



A ESTATÍSTICA NO RENDIMENTO DAS AULAS DO CURSO DE ENGENHARIA

Carmelita Seno Carneira Alves – carmel.a@superig.com.br

CEFET-RJ, DEPEA

Av. Maracanã 22, Bloco E 1º andar

CEP 20271-110 – Rio de Janeiro - RJ

Fabio Simone de Souza – fabio.simone.souza@gmail.com

CEFET-RJ, DEPEA

Av. Maracanã 22, Bloco E 1º andar

CEP 20271-110 – Rio de Janeiro - RJ

Fernando Ramos Corrêa – frcorrea@gmail.com

CEFET-RJ, DEPEA

Av. Maracanã 22, Bloco E 1º andar

CEP 20271-110 – Rio de Janeiro - RJ

Luiz Cesar Barçante – barcantesaga@gmail.com

CEFET-RJ, DEPEA

Av. Maracanã 22, Bloco E 1º andar

CEP 20271-110 – Rio de Janeiro – RJ

Marcelo Sampaio Dias Maciel – msdmaciel@gmail.com

CEFET-RJ, DEPEA

Av. Maracanã 22, Bloco E 1º andar

CEP 20271-110 – Rio de Janeiro – RJ

Resumo: *Cada vez mais surgem novas formas de aplicação do conteúdo apresentado nas salas de aula, sendo que a incorporação destas estruturas na dinâmica das aulas é de extrema importância para a assimilação deste conteúdo discutido nas disciplinas do curso de Engenharia. Nesta direção, muitas disciplinas tornam-se mais dinâmicas, mas a forma de verificação da aprendizagem e do resultado da aplicação destas ferramentas de ensino continua sendo unicamente a nota obtida nas avaliações sistemáticas realizadas com os alunos. Este artigo propõe uma nova abordagem na avaliação deste conteúdo complementar das aulas que incorpora à nota o resultado das dinâmicas utilizadas. Para isso é realizado um teste de análise de variância – ANOVA – de dois fatores, no qual são verificadas nas turmas de Engenharia as variações decorrentes da nota dos alunos e do resultado das dinâmicas realizadas. Seu benefício não se esgota na abordagem relacionada, mas na análise passível de verificação com os resultados obtidos, considerando o resultado esperado e a possível variabilidade de alguns resultados em relação à média da turma.*

Palavras-chave: *Abordagem multidisciplinar, Avaliação de resultados, ANOVA de dois fatores.*

Realização:



Organização:





1. INTRODUÇÃO

Com a dinamização do processo de aprendizado, tornando cada vez mais diversificada a forma de transferência de conteúdo aos alunos, conforme pode ser constatado nos trabalhos aplicados do Projeto Campeão de CORRÊA, *et al* (2011) e nos Jogos de Negócios de BARÇANTE, *et al* (2011), a forma de constatação do resultado do aprendizado ao final do semestre letivo mantém-se restrita à nota adquirida pelos alunos ao final do período.

Guiado pela expansão deste pensamento, alguns professores do CEFET-RJ passaram a considerar, no decorrer do ano de 2012, uma estrutura multidisciplinar de análise, que proporciona uma verificação além da nota obtida, mensurando o quanto o resultado obtido nas dinâmicas complementares de aula pelos alunos de Engenharia diverge da média da turma, mensurando a variabilidade entre os alunos da turma não somente em relação à nota adquirida por estes alunos, mas também com base nas diversas modalidades de avaliação e simulação.

A aplicação desta ferramenta foi realizada nas disciplinas de Gerenciamento de Projetos, Jogos de Negócios e Economia, já que estas possuíam uma dinâmica complementar que proporciona mais um indicador de verificação das diferenças entre os resultados obtidos pelos alunos, tendo os dados das duas últimas um tratamento estatístico neste trabalho. Mas esta ferramenta pode ser aplicada a qualquer disciplina que contenha alguma dinâmica ou trabalho aplicado que, complementarmente, associa o conteúdo discutido em sala e faz com que os alunos possam se envolver e ampliar o aprendizado com a técnica utilizada.

