

## PROPOSTA E INTERPRETAÇÃO DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO EM UMA DISCIPLINA DE ENGENHARIA BASEADA NO ENSINO ATIVO

Anna Paula Galvao Scheidegger<sup>a</sup>, Juliana Helena Daroz Gaudêncio<sup>\*a</sup>, Camila Pereira Pinto<sup>a</sup>, Joao Batista Turrioni<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia de Produção e Gestão, UNIFEI, Itajubá – MG

### RESUMO

A necessidade de adaptar a educação para as exigências da sociedade moderna e do mercado profissional, em especial quando se trata de áreas tecnológicas como a Engenharia, tem atraído atenção de educadores e pesquisadores nos últimos anos. Porém, mais desafiador do que implementar e trabalhar com métodos de ensino ativo é avaliar a evolução da aprendizagem dos estudantes e o cumprimento dos objetivos curriculares em disciplinas que adotam esta metodologia. Assim, considerando esta dificuldade, assim como a importância de integrar a avaliação à aprendizagem dos alunos, este trabalho pretende apresentar uma proposta de método de avaliação adotado em uma disciplina de Engenharia de Produção baseada na Abordagem Baseada em Problemas e interpretar as notas dos alunos e dos grupos obtidas através dos questionários aplicados. Para isso, utilizou-se de abordagem qualitativa e quantitativa e, através de análises estatísticas, foi possível visualizar as diferenças entre as notas obtidas pelos grupos de alunos e examinar as relações entre as notas dadas pelos tutores aos grupos e, também, entre as notas obtidas pelos alunos de cada grupo.

### PALAVRAS-CHAVE:

aprendizagem baseada em problemas, projeto semestral europeu, métodos de avaliação, metodologia ativa, ensino de engenharia.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a necessidade de adaptar a educação para as exigências da sociedade e, em especial, do mercado profissional tem atraído considerável atenção de educadores e pesquisadores. A educação moderna deve ser capaz não apenas de fornecer conhecimento teórico, mas também desenvolver atitudes, habilidades e preparar os futuros profissionais para lidar com situações do mundo real. Segundo Chua; Yang; Leo (2013) o desafio do ensino na sociedade moderna é ainda maior na educação em engenharia, uma vez que esta deve focar-se principalmente no desenvolvimento da capacidade dos alunos em resolver problemas e fornecer soluções “fora da caixa”.

O reconhecimento da importância desta mudança na educação foi responsável, pelo desenvolvimento de novos métodos de ensino em que os alunos deixaram de ser receptores passivos da informação e passaram a ser o centro da atenção. Entre as metodologias ativas desenvolvidas, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês *Project Based Learning* (PBL), e o Projeto Semestral Europeu (PSE), do inglês *European Project Semester* (EPS).

A ABP surgiu na área de medicina como uma inovação curricular que, conforme afirma Karpiak (2011), envolve os alunos em atividades de aprendizagem autênticas, através da análise de problemas médicos reais, compreendendo, pois, uma mudança substancial do ensino tradicional. Apesar desta metodologia já ser utilizada em áreas da medicina há vários anos, no ensino da Engenharia a ABP ainda não é amplamente difundida (CARDOSO, 2011). Assim, o PSE revela sua importância por apresentar maior foco no Ensino em Engenharia.

Enquanto a ABP é um choque cultural para novos alunos, pode-se dizer o mesmo em relação aos educadores que usam esta técnica em suas disciplinas. Além do desafio de alterar a forma de conduzir as aulas, os educadores são confrontados com a tarefa de definir como avaliar os estudantes e se os mesmos cumpriram os objetivos de aprendizagem do curso. Conforme sugerem Waters; McCracken (1997), Eva (2001) e Kritikos *et al.* (2011), as técnicas de avaliação tradicionais, que preocupam-se apenas com a atribuição de notas, como os exames de múltipla escolha e verdadeiro-falso, não avaliam corretamente a evolução do aluno. Ainda, Struyf *et al.* (2001) e Eva (2001) ressaltam, respectivamente, que a integração da avaliação com a aprendizagem e as inovações na forma de avaliar permanecem um desafio. Consequentemente, determinar a melhor forma de avaliar o progresso do aluno em metodologias de ensino ativo permanece um desafio.

