# UMA UTILIZAÇÃO DA TEORIA DA ESCOLHA SOCIAL À ANÁLISE DA OPINIÃO DOS PROFESSORES SOBRE SEUS ALUNOS

Maria Helena Campos Soares de Mello - mhelenamello@netscape.net

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção Rua Passo da Pátria, 156

24210-240 - Niterói - RJ

Heitor Luiz Murat de Meirelles Quintella - hquintel@unisys.com.br Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção Rua Passo da Pátria, 156 24210-240 - Niterói - RJ

Resumo: Este artigo utiliza técnicas da Teoria da Escolha Social, mais particularmente o método de Condorcet, para tentar traçar um perfil do que os professores de disciplinas básicas entendem ser um bom aluno de Engenharia e quais as condições que um aluno deve atender para poder acompanhar os cursos que lhes são oferecidos. Os resultados obtidos na definição do que é um bom aluno são usados para tentar explicar as dificuldades encontradas em certas tentativas de modernização dos cursos de Engenharia da UFF e recomendam-se reflexões sobre o descompasso entre estes resultados.

Palavras-chave: Avaliação de Estudantes, Ensino-Aprendizagem, Análise Multicritério

## 1- INTRODUÇÃO

Muito se tem dito sobre o rendimento escolar dos alunos dos cursos de Engenharia. Alguns saudosistas costumam dizer que os alunos de hoje em dia são piores do que os de antigamente, outros rotulam os alunos em "bons" ou "maus" e agem de maneira diferenciada com uns e outros. Entretanto, nem sempre a percepção corresponde à realidade dos números. Este artigo analisa a situação vivida de fato, com alunos que ingressaram no curso de Engenharia da Universidade Federal Fluminense, em 1997. É verificado seu rendimento no Concurso Vestibular e ao longo do curso. Os resultados obtidos são confrontados com o que é esperado que seja um "bom" aluno, na opinião dos professores. Foram utilizadas técnicas estatísticas (correlação linear e análise de agrupamentos) e métodos de análise multidecisor (Métodos de Borda e Condorcet), considerados elementares (Dias et al, 1996), para análise das informações.

#### 2. PROCESSO DE ADMISSÃO NA UNIVERSIDADE

No Brasil, para a maioria das Universidades a principal, forma de acesso é o chamado "concurso Vestibular". Este concurso, realizado por cada instituição, ou por grupos de instituições, pretende ser utilizado primordialmente para dois grandes objetivos: classificar os estudantes para o preenchimento das vagas nos cursos oferecidos e avaliar o nível de conhecimentos que eles obtiveram no ensino médio, bem como sua aptidão para freqüentarem um determinado curso superior. Particularmente a Universidade Federal Fluminense (UFF), objeto deste estudo, faz sua seleção em duas etapas (COSEAC, 2001, Soares de Mello et al 2002) onde a primeira é constituída por provas de múltipla escolha, (com todas as matérias estudadas no nível médio) e a segunda fase é constituída por provas discursivas (uma redação e uma ou duas matérias específicas para o curso pretendido) objetivando avaliar os conhecimentos mínimos obtidos no nível médio de estudos. A primeira fase entra como critério de eliminação e de classificação e seu objetivo é avaliar se foi atingido um nível mínimo de conhecimentos gerais. A segunda fase é apenas critério de classificação e objetiva verificar a existência de conhecimentos necessários para seguir o curso escolhido. A primeira fase é constituída por provas de Língua Portuguesa e Literatura Brasileira, Língua Estrangeira (Inglês, Francês ou Espanhol), Química, Física, Matemática, Biologia, Geografía e História. Para os cursos de Engenharia, a segunda fase é composta por provas de Redação, Matemática e Física. A ordenação de quem não foi eliminado é obtida por uma soma ponderada, em que os pesos são atribuídos de tal forma que o conjunto de cada fase tenha igual peso; dentro de cada fase todas as provas tenham igual "importância"; e a pontuação final esteja contida no intervalo [0,100]. Desta forma, as provas de matemática e física da segunda fase entrarão na pontuação final com peso inferior a 17%, cada uma.

