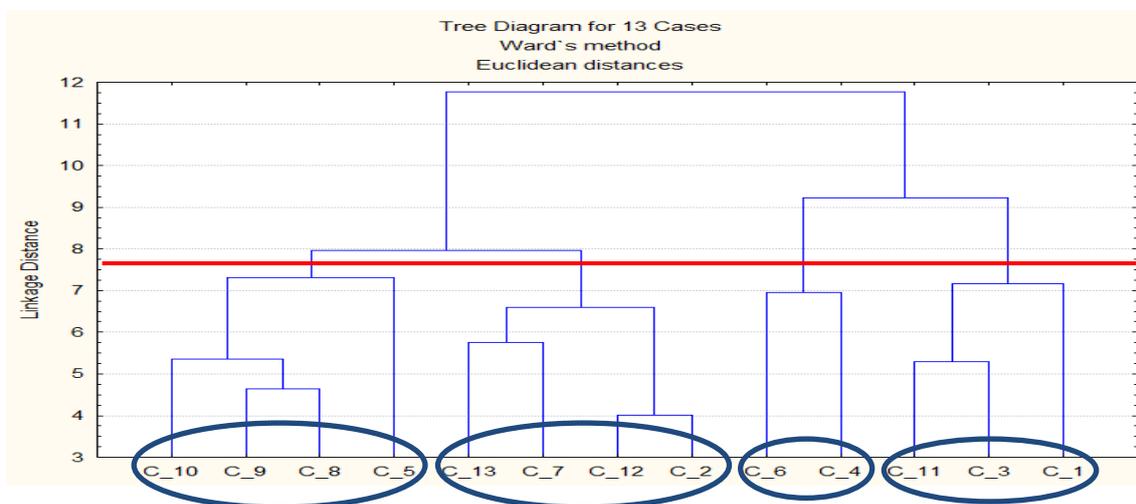


Figura 2 - Dendrograma mostrando a formação de 4 grupos de alunos

Em seguida, utilizando-se do dendrograma gerado (figura 2), foi possível observar que o valor encontrado para K era igual a quatro. Posteriormente, com o valor de K definido, utilizou-se de uma análise chamada K-means. Esse último método mencionado pressupõe que o número de grupos a ser formado seja previamente definido, ou seja, utilizou-se o valor de K=4 para a confecção do gráfico da figura 3.

É importante salientar que se considera o K-means como uma análise não hierárquica, pois este não se baseia na construção de uma estrutura de árvore, mas sim na melhor solução na formação de K agrupamentos.

Considera-se essencial informar que cada um dos 4 grupos (clusters) formados está representado por uma cor. Além disso, cada grupo possui os centróides de cada uma das dimensões, sendo que esses são representados por pequenos pontos no eixo vertical do gráfico, logo acima de cada dimensão. Por definição, centroide é a média dos valores de todos os respondentes para cada uma das questões.

Essa análise gerou o gráfico da figura 3. Ademais, a tabela 3 identifica o número de alunos por grupo de acordo com o Método K-means.

Assim, a partir da análise da tabela 3 e da figura 3 se extraíram os dados dos grupos e suas respectivas informações para posterior comparação com as hipóteses.

Tabela 3 - Número de alunos por grupo de acordo com o Método K-means.

Número de alunos por grupo pelo Método K-means				
Grupo	Azul	Vermelho	Verde	Rosa
Número de alunos	3	3	4	3