Considerando este contexto de transformação nos métodos de ensino das instituições, bem como as necessidades de mudanças na forma de avaliar os alunos, surgiu o interesse deste trabalho, que pretende, portanto: (i) descrever o método de avaliação adotado em uma disciplina de Engenharia de Produção baseada na ABP, e (ii) interpretar as notas dos alunos e dos grupos obtidas através dos questionários utilizados na avaliação.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Fundamentação teórica: avaliação da aprendizagem**

Desde o início do ensino em engenharia, muitas formas de avaliação foram aplicadas para acompanhar o avanço na formação destes profissionais. Avaliações realizadas com qualidade proporcionam aos educadores informações que podem ser usadas para desenvolver melhor as competências do aluno, atingindo o máximo de aproveitamento de sua aprendizagem. De maneira oposta, avaliações realizadas de forma inadequada podem leva-los a caminhos ineficazes de ensino, resultando na perda de tempo, energia e dinheiro. A aplicação de princípios e práticas aceitos para avaliação da aprendizagem dos alunos tem um impacto significativamente positivo sobre o desenvolvimento de currículos e de grades de ensino em engenharia e sobre as avaliações em termos de desempenho dos alunos (RAUD, 2010).

Conceitos sobre avaliação são amplos e difíceis de mensurar. Phillips (2005) resalta a importância da distinção de dois tipos de uso da avaliação, a formativa e a somativa. A formativa é aquela que normalmente ocorre em sala de aula, ministrada pelo professor e envolve o uso de avaliações como fontes de reforço para aperfeiçoar o ensino e a aprendizagem como, por exemplo, provas e apresentações de trabalhos. A somativa é aquela que mede o quanto os alunos aprenderam no final de um conjunto de atividades ou no final de um período letivo, como por exemplo, testes nacionais de desempenho. Um ambiente educacional centrado na avaliação induz os alunos a focar sua aprendizagem em torno do que será avaliado, pois independente do tipo de avaliação, seu uso é muito importante nesta área para avaliar o crescimento e o progresso do aprendizado dos alunos, bem como o resultado final deste desenvolvimento.

Os instrumentos de avaliação e suas abordagens precisam ser elaborados de forma que o aluno possa demonstrar seu conhecimento adquirido e não apenas demonstrar sua capacidade de regurgitar informações decoradas. Porém, inevitavelmente, isto significa uma menor aplicação de avaliações escritas tradicionais e uma maior ênfase em instrumentos de avaliação que permitam aos alunos a capacidade de aplicar o material que aprenderam em situações diretas ou reais (BROWN, 2004).

A variedade de métodos de avaliação aplicadas no ensino superior vem se expandindo nos últimos anos. Mais recentemente, métodos como autoavaliação, avaliação por pares, simulações e outros métodos inovadores foram introduzidos em contextos de avaliação no ensino superior. A aprendizagem está ligada a um conceito dinâmico, podendo ser constantemente modificada pelo contexto real e pelas tarefas que o aluno esteja enfrentando. Porém, a necessidade de mudanças nas abordagens de aprendizagem, muitas vezes, é sutil e passam despercebidas (STRUYVEN; DOCHY; JANSSENS, 2005).

Em um estudo de caso que levantou as percepções dos alunos sobre a avaliação tradicional e a avaliação alternativa, Sambell (1997) concluiu que a avaliação tradicional é vista como um mal necessário. Ela é considerada como uma medida inadequada, pois aparenta simplesmente um método para medir a memória ou a capacidade de listar fatos. Já a avaliação alternativa foi acreditada como sendo mais justa, porque, em oposição, permite medir e desenvolver qualidades, habilidades e competências que seriam valiosas em outras situações da vida.

Sambell (1997) concluiu também que a perspectiva do estudante em relação à justiça do método de avaliação é importante. Em seu estudo, os alunos criticam mais os métodos de avaliação tradicionais devido à sensação de que os exames mediam apenas a qualidade das notas dos alunos e sentiam, também, certa incapacidade de exercerem qualquer grau de controle dentro da avaliação da sua própria aprendizagem. Dentro do conceito proposto pela avaliação alternativa, os alunos a sentiram mais justa porque foi percebida a capacidade dela recompensar aqueles que sempre fazem um esforço para aprender, e não aqueles que dependem de uma dedicação de última hora.