Ressalte-se que não há nota mínima para aprovação. Através da já referida soma ponderada, é feita uma classificação dos estudantes, usada para dividi-los em 3 classes: os que ingressam no primeiro período do ano letivo, os que ingressam no segundo período do ano letivo e os que não ingressam. Assim, é possível o ingresso de alunos com notas extremamente baixas, principalmente em cursos de baixa procura.

#### 3. A PROGRESSÃO DOS ALUNOS NO CURSO DE ENGENHARIA DA UFF

Após o ingresso na Universidade, o aluno cursa, no seu primeiro período de estudos, seis disciplinas. Três delas são consideradas "difíceis" (Cálculo I, Física I e Álgebra Linear) e as

outras três são consideradas "fáceis" (Introdução à Engenharia, Introdução à Informática e Introdução à Geometria Descritiva).

A "qualidade" dos alunos é medida por intermédio de índices de desempenho. Um índice, por disciplina, é a média final obtida pelo aluno. Na UFF, é adotada a nota mínima 6,0 (numa escala entre 0,0 e 10,0) para aprovação. No caso de o aluno ter obtido nota entre 4,0 e 6,0, pode submeter-se a um exame suplementar, chamado VS, no qual deve ter nota maior ou igual a 6,0 para ser aprovado. Caso contrário (média menor do que 4,0 e nota menor do 6,0 na VS) o aluno é reprovado. Outro índice de desempenho, que leva em conta todas as disciplinas cursadas é o Coeficiente de Rendimento (CR).

O CR é obtido pela média das notas, ponderadas com o número de créditos (valor relacionado com o número de horas de aula semanais) das disciplinas. Assim, os alunos são rotulados pelo seu CR e classificados por ele, principalmente na escolha dos horários mais concorridos.

Após completar as disciplinas dos três primeiros períodos, o aluno que ingressou até 1998 no curso de Engenharia da UFF, podia fazer sua opção por uma das seis habilitações oferecidas nesta Universidade (Produção, Mecânica, Civil, Agrícola, Elétrica e Telecomunicações).

### 4. DELIMITAÇÕES DOS ESTUDOS

Este trabalho limita-se a analisar informações referentes aos alunos que ingressaram no primeiro período do curso de Engenharia (com posterior opção pela habilitação profissional) da Universidade Federal Fluminense, em 1997. Este foi o penúltimo ano em que a forma de ingresso permitiu o agrupamento de dados pois, a partir do vestibular de 1999 a UFF decidiu que o ingresso já seria feito para a habilitação de Engenharia, não havendo mais a oportunidade de opção ao final do ciclo básico (Soares de Mello & Soares e Mello, 2000).

Deste universo foram excluídos os alunos que não iniciaram seus estudos no semestre subsequente ao do ingresso e aqueles que já haviam cursado disciplinas em outro curso superior, para uniformizar o mais possível o universo estudado.

Assim, tem-se o total de 159 ingressantes no primeiro período de 1997 e 135 no segundo período de 1997.

As informações sobre a percepção dos professores foram obtidas por meio de um questionário com perguntas abertas, em que se pediu que o professor classificasse as alternativas em ordem decrescente de concordância, ou seja, em primeiro lugar deveria vir a alternativa com a qual estivesse mais de acordo e por último aquela com a qual concordasse menos.

Este questionário pretende descrever a opinião dos professores, sem conhecimento prévio dos alunos, sobre o conceito de "bom" aluno de Engenharia.

## 5. AVALIAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Para os professores definirem o que é, na sua visão, um "bom" aluno, foram-lhes colocadas três questões básicas, para que fossem identificadas, dentre os estereótipos descritos, qual seria o melhor aluno.

Em primeiro lugar, foi questionado aos professores se eles julgavam que os seus "melhores" alunos tiveram: a) as melhores *classificações* no vestibular; b) as melhores *notas na segunda etapa* do vestibular; c) as melhores *notas nas disciplinas relacionadas* à disciplina lecionada pelo professor e d) notas que *não interferem* no rendimento escolar posterior destes alunos.

Em segundo lugar, foi questionado aos professores se o melhor aluno seria aquele que: a) obteve aprovação em todas as disciplinas do primeiro período, tendo feito VS em todas elas e obtido um CR baixo; b) obteve aprovação apenas nas três disciplinas consideradas "fáceis" e obtido um CR alto e c) obteve aprovação apenas nas três disciplinas consideradas "difíceis", com um CR próximo de 6,0.