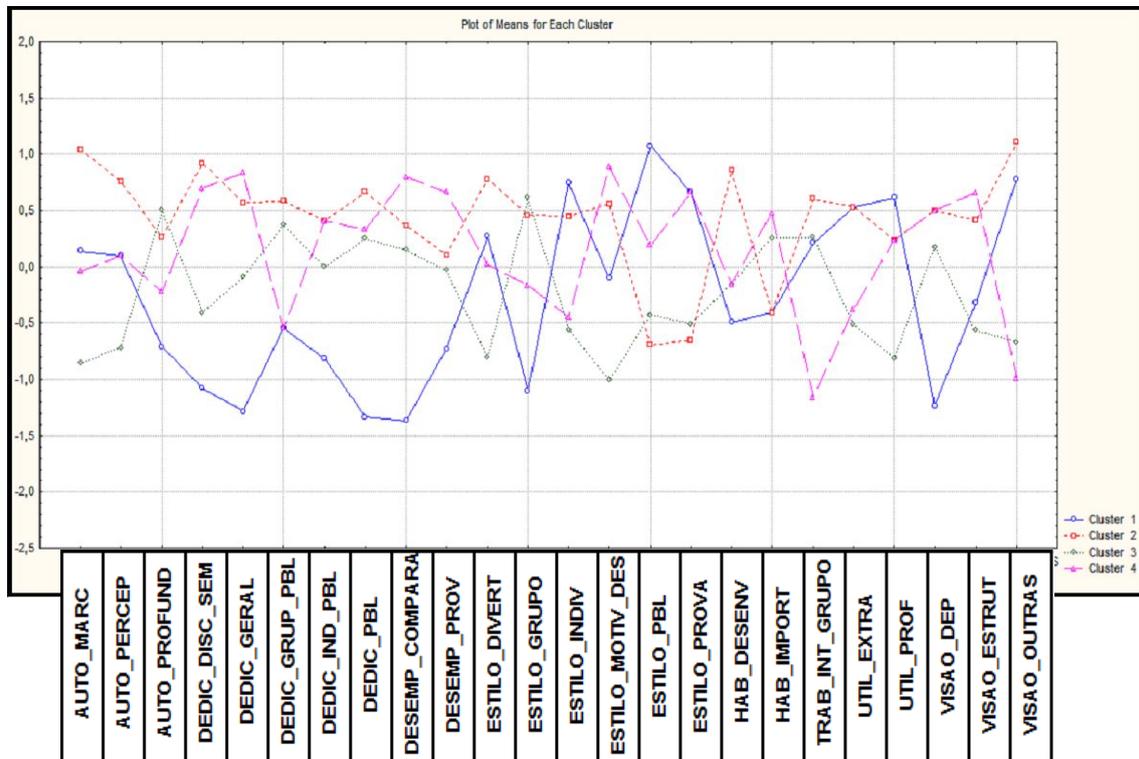


Figura 3 - K-means para K=4

A partir do estudo dos grupos mostrados no gráfico anterior (figura 3) foi possível extrair informações para uma primeira análise qualitativa de possíveis relações entre os constructos.

Um exemplo das relações analisadas se encontra a seguir (figura 4):

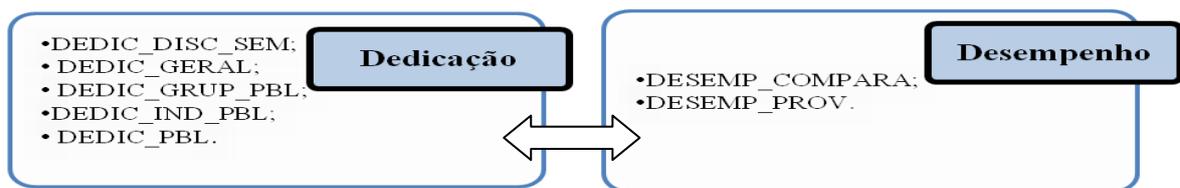


Figura 4 - Relação dos constructos com suas respectivas dimensões.

Relações encontradas entre os dois constructos acima (figura 4) considerando todas as suas respectivas dimensões e, também, o entendimento da combinação do comportamento de cada um dos 4 grupos formados:

- Quanto maior a dedicação à disciplina no geral e em comparação com as outras do mesmo semestre, melhores resultados foram obtidos nas provas e no jogo.
- Quanto maior a dedicação individual, melhores foram os resultados obtidos, entretanto, não se pode afirmar o mesmo para a dedicação do grupo. Nesse segundo caso, o resultado não apresentou evidências qualitativas.