Abaixo, Sambell (1997) descreve de forma clara, porém do ponto de vista dos alunos, o reflexo que a avaliação tem que apresentar para resultar em um efeito positivo e justo: Referir-se a tarefas autênticas;

- Representar pedidos razoáveis;
- Incentivar os alunos a aplicar os conhecimentos para contextos realistas;
- Salientar a necessidade de desenvolver uma série de competências;
- Benefícios percebidos em longo prazo;
- Recompensas pelo esforço genuíno, ao invés de medir a "sorte";
- Amplitude e profundidade na aprendizagem;
- Fornecer *feedback* adequado sobre a progressão dos alunos;
- Precisão ao medir as habilidades e qualidades complexas.

## **Método de pesquisa**

### **Objeto de estudo**

O objeto de estudo desta pesquisa é o método de avaliação adotado em uma disciplina optativa e disponibilizada aos alunos do 8º período do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), já que estes haviam completado mais de 70% do curso e, em sua maioria, buscavam uma oportunidade de estágio profissional.

A disciplina, nomeada “Projeto Semestral em Engenharia de Produção”, foi realizada no 2º semestre de 2013 através de uma parceria entre a UNIFEI e uma empresa multinacional do Vale do Paraíba. Em sua condução foi utilizada a ABP e, para isso, problemas reais da empresa foram apresentados aos alunos que tinham como tarefa propor soluções diferentes e inovadoras. Com isso, pretendia-se familiarizar os estudantes com conceitos teóricos relacionados aos processos empresariais, prepará-los para situações desafiadoras reais e ambientá-los ao meio empresarial antes de iniciarem no mercado de trabalho.

No total a disciplina contou com 37 participantes, sendo: 28 alunos divididos em quatro grupos de sete alunos cada; 1 professor; 4 tutores da universidade; e, 4 tutores da empresa, denominados “embaixadores”. Cada grupo de alunos foi monitorado, portanto, por dois tutores, sendo um da empresa e outro da universidade. Os tutores da universidade eram alunos de pós-graduação que tinham como objetivo auxiliar o professor na condução da disciplina e propiciar um melhor monitoramento dos grupos, enquanto os embaixadores eram funcionários que trabalhavam diretamente nas áreas afetadas pelos problemas propostos e, assim, poderiam repassar todas as informações e contatos necessários para que os alunos pudessem estudar o problema.

### **Método e procedimentos**

Esta pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa, no que se refere à apresentação do método de avaliação adotado na disciplina “Projeto Semestral em Engenharia de Produção”. Por outro lado, trata-se fundamentalmente de um trabalho quantitativo uma vez que, através de estudos estatísticos, busca interpretar os resultados dos questionários utilizados na disciplina com o intuito de compreender as notas obtidas pelos alunos e seus respectivos grupos nas avaliações.

As análises estatísticas foram realizadas através do *software* Minitab® onde, inicialmente, foram construídos gráficos *boxplot*, para fornecer uma visualização da magnitude das diferenças entre as notas obtidas pelos grupos e, na sequência, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para testar estatisticamente as conclusões extraídas dos gráficos *boxplot*.

## Desenvolvimento

### Descrição do método de avaliação adotado

O método de avaliação adotado nesta disciplina foi proposto pelo professor em conjunto com os tutores no qual se buscou integrar a avaliação à aprendizagem, adotando um método que recompensasse aqueles que consistentemente se esforçaram para aprender, ao invés daqueles que se dedicaram apenas no último minuto.

Partindo destas premissas, foi proposto que avaliações periódicas fossem realizadas durante todo o semestre com o intuito de monitorar a participação de cada aluno em seu grupo de trabalho e os conhecimentos por ele adquiridos. Com isso os estudantes foram avaliados de quatro maneiras diferentes: avaliação por pares (aluno-aluno), avaliação tutor-aluno, avaliação professor-aluno e, por fim, a avaliação embaixador-grupo. Essas avaliações são detalhadas a seguir e a Tabela 1 resume suas principais características.