Em terceiro lugar, foi questionado aos professores se o melhor aluno seria aquele que: a) resolvesse todos os exercícios e reproduzisse o que o professor apresentou em sala; b) interessasse-se em pesquisar assuntos relacionados a matéria lecionada e c) fosse capaz de construir o seu conhecimento, compreendendo rapidamente o encaminhamento dado pelo professor.

Para analisar estas respostas, como se trata de ordenações feitas por múltiplos decisores, podem ser utilizados os métodos de Borda e de Condorcet.

Estes métodos são descritos na literatura como sendo responsáveis pelas origens, respectivamente da chamada "Escola Americana" e "Escola Francesa" de técnicas multicritério. Ambos os métodos foram desenvolvidos no século XVIII para resolver problemas referentes a escolhas sociais.(Barba-Romero e Pomerol, 1997).

O Método de Borda baseia-se em pontuar as alternativas, de acordo com a classificação dada pelo decisor, como num campeonato. A alternativa mais preferida ganha um ponto, a segunda melhor ganha dois pontos e assim por diante. Ao final, os pontos atribuídos pelos decisores a cada alternativa são somados e a alternativa que tiver obtido a menor pontuação será a escolhida. Exemplos correntes de aplicação de variações do método de Borda são encontrados com freqüência em competições desportivas, como o campeonato mundial de fórmula 1

O Método de Condorcet baseia-se em relações de "preferências". Quando cada decisor classifica as alternativas em ordem de preferência, o analista verifica, em cada par de alternativas, qual delas foi preferida pela maioria dos decisores. Neste caso, dir-se-á que esta alternativa é preferível em relação à outra. Podem ser traçados grafos representativos destas relações de preferência em que nota-se perfeitamente qual das alternativas domina as demais e qual delas é dominada pelas demais. Neste caso, a que domina, se existir, será a escolhida.

O método de Borda apresenta a desvantagem de não ser indiferente as alternativas irrelevantes. Ou seja, a retirada de uma alternativa pode levar a modificações na ordenação relativa de outras alternativas. O método de Condorcet, considerado mais justo, tem a grande desvantagem de conduzir a situações de intransitividade, levando ao célebre "paradoxo de Condorcet". Este ocorre quando A prefere B, B prefere C e C prefere A. Isto significa que o método de Condorcet nem sempre induz uma pré-ordem no conjunto das alternativas. No entanto, em situações onde não ocorram ciclos de intransitividade ele deve ser preferido ao método de Borda.

Em particular, em resposta à primeira pergunta, obteve-se o grafo da Figura 1, considerando as alternativas a, b, c e d apresentadas.

Verifica-se que a alternativa a é preferível em relação as alternativas b e d, a alternativa b é preferível em relação a alternativa d e a alternativa c é preferível em relação a todas as demais. Desta forma, a alternativa dominante é a alternativa c e a dominada é a alternativa d. Não foram formados ciclos de intransitividade, portanto, pode-se dizer que, dentre as alternativas apresentadas, a preferida é a alternativa c, ou seja, os professores entendem que os melhores alunos devem ser aqueles que obtiveram as melhores notas nas provas do vestibular com matérias

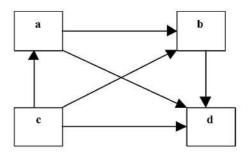
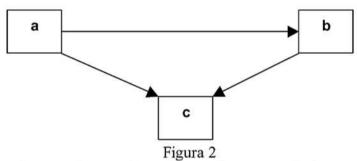


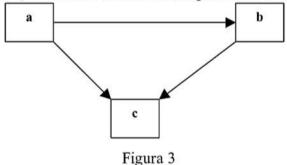
Figura 1

relacionadas às disciplinas lecionadas por eles. Exemplificando, para um professor de Cálculo, os seus melhores alunos devem ser aqueles com as melhores notas em Matemática no Vestibular, independentemente de ser a prova de múltipla escolha ou discursiva. São os alunos que têm "uma boa base", e provavelmente não darão trabalho para compreenderem os assuntos novos que lhes serão apresentados.

Em resposta à segunda pergunta, obteve-se o grafo da Figura 2. Observa-se que a alternativa a é a preferida pelos professores, ou seja, mais uma vez os professores demonstraram sua preferência pelos alunos que são regulares, não importando suas notas: ser aprovado em todas as disciplinas, facilitando sua progressão no curso, é preferível a ter notas altas e ser reprovado em algumas, apesar de não comprometer sua progressão no curso.