Com o resultado obtido pela ferramenta pode ser percebida se a técnica influencia na média dos alunos, se isoladamente cada uma das avaliações proporciona resultados que influenciam na variabilidade dos dados, se tornando este um indicador representativo da homogeneidade do resultado dos alunos. Esta análise proporciona ao professor a possibilidade de redefinição da estrutura de análise em sala, assim como da forma de aplicação das ferramentas utilizadas nas dinâmicas complementares.

2. AS DINÂMICAS COMPLEMENTARES DE SALA DE AULA

Cada uma das dinâmicas relacionadas foi elaborada com base no conteúdo de cada disciplina, tendo suas ferramentas conceituais já sido publicadas pelos seus professores.

Nos itens abaixo estas são explicadas duas das dinâmicas utilizadas em sala de aula, servindo assim para a aplicação da abordagem estatística.

2.1. Jogos de negócios

O Jogo aplicado nesta disciplina está baseado no conteúdo de BARÇANTE, *et al* (2011).

Sendo assim, de acordo com SAUAIA (1989) uma pessoa que está se preparando para gerenciar um negócio leva algum tempo em seu planejamento, além de ter alguns custos e riscos associados ao negócio, sendo a intensidade variada do que deve ser tolerável ou não.

Um gestor do processo produtivo deve estar perfeitamente qualificado para executar suas funções, devendo o Engenheiro ter: conhecimento teórico do negócio; habilidades gerenciais no uso dos recursos materiais/humanos disponíveis; atitude adequada, ser ético e responsável.

As três condições são necessárias, mas não suficiente, já que só o exercício repetido de ações gerenciais pode consolidar com o tempo a experiência do aluno. Com isso este Jogo permite o experimento ao estudante a um custo baixo e em um ambiente controlado.



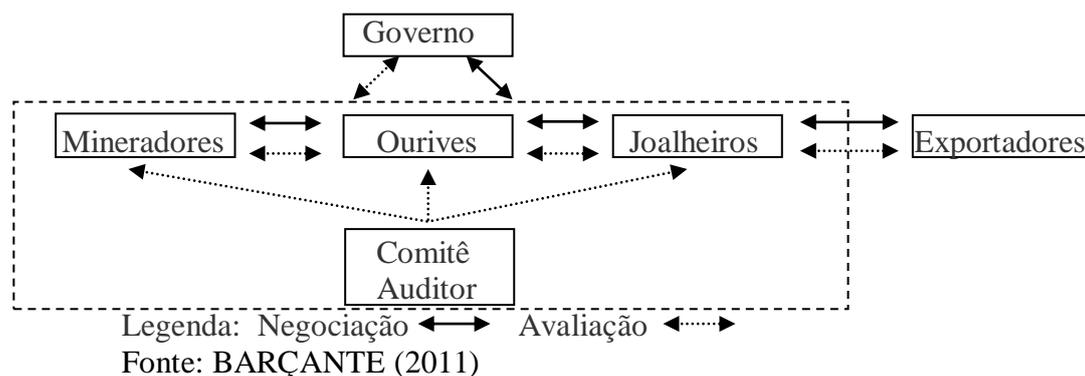
Para isso o Jogo simula uma cadeia de abastecimento dos clientes composta de Empresas de Mineração, Ourives, Joalherias, um Comitê de Auditoria, Governo e Exportador (interpretado pelo facilitador).

As empresas vendem, compram, produzem e avaliam. O Comitê de Auditoria somente avalia. As companhias de mineração competem entre si, recebem do Governo as gemas em consignação (água-marinha, turmalina e rubi) e metais preciosos (ouro e platina) e vendem aos Ourives, que competem entre si, produzindo as jóias, e as vendem para as lojas de jóias.

No final de cada rodada, eles avaliam alguns aspectos de seus clientes e fornecedores. Os Joalheiros competem entre si, compram seu material dos Ourives e ainda podem exportá-los. No final de cada rodada, eles avaliam alguns aspectos de seus fornecedores.

Os Exportadores fornecem as metas, definindo uma demanda de mercado com a compra das jóias, que os Joalheiros visam atender. O Governo administra o jogo como um todo. E o Comitê de Auditoria avalia todas as empresas em vários aspectos, como Visão, Missão, Ética. Toda a estrutura do Jogo é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do Jogo



Neste Jogo cada empresa deve encontrar a forma mais adequada de organizar-se, de tal forma que os alunos possam aplicar o conhecimento obtido durante o curso, destacando-se o planejamento e organização dos negócios, tomada de decisão, gestão de conflitos, alocação adequada de recurso humano e material e o monitoramento das expectativas dos clientes.