- Avaliação por pares: cada integrante do grupo avaliou os demais integrantes do mesmo grupo considerando dezoito critérios, com notas de 0-10, sem repetição, ou seja, cada aluno teve que ordenar os seus colegas de equipe do melhor para o pior em todos os critérios. Desta forma, haveria uma nítida diferença das participações dos alunos dentro do grupo e buscava-se evitar possíveis interferências de amizades na avaliação;
- Avaliação tutor-aluno: (1) a cada reunião semanal com seu grupo, o tutor pontuou cada aluno, com notas de 0-10, sem repetição, com o intuito de diferenciar a participação de cada aluno durante a evolução do projeto e (2) avaliação da apresentação oral de cada um dos grupos, onde cada tutor avaliou os quatro grupos considerando dezesseis critérios, com notas de 1-6, sem repetição, de acordo com a escala: 6 – extremamente favorável, 5 – muito favorável, 4 – favorável, 3 – quase desfavorável, 2 – desfavorável, 1 – extremamente desfavorável;
- Avaliação professor-aluno: (1) avaliações periódicas em que o professor pontuava a presença e participação dos alunos durante os encontros às sextas-feiras, na Universidade, e (2) avaliar a evolução do projeto a cada semana com o intuito de medir se os grupos estavam cumprindo as metas estabelecidas pelos embaixadores da empresa;
- Avaliação embaixador-grupo: (1) avaliações mensais em que o embaixador avaliou a evolução das propostas de solução apresentadas pelo grupo e (2) avaliação da apresentação oral dos grupos considerando os mesmos dezesseis critérios e escala de notas utilizados pelos tutores.

Tabela 1 – Estrutura de avaliação adotada na disciplina.

Avaliação	Forma de avaliar	Periodicidade	Composição da nota	Responsável
Por pares	Questionário com escala quantitativa	Única	20%	Aluno
Tutor-aluno	1. Não estruturado e não padronizado 2. Questionário com escala quantitativa e qualitativa sobre a apresentação	1. Semanal 2. Única	20%	Tutor
Professor-aluno	1. Avaliação de presença e participação 2. Avaliação dos relatórios entregues	1. Semanal 2. Duas vezes	30%	Professor
Embaixador-grupo	1. Não estruturado e não padronizado 2. Questionário com escala quantitativa e qualitativa sobre a apresentação	1. Semanal 2. Única	30%	Embaixador

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Análise das notas obtidas por meio dos questionários adotados na disciplina

Por meio do auxílio do *software Minitab®*, as notas que os alunos obtiveram pela avaliação por pares e, também, as notas que os grupos obtiveram na avaliação da apresentação oral foram analisadas e, inicialmente, alguns gráficos do tipo *boxplot* foram

criados com o intuito de ilustrar a distribuição dessas notas e, em seguida, a análise de variância (ANOVA) *one-way* foi realizada com o intuito de comprovar, estatisticamente, as observações extraídas dos gráficos.

### Análise das notas através da visualização do gráfico *boxplot*

O gráfico do tipo *boxplot* foi originado por Tukey (1977) e de acordo com Dawson (2011), este gráfico divide os dados em quatro fronteiras invisíveis, duas internas (dentro da caixa) e duas externas (extensão fora da caixa). Cada distância entre as fronteiras representa 25% dos dados que serão analisados e caso existam dados fora das fronteiras externas, estes serão considerados como valores discrepantes do conjunto de dados (*outliers*) e são representados pelo símbolo \* (asterisco).

Segundo Hubert e Vandervieren (2008), as fronteiras internas que representam a caixa do gráfico *boxplot* se iniciam no primeiro quartil (Q1) e vão até o terceiro quartil (Q3), sendo esse comprimento igual ao interquartil  $IQR = [Q3 - Q1]$ . Uma linha é inserida no segundo interquartil (Q2) representando a mediana da amostra de dados e esses dados serão considerados *outliers* quando estiverem fora do intervalo  $I = [Q1 - 1,5(IQR); Q3 + 1,5(IQR)]$  e, também, possuem *whiskers* que são as linhas que vão desde as extremidades da caixa até os pontos mais distantes dentro do intervalo I.

As “Figuras 1 - 4” ilustram o desempenho individual de cada um dos alunos participantes na disciplina de acordo com as notas obtidas pelos 18 critérios da avaliação por pares. Inicialmente, a “Figura 1” ilustra a distribuição das notas obtidas pelos sete alunos pertencentes ao grupo 1 em que se percebe uma certa homogeneidade entre as notas, com exceção, do aluno 4 que recebeu, em sua maioria, notas inferiores em relação aos outros seis integrantes do grupo.