Em relação à terceira questão e as alternativas a, b e c, o grafo é apresentado na Figura 3. Nota-se que a alternativa a é a preferida em relação a todas as outras, ou seja, os professores preferem os alunos disciplinados, no sentido de fazerem simplesmente suas tarefas.



Ou seja, pode-se imediatamente compreender a interpretação e caracterização que os professores dão aos "melhores" alunos. Estes são os que tiveram as melhores bases para acompanhar suas disciplinas; obtêm aprovação em todas as disciplinas, independentemente de ter obtido boas notas e são capazes de reproduzir os conceitos ensinados em sala de aula.

Para terminar este item, ressalte-se que não ocorreram ciclos de intransitividade em nenhuma das análises, o que justifica o fato de não ter sido usado o método de Borda.

## 6. AVALIAÇÃO DAS CORRELAÇÕES

Para se comparar com as caracterizações, foram feitas várias simulações para se tentar entender o que poderia estar correlacionado linearmente. Inicialmente, os dados foram todos normalizados de forma que as notas sempre variassem entre 0 e 10. O Quadro1 apresenta os valores das correlações investigadas.

Em vista destes números, que mostram correlações extremamente baixas, decidiu-se traçar diagramas de dispersão para uma avaliação "visual" dos dados, tentando compreender se haveria alguma possibilidade de correlação ou se as hipóteses e percepções de professores experientes seriam totalmente sem propósito. Além da opinião dos professores, a existência de uma relação causa-efeito entre notas do vestibular e notas no curso superior, foi apresentada por Soares de Mello et al (2000) ao verificar que cursos com maior procura tinham como consequência notas no vestibular mais altas e, melhor aproveitamento escolar na universidade.

o que fo	considerando	considerando	considerando os alunos
comparado	todos os	apenas alunos	que fizeram
	alunos	aprovados em tudo	correctamente sua
		no primeiro período	progressão curricular
média geral no	0.39	0.43	0.43
vestibular X CR no			
primeiro período			
média geral da	0.34	0.45	0.48
segunda etapa no			
vestibular X CR no			
primeiro período			
nota de	0.35	0.26	0.27
matemática no			
vestibular X nota			
de Cálculo I			
nota de	0.38	0.15	0.18
matemática no	8		
vestibular X nota			
de Álgebra Linear			
nota de física no	0,45	0.50	0.51
vestibular X nota			
de Física I			

Quadro 1

A avaliação visual faz uso dos gráficos exibidos na Figura 4.

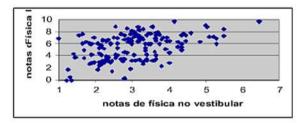
A observação dos gráficos sugere o uso da técnica de Análise de Agrupamentos ou "Cluster Analysis". Esta técnica é utilizada quando se desejam explorar as similaridades entre indivíduos definindo-os em grupos. Consideram-se simultaneamente, todas as variáveis medidas em cada indivíduo, ou todos os indivíduos nos quais foram feitas as mesmas medidas. Iniciou-se o estudo com uma divisão de agrupamentos de forma visual, agrupando dados que, na análise

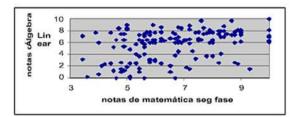
gráfica, indicam a existência de forte correlação. Por exemplo, o primeiro gráfico sugere a existência de alta correlação entre as notas de Cálculo I, quando situadas em [8,10], e as notas da segunda fase do vestibular. De fato, ao agrupar estes dados, obtém-se coeficiente de correlação 0.8. A mesma análise foi feita para os demais conjuntos, com agrupamentos semelhantes, e obteve-se o resultado apresentado na Tabela 1.