Após cada rodada, os alunos consolidam as informações obtidas durante o jogo com a compra de matérias-primas de vendas, de produtos (quantidade e valores), os investimentos e fazer avaliações. Eles registram as informações num arquivo do Excel contendo planilhas para monitorar os resultados financeiros: Nota Fiscal, avaliações, informações complementares.

O resultado final da Jogo, feita com cada categoria de avaliação, é apresentado na forma de gráficos de barras onde cada barra mostra os pontos que cada empresa obteve durante o jogo, e a pontuação máxima é de 1.000 pontos, de acordo com o modelo em uso.

2.2. Economia

Os modelos econômicos têm graus variados de aplicação e alcance limitado. Os modelos de maior sucesso possuem alto grau de aplicação e uma vasta gama de condições onde podem ser utilizados. O valor do modelo é frequentemente relacionado com o seu nível de abstração.

No intuito de definir uma estrutura analítica para os alunos do curso de Engenharia, o modelo aplicado na disciplina de Economia tem o objetivo de incorporar as variáveis que possam ser determinantes para o processo produtivo e o alcance de resultado pela empresa.

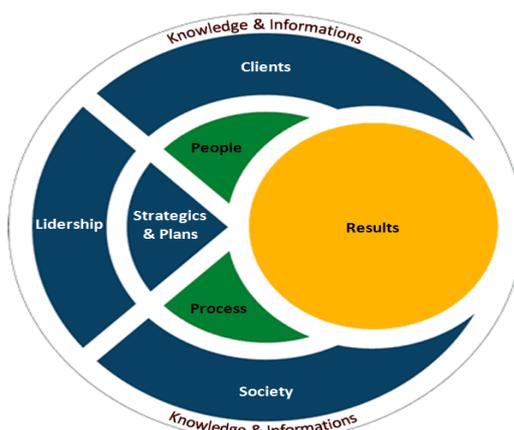


Nesta direção, ROSSETTI (2002) apresenta os fatores de produção que são adquiridos e utilizados no processo produtivo, independente do setor de atuação da empresa, primário, secundário, ou terciário. Sendo esta utilização influenciada apenas pela intensidade com estes são utilizados no processo. Estes fatores são caracterizados na disciplina, sendo necessária a verificação das formas com que estes são obtidos, como estes fatores se desenvolvem e como eles são descartados e/ou reaproveitados ao longo de sua estrutura produtiva.

Segundo PEREIRA e SANTOS (2001), o Modelo de Gestão é um conjunto formado por uma trilogia de princípios, técnicas e explicações. Seu objetivo é orientar a concepção e o funcionamento de todos os elementos de uma organização. Esta trilogia tem evoluído com o tempo, o que tornou os Modelos de Gestão muito mais complexos e dinâmicos, fazendo com que passem a considerar os vários processos e influências internas e externas, quando estas são intrínsecas à organização, quando têm influência ambiental ou regulamentar.

O Modelo de Excelência da Gestão é um Modelo de Gestão Estratégica composta de oito critérios, como visto na Figura 2: Liderança; Estratégias e Planos; Clientes, Sociedade, Informação e Conhecimento; Pessoas; Processo; Resultados.

Figura 2: Modelo de Excelência de Gestão



Fonte: BARÇANTE (2011)

Com estes conceitos, a dinâmica de aula inicia-se com a divisão da turma em grupos, que realizam uma discussão a respeito das questões que envolvem o processo produtivo escolhido.

Então é realizada entre os integrantes de cada grupo o levantamento de cinco itens de cada fator, considerados os mais importantes de serem aplicados em seu processo produtivo, ou seja, que serão utilizados em cada uma das etapas do processo. Com base nos processos produtivos, as propostas para cada empresa/grupo são relacionadas em um ranking ordenado em ordem decrescente de benefício, determinados conforme SOUZA (2007) pelas dimensões: Econômica, Sociocultural e Político-Institucional.

A pontuação é definida de acordo com a avaliação da turma, que relaciona dez itens de cada um dos fatores que as empresas apresentadas por cada grupo deveria relacionar.