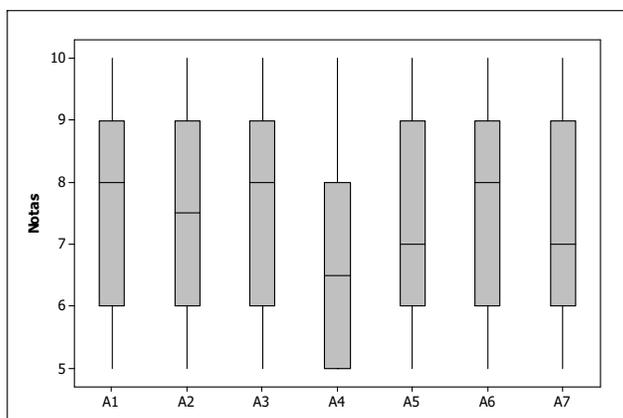


Figura 1 - Avaliação por pares do grupo 1.

A “Figura 2” ilustra a distribuição das notas obtidas pelos sete alunos pertencentes ao grupo 2 em que, também, se percebe uma homogeneidade entre as notas dos integrantes do grupo e alterando-se apenas a mediana das notas obtidas. Os alunos 2 e 3 obtiveram um conjunto de notas com mediana 7 enquanto que o conjunto de notas dos alunos 5 e 6 possuem mediana 8, por exemplo.

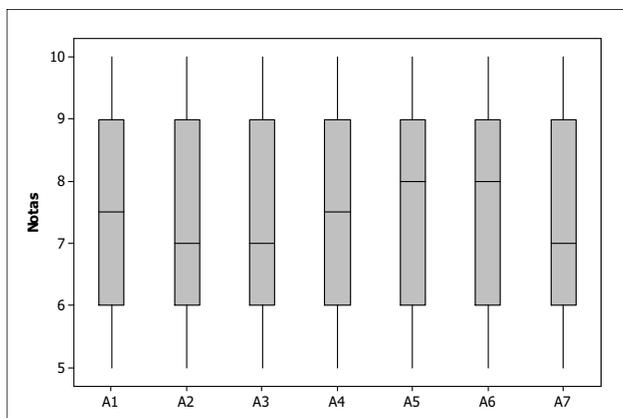


Figura 2 - Avaliação por pares do grupo 2.

A “Figura 3” ilustra a distribuição das notas obtidas pelos sete alunos pertencentes ao grupo 3 em que se percebe uma nítida diferença entre as notas dos integrantes do grupo. Existe ainda, a presença de *outliers* nas notas dos alunos 1 e 7 que representam notas muito diferentes das do conjunto de notas obtidas por esses alunos, ou seja, em determinados critérios eles obtiveram um desempenho inferior em relação aos demais. O conjunto de notas do aluno 2 obteve mediana 9 enquanto que o conjunto de notas do aluno 6 obteve mediana 6, por exemplo.

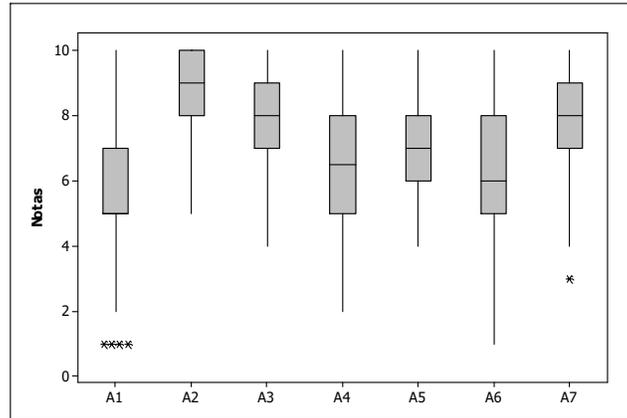


Figura 3 - Avaliação por pares do grupo 3.

A “Figura 4” ilustra a distribuição das notas obtidas pelos sete alunos pertencentes ao grupo 4 em que se percebe uma certa homogeneidade entre as notas, com exceção, do aluno 4 que recebeu, em sua maioria, notas inferiores em relação aos outros seis integrantes do grupo e, também, com exceção do aluno 6 que recebeu notas superiores em relação aos outros seis integrantes do grupo.