A partir da comparação entre os outros constructos, puderam-se extrair essas outras informações:

- Observa-se uma tendência a se obter notas mais altas no jogo e nas provas, aqueles alunos que apresentam preferência por trabalhos em equipe e pelo método PBL.
- A integração do grupo não foi, aparentemente, um fator importante no desempenho, sendo que os grupos com maiores valores de integração obtiveram desempenhos medianos, além disso, o grupo com melhor desempenho teve a mais baixa integração.
- De forma qualitativa, percebe-se que os grupos que obtiveram melhores desempenhos presumem ter conseguido alcançar níveis mais profundos de soluções para o jogo. Entretanto, não houve essa relação para os grupos, quando se compara o aprendizado com o desempenho e nem na comparação do aprendizado com os níveis de profundidade das soluções.
- Os que preferem trabalhar em grupo e com o jogo acreditam ter alcançado melhores níveis de profundidade das soluções.
- Há evidências de que quanto maiores foram o divertimento e a motivação, maior foi o aprendizado, entretanto o mesmo não acontece quando se compara divertimento e motivação com o nível de profundidade.
- Os que acreditam que exista utilidade do conteúdo no futuro acreditam que aprenderam com o jogo.
- Os que apresentaram gostar mais do jogo foram os que mais se dedicaram individualmente.
- Os que se sentiram motivados com a situação problema foram os que mais se dedicaram a disciplina em comparação com as outras do mesmo semestre.
- Os que mais se divertiram foram os que mais se dedicaram.
- Percebe-se que os que veem utilidade futura na disciplina foram mais dedicados tanto no geral quanto em comparação com as outras disciplinas do semestre.
- Os que tiveram maior dedicação acham que estudar menos para o DEP seja algo estrutural.
- Quanto mais importante consideram as disciplinas do DEP, maior dedicação e melhores desempenhos foram percebidos.
- Os alunos que não acham que estudam mais para as disciplinas dos outros departamentos foram os que obtiveram melhores desempenhos.

5. CONCLUSÃO

As análises realizadas evidenciaram o perfil geral dos alunos que obtiveram um bom desempenho na prova e no jogo. Aqueles que possuem essas qualidades têm as seguintes características: gostam do método PBL e têm preferência por trabalhos em equipe; dedicaram-se bastante à disciplina no geral e em comparação com as outras do mesmo semestre; desenvolveram soluções mais aprofundadas para o jogo; consideram as disciplinas do Departamento de Engenharia de Produção importantes; dedicaram-se mais individualmente e não acreditam estudar mais para as disciplinas de outros departamentos.

Entretanto, não houve relação qualitativa perceptível entre o desempenho e os seguintes fatores: a integração do grupo; a dedicação do grupo; a utilização profissional futura dos conteúdos; o uso em atividades extracurriculares; os alunos não acreditarem ser importante desenvolver as habilidades que são estimuladas pelo PBL e que a simulação de um problema real seja importante para desenvolver outras habilidades.



Ademais, o constructo “Dedicação” é qualitativamente relacionado ao “Estilos de Aprendizagem”, dessa maneira, se torna perceptível que os alunos que se sentiram motivados com a situação-problema, que gostaram e se divertiram com o jogo são os que mais se dedicaram à disciplina. Em outras palavras, percebe-se que a motivação para as situações-problema é um fator importante quando se deseja obter mais dedicação dos alunos. Desse modo, fatores motivacionais podem ser alinhados as estratégias de ensino para a obtenção de, possivelmente, melhores resultados.

É necessário acrescentar que ao se analisar o constructo “Desempenho” em relação aos constructos “Percepção da Utilidade do Aprendizado” e “Habilidade” não foi possível extrair nenhuma relação aparente. Isso nos mostra evidências qualitativas de que os alunos, possivelmente, podem não ter internalizado ou, ao menos, percebido que as habilidades incentivadas pelo PBL e a utilização do aprendizado no futuro são reais e importantes. Soma-se essa informação à afirmação qualitativa de que os alunos que veem utilidade futura do aprendizado, que consideram as disciplinas do DEP importantes e que não acham que estudam mais para as outras áreas de conhecimento foram os que alcançaram os melhores desempenhos.