Considerando as três dimensões, são computados 10 pontos para cada um dos acertos realizados pelo grupo originário. A pontuação final tende a variar entre 70 e 130 pontos, tendo o teto de pontuação em 150.



3. FERRAMENTA ESTATÍSTICA: ANOVA DE DOIS FATORES

Segundo LEVINE, *et al* (2008), o teste da ANOVA tem o objetivo de verificar a diferença entre as médias de grupos de dados.

Na avaliação dos dados, as variações existentes entre eles podem ser provenientes das variações existentes em cada um dos fatores, assim como da interação existente entre os fatores ou da possível parcela de erro indicativa de outros fatores não definidos no modelo.

Algumas hipóteses são intrínsecas ao modelo, como a aleatoriedade e independência dos dados, a aproximação com a distribuição Normal, igualdade de variância em suas populações.

3.1. Variáveis do modelo

Na estrutura apresentada por LEVINE, *et al* (2008), os autores consideram r o número de níveis do fator A; c o número de níveis do fator B; n' o número de valores para cada célula, referente a cada combinação de um determinado nível do fator A com um determinado nível do fator B; n o número de valores em todo o experimento e X_{ijk} o valor da k -ésima observação para o nível i do fator A e para o nível j do fator B.

Com base nestas considerações pode ser calculada: a grande média, a média aritmética de cada fator A, a média aritmética do fator B e a média aritmética da combinação do i -ésimo nível do fator A com o j -ésimo nível do fator B. Estes cálculos estão definidos respectivamente pela Equação 2, 3, 4 e 5.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^{n'} X_{ijk}}{n} \quad (2)$$

$$\bar{X}_{i..} = \frac{\sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^{n'} X_{ijk}}{cn'} \quad (3)$$

$$\bar{X}_{.j.} = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{k=1}^{n'} X_{ijk}}{rn'} \quad (4)$$

$$\bar{X}_{ij.} = \frac{\sum_{k=1}^{n'} X_{ijk}}{n'} \quad (5)$$

Desta forma, a variação total entre as médias (STQ) dos fatores é proveniente das diferentes fontes de variação: as advindas das variações geradas pelo fator A (SQA), geradas pelo fator B (SQB), pela interação entre os fatores (SQAB) e pelo erro aleatório (SQR).

O somatório de todas estas variações quadráticas proporciona a Soma Total dos Quadrados (STQ) das variações, conforme definido na Equação 6.

$$STQ = SQA + SQB + SQAB + SQR \quad (6)$$



Considerando que a soma de todos estes possíveis desvios ao quadrado retrata a STQ, sendo a variação total existente entre todos os valores em torno da grande média, sua expressão é definida pela Equação 7.

$$STQ = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^{n'} (X_{ijk} - \bar{\bar{X}})^2 \quad (7)$$

Da mesma forma, cada um dos efeitos individuais referente a cada um dos fatores, é expresso pela Soma dos Quadrados decorrentes destes fatores, sendo respectivamente representadas por SQA e SQB as diferenças entre os níveis do fator A e B e a grande média.

A Soma dos Quadrados da interação (SQAB) é decorrente da interação de combinações específicas do fator A e do fator B e a Soma dos Quadrados dos Erros (SQR) representa a diferença entre os valores dentro de cada célula e a correspondente média aritmética da célula.

Nesta ordem, as expressões são respectivamente apresentadas na Equação 8, 9, 10 e 11.

$$SQA = cn' \sum_{i=1}^r (X_{i..} - \bar{\bar{X}})^2 \quad (8)$$

$$SQB = rn' \sum_{j=1}^c (X_{.j.} - \bar{\bar{X}})^2 \quad (9)$$

$$SQAB = n' \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (X_{ij.} - \bar{X}_{i..} - \bar{X}_{.j.} + \bar{\bar{X}})^2 \quad (10)$$

$$SQR = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \sum_{k=1}^{n'} (X_{ijk} - \bar{X}_{ij.})^2 \quad (11)$$

Cada soma dos quadrados encontrada nas Equações 8, 9, 10 e 11, sendo dividida pelo seu respectivo grau de liberdade, gera uma Média dos Desvios Quadráticos. E assim, estas referidas Equações desdobram-se respectivamente nas Equações 12, 13, 14 e 15.

$$MQA = \frac{SQA}{r-1} \quad (12)$$

$$MQB = \frac{SQB}{c-1} \quad (13)$$

$$MQAB = \frac{SQAB}{(r-1)(c-1)} \quad (14)$$

$$MQR = \frac{SQR}{rc(n'-1)} \quad (15)$$



E, por fim, cada valor da estatística F deve ser calculado dividindo as Médias dos Quadrados das Equações 12, 13 e 14 pela Média dos Quadrados dos Erros, da Equação 15.