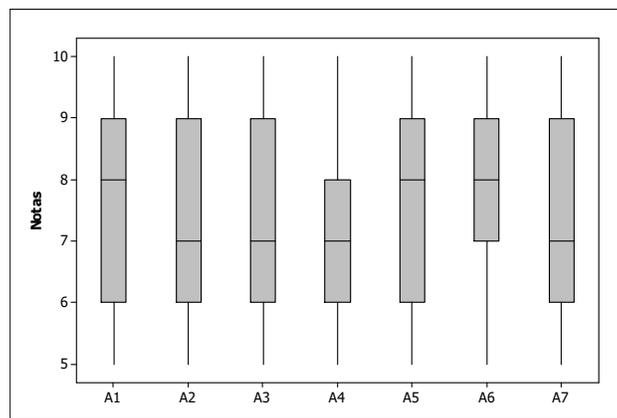


Figura 4 - Avaliação por pares do grupo 4.

Já a “Figura 5” ilustra o desempenho de cada um dos grupos de acordo com as notas obtidas pelos 16 critérios avaliados na apresentação oral. Percebe-se que o grupo 1 obteve a mesma mediana das notas recebidas por todos os quatro grupos, já o grupo 2 foi o melhor avaliado e os grupos 3 e 4 obtiveram uma avaliação inferior em relação aos outros dois grupos e, também, apresentam *outliers* que ilustram notas muito acima da maioria das notas obtidas por esses dois grupos, com exceção do grupo 4 que obteve uma nota muito inferior em relação as demais e, assim, sendo o único grupo a obter nota um que representa um critério extremamente desfavorável de acordo com a escala adotada pelo questionário.

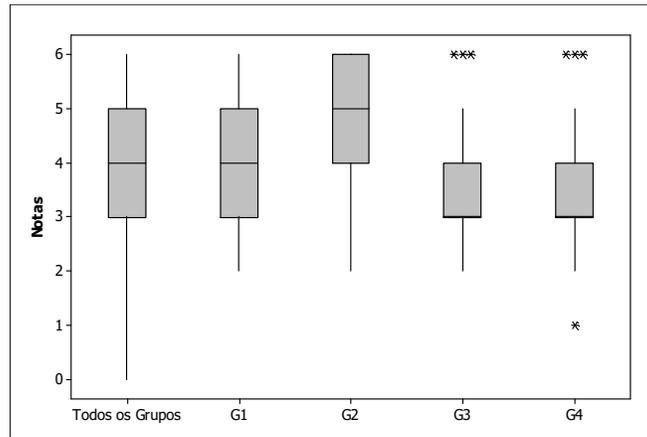


Figura 5 - Avaliação da pré-apresentação dos grupos.

### Análise das notas através da análise de variância (ANOVA)

De acordo com Roberts e Russo (1999), a análise de variância (ANOVA) é um conjunto de modelos estatísticos utilizados para analisar as diferenças entre as médias de conjunto de dados e seus procedimentos associados como a variação dentro e entre grupos. Em outras palavras, a ANOVA é utilizada para comparar médias de diferentes populações para verificar se essas populações possuem médias iguais ou não, assim, essa técnica permite que vários grupos sejam comparados ao mesmo tempo.

Com o objetivo de comprovar estatisticamente as conclusões extraídas dos gráficos ilustrados anteriormente, a ANOVA *one-way* foi aplicada às notas dos sete alunos de cada grupo com o intuito de descobrir se as médias de notas recebidas por cada um desses alunos são estatisticamente iguais ou diferentes. Essa confirmação dá-se em relação ao teste de hipótese aplicado a cada conjunto de dados analisado através de duas hipóteses: (1) hipótese nula ( $H_0$ ) em que as médias populacionais são iguais quando  $pvalue > 0,05$  e (2) hipótese alternativa ( $H_1$ ) em que as médias populacionais são diferentes quando  $pvalue \leq 0,05$ . Exemplos práticos do uso da ANOVA são encontrados em Montgomery (2011).

A Tabela 2 ilustra as análises de variância das notas obtidas pela avaliação por pares realizada pelos quatro grupos de alunos.

Tabela 2 – ANOVA *one-way* da avaliação por pares.