Adiciona-se a esses fatos, a informação de que os alunos que acreditam que exista utilidade do conteúdo aprendido no futuro, que consideram as disciplinas do Departamento de Engenharia de Produção (DEP) de suma importância e que não estudam mais para as disciplinas de outros departamentos (áreas de estudo), são os que, ao mesmo tempo, acreditam ter aprendido, tiveram os melhores desempenhos e foram os mais dedicados à disciplina tanto de maneira geral quanto em comparação com as outras disciplinas do mesmo semestre.

O método utilizado no contexto educacional é um fator de extrema importância e deve ser escolhido cuidadosamente para a obtenção de resultados superiores de aprendizagem. A maioria dos alunos afirmou que gosta do PBL e que aprendeu de forma mais lúdica. Este resultado é um possível estímulo a que a metodologia seja aplicada no ensino de engenharia. Outro ponto que pode ser observado é que alunos que apresentam um estilo de aprendizagem mais parecido com as bases do PBL, como preferência por jogos, simulações, trabalhos em grupo e diversão durante a realização das atividades, percebem ter tido soluções mais profundas e/ou um maior aprendizado.

Portanto, a aplicação do método PBL em sala de aula obteve evidências qualitativas de que foi efetiva, se observado o perfil de pré-disposição do aluno a esse método, pois os alunos que tiveram melhores desempenhos são os que gostaram e se divertiram mais com essa maneira de avaliação. Além disso, o trabalho motivacional junto aos alunos apresentou evidências de que é muito importante e a internalização sobre a utilidade do aprendizado das habilidades e do conhecimento teórico pode ser uma boa candidata a uma fonte de motivação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, A.; ANGELO, M., Análise da aplicação do método PBL no processo de ensino-aprendizagem em um curso de computação. Revista de ensino em Engenharia, v. 30, n. 2, p. 35-42, 2011.

CHAUCHICK MIGUEL, Pedro., Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. ed. 1, Ed. Elseiver, Rio de Janeiro, 2010.



GANGA, Gilberto Miller Devós. UNIVERSIDADE DE FRANCA, Trabalho de Conclusão de curso na Engenharia de Produção: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

HMELO-SILVER, C.; BARROWS, H., Goals and strategies of a Problem-Based learning facilitator., *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, v.1, n.1, p 21-39, 2006.

MELLO, G. N. Políticas públicas de educação. Estudos avançados, 1991

PERRENET, J. C.; BOUHUIJS, P.A.J.; SMITS, J. G. M. M., Suitability of PBL for Engineering. *Teaching in higher education* v.5, n.3, p. 345-359, 2000.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior. 1^a ed. Ed. EdUFSCar, São Carlos, 2010.

LEARNING EVALUATION OF ENGINEERING STUDENTS FACED BY THE APPLICATION OF THE METHODOLOGY BASED LEARNING PROBLEMS (PBL)

Abstract: *This paper aims to evaluate the effectiveness and feasibility of applying the Problem Based Learning (PBL) methodology to the students of Industrial Engineering from Federal University of São Carlos (UFSCAR) that attended the subject Production Planning and Control 1 . The PBL method was applied in the classroom following its premises. Firstly, a "Business Simulation Game" presenting a real problem-situation was created. To resolve the various tasks of the game, the students should find the necessary theoretical basis by themselves, since it was not directly taught by the professor. A survey was created to evaluate the effectiveness of their learning, as well as their perceptions about the method. This survey was based on the constructs related to the learning style of the students, to their dedication and performance in the given activity, to their self -assessment in relation to the learning, among others. The data were collected by means of questionnaires and the answers were treated using statistical methods of multivariate analysis, specifically, clustering methods. As results, different profiles/styles of learning were observed; it was also possible identify which type of profile was associated to a better performance in the game and in the subject. Besides that, by means of qualitative analysis, indications of possible relationships between the defined constructs were collected. For instance, those students who prefer working in groups tended to have better grades on the game and the tests.*

Key-words: *PBL, Problem based learning, Engineering education, teaching method, survey, statistical analysis*