O resultado para os fatores A e B e para a interação AB proporcionam respectivamente as expressões estatísticas definidas pela Equação 16, 17 e 18, associadas à distribuição F.

$$F_A = \frac{MQA}{MQR} \quad (16)$$

$$F_B = \frac{MQB}{MQR} \quad (17)$$

$$F_{AB} = \frac{MQAB}{MQR} \quad (18)$$

3.2. Quadro síntese de análise

Considerando todas estas fórmulas definidas no item 3.1, assim como os graus de liberdade associados a cada um destes fatores, estes dados podem ser consolidados num quadro síntese para análise, o que gera a estrutura retratada na Tabela 1 relativa aos resultados da ANOVA, para que a partir destes dados possam ser realizadas então as análises necessárias.

Tabela 1 – Quadro Resumo da ANOVA de dois fatores

Fonte	Grau de liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	Estatística F
A	$r - 1$	SQA	MQA	F_A
B	$c - 1$	SQB	MQB	F_B
AB	$(r - 1)(c - 1)$	SQAB	MQAB	F_{AB}
Erro	$rc(n' - 1)$	SQR	MQR	
Total	$n - 1$	STQ		

Fonte: LEVINE, *et al* (2008).

Com base nestes dados definidos na Tabela 1, é realizado inicialmente o teste para a verificação de uma possível interação entre os fatores A e B, para que o teste de efeito proveniente das causas principais (fatores) possa ocorrer quando a hipótese nula do primeiro teste não é rejeitada. Estas análises são constatadas no próximo item.

3.3. Estrutura de análise

Para a constatação das possíveis influências na variabilidade dos dados, inicialmente realiza-se um teste para a verificação da possível interação entre os fatores analisados, sobre o



qual são definidas as hipóteses para este caso. Desta forma pode ser elaborada consecutivamente a seguinte hipótese nula e alternativa: H_0 : A interação entre os fatores A e B é igual à zero. H_1 : A interação entre os fatores A e B é diferente de zero.

Rejeita-se a hipótese nula no teste F para o efeito da interação entre os fatores A e B, se $F_{AB} > F_S$, sendo este último o valor crítico da cauda superior de uma distribuição F, com $(r-1)(c-1)$ graus de liberdade no numerador e $rc(n-1)$ graus de liberdade no denominador.

E a análise do efeito de cada um dos fatores isoladamente (A e B) pode ser realizada com a elaboração da seguinte hipótese nula e alternativa: H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_c$. H_1 : Pelo menos uma μ_j é diferente de uma μ_k ; sendo $j = 1, 2, \dots, c$; $k = 1, 2, \dots, c$; para todo $j \neq k$.

Desta forma rejeita-se a hipótese nula do Teste F para o efeito do fator i ($i = A$ ou B) quando $F_i > F_S$, sendo F_S o valor crítico da cauda superior de uma distribuição F, possuindo $rc(n-1)$ graus de liberdade no denominador para ambos os fatores e $(r-1)$ graus de liberdade no numerador do fator A e $(c-1)$ graus de liberdade no numerador do fator B.

O teste ainda pode ser estendido pelo procedimento Tuckey-Kramer – TK, utilizado caso exista um efeito de significativo em algum dos fatores, determinando assim qual/quais diferença(s) pode(m) ser classificada(s) como representativa(s) para que o teste da igualdade entre as médias para o fator seja rejeitado. Os valores críticos dos fatores A e B para o procedimento TK são respectivamente definidos pela Equação 19 e 20.

$$Q_s \sqrt{\frac{MQR}{cn'}} \quad (19)$$

$$Q_s \sqrt{\frac{MQR}{rn'}} \quad (20)$$

Nestas expressões, o termo Q_s representa o valor crítico da cauda superior da distribuição de Student, com r graus de liberdade no numerador e $rc(n-1)$ graus de liberdade no denominador para o fator A e com c graus de liberdade no numerador e $rc(n-1)$ graus de liberdade no denominador para o fator B. Este teste é usado apenas para múltipla comparação.