Grupo	Alunos	<i>Pvalue</i>	Hipótese válida	Média Populacional
1	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	0,000	$H_1$	Diferente
1	A1, A2, A3, A5, A6, A7	0,574	$H_0$	Igual
2	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	0,996	$H_0$	Igual
3	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	0,000	$H_1$	Diferente
3*	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	0,000	$H_1$	Diferente
4	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	0,013	$H_1$	Diferente
4	A1, A2, A3, A5, A7	0,411	$H_0$	Igual

\*análise realizada sem a presença dos *outliers*

A primeira análise realizada para o grupo 1 comprova que a média de notas entre os sete alunos é estatisticamente diferente, mas excluindo o aluno 4 que de acordo com a Figura 1 recebeu, em sua maioria, notas inferiores em relação aos outros seis integrantes do grupo, a análise foi refeita e desta forma a média entre as notas tornou-se estatisticamente igual e, assim, comprovando a homogeneidade do grupo com exceção do aluno 4 que obteve um desempenho abaixo da média.

Já a análise realizada para o grupo 2 comprova que a média das notas entre os sete alunos é estatisticamente igual conforme ilustrado na Figura 2. Ao contrário da análise realizada para o grupo 3 que comprova que a média das notas entre os sete alunos é

estatisticamente diferente mesmo a análise sendo refeita com a ausência dos *outliers* conforme ilustrado na Figura 3.

Por fim, a análise realizada para o grupo 4 comprova que a média de notas entre os sete alunos é estatisticamente diferente, mas excluindo o aluno 4 que de acordo com a Figura 4 recebeu, em sua maioria, notas inferiores em relação aos outros seis integrantes do grupo e, também, excluindo o aluno 6 que recebeu, em sua maioria, notas superiores em relação aos outros seis integrantes do grupo, a análise foi refeita e desta forma a média entre as notas tornou-se estatisticamente igual e, assim, comprovando a homogeneidade do grupo com exceção dos alunos 4 e 6 que obtiveram, respectivamente, um desempenho abaixo e acima da média. A análise de variância (ANOVA) *one-way* também foi aplicada às notas que os grupos receberam dos tutores e dos embaixadores através da avaliação da apresentação oral no qual o teste de hipótese foi aplicado conforme as informações da Tabela 3.

Tabela 3 – ANOVA *one-way* da avaliação da apresentação oral.

Grupos	<i>Pvalue</i>	Hipótese válida	Média Populacional
1, 2, 3, 4	0,000	H <sub>1</sub>	Diferente
Todos e 1	0,012	H <sub>1</sub>	Diferente
3 e 4	0,197	H <sub>0</sub>	Igual

A primeira análise foi realizada entre os quatro grupos e comprova que a média de notas entre eles é estatisticamente diferente conforme ilustrado na Figura 5, ou seja, comprova a diferenciação entre as apresentações dos grupos. Já a segunda análise foi realizada com as notas obtidas por todos os grupos em relação às notas do grupo 1 e, assim, comprovando que a média é estatisticamente diferente, ao contrário da percepção visual obtida pela Figura 5.

A terceira e última análise foi realizada entre os grupos 3 e 4 que, visualmente, na Figura 5, aparentam ter a mesma distribuição de notas e que foi comprovada com a análise de variância no qual a média entre as notas é estatisticamente igual.

## CONCLUSÕES

Diante do método de avaliação proposto para a disciplina baseada no ensino ativo apresentada neste trabalho, análises estatísticas foram realizadas em dois questionários: (1) avaliação por pares realizada pelos próprios alunos e (2) avaliação da apresentação oral realizada pelos tutores e embaixadores.

As análises iniciaram-se pelos gráficos do tipo *boxplot* no qual é possível visualizar o agrupamento das notas recebidas tanto pelos alunos quanto pelos grupos e, também, os seus respectivos *outliers*. Com esse gráfico pode-se visualizar que os alunos dos grupos 1, 2 e 4 obtiveram uma distribuição de notas mais uniforme em relação às notas dos alunos do grupo 3. Isto se justifica pelo fato dos alunos do grupo 3 atribuírem atividades com responsabilidades diferentes dentro do grupo de forma que poucos alunos encabeçaram o trabalho e, assim, se sobressaíram em relação aos demais e obtiveram uma participação mais ativa, diferentemente dos demais grupos em que os alunos trabalharam com a mesma carga de trabalho, mas de forma que um ou outro se destacasse devido às suas habilidades pessoais como pró-atividade, criatividade, foco em resultados e entre outras. Este fato é confirmado pelos tutores que acompanharam todo o desenrolar das atividades de cada um dos grupos.

Já em relação às notas atribuídas aos grupos, o gráfico *boxplot* mostrou um conjunto de notas superior para o grupo 2 e um conjunto de notas inferior quase que igualmente distribuídas aos grupos 3 e 4 e, assim, ilustra-se que o grupo 2 desempenhou uma melhor apresentação do trabalho em relação aos demais e pode-se concluir que tanto os tutores quanto os embaixadores demonstraram ter a mesma opinião de que o grupo 2 realmente obteve um melhor desempenho durante a apresentação em relação aos demais grupos.

Por fim, a segunda análise estatística foi à análise de variância (ANOVA) *one-way* a qual se aplicou um teste de hipótese com o objetivo de confirmar se as médias de notas recebidas pelos alunos, individualmente, e pelos grupos eram iguais ou não. Com essa análise foi possível comprovar, estatisticamente, através dos valores dos *pvalues* que as informações obtidas pelos gráficos do tipo *boxplot* são verdadeiras.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio concedido através do projeto APQ-01293-13 e também a Capes e ao CNPQ pelo apoio durante a condução desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Brown, S. Assessment for learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, n. 1, 2004.
- Cardoso, I. M. *Métodos Ativos de Aprendizagem: o uso do aprendizado baseado em problemas no ensino de logística e transportes*. Itajubá: UNIFEI, 2011. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2011.
- Chua, K.J.; Yang, W.M.; Leo, H.L. Enhanced and conventional project-based learning in an engineering design module. *International Journal of Technology and Design Education*, p. 1-22, 2013.
- Dawson, R. How significant is a boxplot outlier? *Journal of Statistics Education*, v.19, n.2, P. 1-13, 2011.
- Eva, K. W. Assessing tutorial-based assessment. *Advances in Health Sciences Education*, v. 6, n. 3, p. 243-257, 2001.
- Goodyear, P.; Jones, C.; Asensio, M.; Hodgson, V.; Steeples, C. Networked learning in higher education: student's expectations and experiences. *Higher Education*, v. 50, n. 3, p. 473-508, 2005.
- Hubert, M.; Vandervieren, E. An adjusted boxplot for skewed distributions. *Computational Statistics and Data Analysis*, v. 52, n. 12, p. 5186-5201, 2008.
- Karpiak, C. P. Assessment of problem-based learning in the undergraduate statistics course. *Teaching of Psychology*, v. 38, n. 4, p. 251-254, 2011.
- Kritikos, V. S.; Woulfe, J.; Sukkar, M. B.; Saini, B. Instructional design and assessment: intergroup peer assessment in problem-based learning tutorials for undergraduate pharmacy students. *American Journal of Pharmaceutical Education*, v. 75, n. 4, p. 1-12, 2011.
- Montgomery, D. C. *Design and Analysis of Experiments*. United States of America: John Wiley & Sons, 2011.
- Phillips, R. Challenging the primacy of lectures: the dissonance between theory and practice in university teaching. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, p. 1-12, 2005.
- Raud, Z. Active learning power electronics: a new assessment methodology. In: *Proceedings of 14th International Power Electronics and Motion Control Conference*, Ohrid, Macedonia, 2010.
- Roberts, M. J.; Russo, R. *A student's guide to analysis of variance*. New York: Routledge, 1999.
- Sambell, K.; McDowell, L.; Brown, S. But is it fair? An exploratory study of student perceptions of the consequential validity of assessment. *Studies in Educational Evaluation*, v. 23, n. 4, p. 349-371, 1997.
- Smith, C.; Bath, D. The role of the learning community in the development of discipline knowledge and generic graduate outcomes. *Higher Education*, v. 51, n. 2, p. 259-286, 2006.
- Struyf, E.; Vandenberghe, R.; Lens, W. The evaluation practice of teachers as a learning opportunity for students. *Studies in Educational Evaluation*, v. 27, n. 3, p. 215-238, 2001.
- Tukey, J. W. *Exploratory data analysis*. Massachusetts: Addison-Wesley, 1977.
- Waters, R.; McCracken, M. Assessment and evaluation in problem-based learning. In: *Proceedings of 24<sup>th</sup> Annual Conference of Frontiers in Education*, Pittsburgh, USA, 1997.