Para a verificação de qual das diferenças entre as médias é significativa quando o teste para a igualdade das médias de cada fator isoladamente for rejeitado, confronta-se o módulo das diferenças das médias aritméticas com o seu respectivo valor crítico do procedimento TK.

A diferença é considerada significativa quando este valor calculado for maior do que o valor crítico.

3.4. Exemplos numéricos

Para retratar uma estrutura de dados para análise, uma abordagem representativa pode ser determinada como a apresentada na Tabela 2, a qual apresenta no fator A o Período de Avaliação e no fator B o Tipo de Resultado.

Os dados desta tabela referem-se aos da disciplina de Economia, provas e dinâmicas, sendo que os das dinâmicas têm de ser padronizados para corresponder à escala do resultado gerado pelas notas das provas, logo tendo seus valores divididos por 15. Os valores das provas seguem conforme alcançados pelos alunos.



Para esta turma são realizadas duas avaliações ao longo do semestre, além dela ter 10 alunos que realizam tanto as duas provas quanto as duas dinâmicas em sala de aula.

Nesta direção, ainda pode ser verificada a variabilidade das distintas notas do aluno entre disciplinas, das turmas ao longo de alguns períodos, das notas relativas de outras disciplinas.

Tabela 2 – Simulação dos resultados para a disciplina de Economia

TIPO DE RESULTADO	PERÍODO DE AVALIAÇÃO	
	Primeira avaliação	Segunda avaliação
Nota em provas	7,2; 5,8; 8,2; 9,5; 6,4; 4,9; 6,9; 8,5; 8,6; 7,2.	9,6; 8,5; 6,2; 9,0; 5,9; 4,2; 8,5; 8,2; 6,8; 5,8.
Resultado das dinâmicas	100; 80; 90; 90; 110; 120; 80; 110; 120; 100.	80; 90; 80; 100; 140; 70; 90; 100; 70; 140.

Fonte: Elaboração própria.

Destes valores simulados na Tabela 2 para a turma de Economia, com a padronização dos resultados da dinâmica, pode ser visualizado o seu respectivo resultado na Tabela 3, já diagramado com os dados necessários para a análise.

Tabela 3 – ANOVA com os resultados para a disciplina de Economia

Fonte	Grau de liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	Estatística F
Fator A	1	5,8	5,8	2,62
Fator B	1	0,3	0,3	0,11
Interação	1	0,1	0,1	0,05
Erro	36	79,8	2,2	
TOTAL	39	86		

Fonte: Elaboração própria.

Diante destes dados os testes podem ser realizados e, sendo o caso, detectadas possíveis variações em relação ao perfil da turma. Desta forma pode ser percebido o comportamento das dinâmicas e provas realizadas no decorrer do período, assim como a relação entre elas.

Ao utilizar um nível de confiança de 95%, é verificado com o resultado da interação que $F_{AB} = 0,05 < 4,14 = F_S$, não rejeitando a hipótese nula e inexistindo interação entre os fatores.

Os efeitos proporcionados pelas causas principais podem ser analisados pelo resultado do teste para o fator A e B, considerando que tanto para o fator A ($F_A = 2,62 < 4,14 = F_S$), quanto para o fator B ($F_B = 0,11 < 4,14 = F_S$), suas hipóteses nulas também não são rejeitadas (estas para a igualdade entre as médias). Assim pode-se afirmar que não há efeito decorrente do período de avaliação nem do tipo de resultado na turma de Economia.

Outro exemplo com a mesma perspectiva e dimensão de análise utiliza os valores obtidos nas avaliações da turma de Jogos de Negócios, representados na Tabela 4, resultando nos dados da Tabela 5. Neste exemplo, os valores das dinâmicas também devem ser padronizados para corresponder às notas das provas, logo sendo necessária a divisão por 100 dos valores obtidos nas dinâmicas de aula. Os dados das provas seguem como gerados nas avaliações.



Tabela 4 – Simulação dos resultados para a disciplina de Jogos de Negócios

TIPO DE RESULTADO	PERÍODO DE AVALIAÇÃO	
	Primeira avaliação	Segunda avaliação
Nota em provas	3,2; 6,8; 5,2; 6,5; 7,4; 4,9; 6,9; 7,5; 6,6; 7,2.	8,6; 7,5; 7,2; 8,0; 8,9; 7,2; 9,5; 8,2; 7,8; 7,8.
Resultado das dinâmicas	402; 300; 521; 610; 550; 610; 550; 402; 521; 300.	600; 710; 650; 720; 682; 600; 720; 650; 710; 682.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 – ANOVA com os resultados para a disciplina de Jogos de Negócios

Fonte	Grau de liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	Estatística F
Fator A	1	19,60	19,60	19,48
Fator B	1	36,25	36,25	36,03
Interação	1	0,03	0,03	0,03
Erro	36	36,22	1,01	
TOTAL	39	92,10		

Fonte: Elaboração própria.

Com estes dados, e um nível de confiança de 95%, é verificada a estatística da interação ($F_{AB} = 0,03 < 4,14 = F_S$), não sendo rejeitada a hipótese e inexistindo interação entre A e B.

Quanto à análise dos fatores, para o fator A ($F_A = 19,48 > 4,14 = F_S$) e para o fator B ($F_B = 36,03 > 4,14 = F_S$) suas hipóteses nulas são rejeitadas. Assim pode-se afirmar que há efeito decorrente do período de avaliação e do tipo de resultado nos resultados da turma de Jogos de Negócios, sendo a média da primeira avaliação estatisticamente diferenciada da média da segunda e a média dos resultados das provas da média dos resultados das dinâmicas.

Um terceiro exemplo pode ser traçado sobre a análise dos valores obtidos das avaliações da turma de Jogos de Negócios em quatro períodos distintos, representados na Tabela 6, resultando nos dados da Tabela 7. Permanecem 10 resultados de alunos em cada avaliação.

Tabela 6 – Simulação dos resultados para a disciplina de Jogos de Negócios entre períodos

TIPO DE RESULTADO	SEMESTRE DE REALIZAÇÃO DA PRIMEIRA AVALIAÇÃO			
	2010.2	2011.1	2011.2	2012.1
Nota em provas	3,2; 6,8; 5,2; 6,5; 7,4; 4,9; 6,9; 7,5; 6,6; 7,2.	6,4; 8,9; 5,5; 7,7; 6,4; 7,0; 7,0; 6,2; 6,5; 7,2.	8,6; 7,5; 7,2; 8,0; 8,9; 7,2; 9,5; 8,2; 7,8; 7,8.	9,2; 9,4; 7,5; 6,9; 9,2; 8,5; 6,9; 7,2; 8,0; 7,6.
Resultado das dinâmicas	402; 300; 521; 610; 402; 610; 550; 550; 521; 300.	420; 500; 310; 690; 500; 310; 690; 415; 420; 415.	614; 712; 516; 700; 516; 700; 420; 614; 712; 420.	700; 700; 682; 682; 615; 812; 724; 812; 724; 615.

Fonte: Elaboração própria.



Tabela 7 – ANOVA com os resultados para a disciplina de Jogos de Negócios entre períodos

Fonte	Grau de liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	Estatística F
Fator A	1	57,53	57,53	49,74
Fator B	3	57,74	19,25	16,64
Interação	3	5,23	1,74	1,51
Erro	72	83,27	1,16	
TOTAL	79	203,77		

Fonte: Elaboração própria.

Com estes dados, ao se utilizar um nível de confiança de 95% o valor crítico para o teste do fator A passa a ser igual a 3,98 e passa para 2,74 no teste da interação e do fator B, ocorrendo para a interação a não rejeição da hipótese nula (inexistindo interação).

Para o fator B há rejeição da hipótese nula, tendo efeito decorrente do tipo de resultado.

Também é rejeitada a hipótese de igualdade do fator A e, como são especificados quatro níveis para o fator B, estes representam $4*(4 - 1)/2 = 6$ comparações em pares, do primeiro nível com o segundo, com o terceiro e com o quarto; do segundo nível com o terceiro e o quarto e do terceiro com o quarto. Os respectivos módulos destas diferenças são expressos por: 0,3; 1,5; 2,1; 1,2; 1,8; 0,6.

Considerando o valor crítico do procedimento $TK = 0,63$ para o fator A, conforme calculado na expressão 22, percebe-se que os resultados da primeira avaliação nos semestres de 2010.2 e 2011.1 diferem dos resultados em 2011.2 e 2012.1, sendo que tanto os dois primeiros semestres quanto os dois últimos não diferem entre si.

$$TK_A = 3,72 \left(\sqrt{\frac{1,16}{4 \times 10}} \right) = 0,63 \quad (22)$$

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta abordagem apresenta uma forma simples e eficaz de verificar como se comportam as dinâmicas nas em sala de aula, representando um indicador para sinalizar o comportamento dos resultados obtidos com estas dinâmicas pelos alunos do curso de Engenharia.

Colocando os resultados obtidos pelos alunos em uma planilha de Excel, o professor gera as estatísticas da ANOVA, alcançando o meio de mensurar a variabilidade dos resultados.

Na estrutura simulada no primeiro exemplo, não existe uma variabilidade estatisticamente significativa dos resultados.

Já no segundo e no terceiro exemplo a variabilidade torna-se significativa, sendo que no terceiro exemplo o número de níveis é expandido e percebe-se o efeito decorrente do semestre de avaliação, variando dos dois primeiros semestres para os dois últimos.

Como já comentado, com o uso desta ferramenta a percepção de variabilidade ainda pode ser apresentada para a verificação da relação entre os resultados obtidos por um mesmo aluno, os resultados apresentados entre outras disciplinas, entre as distintas dinâmicas realizadas.

Este balizamento proporciona ao(s) professore(s) a verificação da influência dos trabalhos e testes orientados em sala de aula e capacita este(s) na redefinição das próximas turmas, proporcionando maior controle sobre o resultado esperado e o nível de aprendizado.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARÇANTE, L.C.; ALVES, C.S.; CORRÊA, F.R.; MACIEL, M.S.; SOUZA, F.S. Abordagem Vivencial como Ferramenta Aplicada ao Ensino de Gerenciamento de Projetos. **Anais:** XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Blumenau : FURB, 2011.
- CORRÊA, F.R.; ALVES, C.S.; BARÇANTE, L.C.; MACIEL, M.S.; SOUZA, F.S. The Industrial Engineering Undergraduate Game. **Anais:** International MultiConference of Engineers and Computer Scientists. Hong Kong : IAENG, 2011.
- LEVINE, David. Estatística: Teoria e Aplicação. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- PEREIRA, M. I.; SANTOS, S. A. Modelo de gestão: uma análise conceitual. São Paulo: Pioneira, 2001.
- ROSSETTI, J. P. Introdução à Economia. 19ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SAUAIA, Antonio. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Satisfação e Aprendizagem em Jogos de Negócios: Contribuições para a Educação Gerencial, 1995. 273p, il. Tese (Doutorado).
- SOUZA, Fábio Simone. Uma nova perspectiva de análise das transformações geradas por ações da Administração Pública. In: Gestão do Conhecimento: Logística, Cadeia de Suprimentos e Arranjos Produtivos, Rio de Janeiro: Ed. PUBLIT, 2007. p.[153]-182.
- WOLFE, D. E.; BYRNE, E. T. Research on Experiential Learning: Enhancing the Process. Simulations Games and Experiential Learning in Action. BUSKIRK, Richard H. ed. 1975. p. 325-326.

STATISTICS ON THE RESULT OF ENGINEERING SCHOOL COURSE

Abstract: Increasingly there are new ways of applying the content presented in the classroom, and the incorporation of these structures in the dynamics of the classes is extremely important for the assimilation of the content discussed in the disciplines of Engineering's course. In this direction, many disciplines become more dynamic, but how to check the result of learning and applying the tools of education remains only the grade from the systematic reviews conducted with the students. This paper proposes a new approach in the evaluation of supplemental classes that incorporates the note of the outcome obtained with the dynamics used. For this is a test of variance analysis – ANOVA – of two factors, which are checked in groups of engineering changes due the results of the students and the notes of the dynamics. Your benefit is not limited to related approach, but in the analysis with verifiable results, considering the expected result and the possible variability of some results in relation to the average result of the classroom.

Key-words: Multidisciplinary approach, evaluation of results, ANOVA of two-factors.