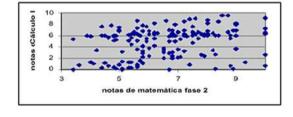
Conjunto - critério	Coeficiente de Correlação
Cálculo I X Matemática Vestibular - 8 a 10 em Cálculo	0.805571
Cálculo I X seg fase Matemática - 8 a 10 em Cálculo	0.675615
Cálculo I X Álgebra Linear - 8 a 10 em Cálculo	0.795019
Física I X Física Vestibular - 8 a 10 em Física I	0.537828
Física I X Física na seg fase - 8 a 10 em Física I	0.636131
CR no primeiro período X Nota no vestibular - CR 8 a 10	0.61539

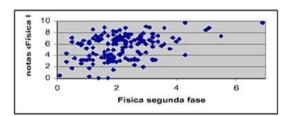
Tabela 1

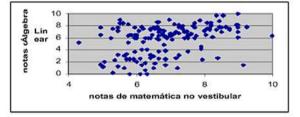
Embora técnicas mais elaboradas de Análise de Agrupamentos possam ser usadas, os resultados aqui obtidos já mostram correlações razoáveis, das quais conclusões importantes podem ser tiradas. Assim, não foi julgado necessários proceder a análises estatísticas mais rigorosas.











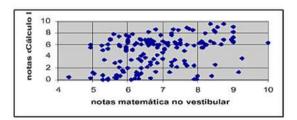


Figura 4

#### 7. CONCLUSÕES

Tendo em vista os instrumentos utilizados, podem ser tiradas as seguintes conclusões: os professores observam apenas os alunos que têm excelentes notas na sua disciplina quando estereotipam um bom aluno. Portanto, pode-se considerar que os professores entendem que "bom aluno" é aquele que tem capacidade de resolver as provas. Note-se que este não é necessariamente um parâmetro que caracterize sucesso profissional nem boa progressão curricular. As provas de Física do vestibular têm maior correlação com as notas posteriores nesta matéria do que a de Matemática com Cálculo e Álgebra. Assim, há uma indicação de que as provas de Física do vestibular estão mais adequadas que as de Matemática na avaliação dos conhecimentos necessários ao desempenho nos cursos de Engenharia.

Outra possibilidade é que o curso de Física I não acrescente muito além do ensino secundário, considerando as dificuldades que os estudantes encontram nas disciplinas de Cálculo I e Álgebra Linear.

Técnicas simples de análise multicritério são extremamente úteis para agregar respostas de questionários e deve ser estimulada a sua utilização. O uso de técnicas mais elaboradas, tanto de multicritério quanto de estatística podem não melhorar significativamente os resultados obtidos e, sem dúvida, dificulta a compreensão (e aceitação) por leigos e semi leigos.

Finalmente, um outro agrupamento, de natureza geográfica, poderia ser tentado, caso houvesse disponibilidade de dados. Como os alunos da UFF, devido à característica de dispersão geográfica do seu vestibular (Soares de Mello et al, 2001), são oriundos de diversas regiões do Estado do Rio de janeiro, onde existem várias desigualdades sócio-econômicas (Gomes et al, 2002), a relação de causa efeito entre as notas do vestibular e o desempenho no curso superior pode estar sendo mascarada pelos referidos fatores sociais, econômicos e até de adaptação a uma nova cidade.

#### 8. REFERÊNCIAS

BARBA-ROMERO, S., POMEROL, J.C. Decisiones Multicriterio: Fundamentos Teóricos e Utilización Práctica, Colección de Economia, Universidad de Alcalá, (1997.)

COSEAC, Manual do Vestibular UFF 2002, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil, (2001.)

DIAS, L.M.C., ALMEIDA, L.M.A.T., CLÍMACO, J.C.N. Apoio Multicritério à Decisão, Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, (1996.)

GOMES, E. G.; LINS, M. P. E.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Seleção do melhor município: Integração SIG-Multicritério, Investigação Operacional, v. 22, n. 1, (2002)

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; LINS, M. P. E.; VIEIRA, L. A. M. Um caso de estudo de integração SIG-DEA-MCDA: a influência de uma instituição de ensino superior em vários municípios do Estado do Rio de Janeiro, Investigação Operacional, v. 21, n. 2, (2001)

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; LINS, M. P. E.; SOARES DE MELLO, M. H. C.; GOMES, E. G. Evaluating the Performance of Calculus Classes Using Operational Research Tools, European Journal Of Engineering Education, Inglaterra, 27, n. 2, (2002.)

SOARES DE MELLO, M. H. C.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Ingresso nos cursos de Engenharia: Vestibular junto e separado, XXVIII COBENGE-Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, Brasil, (2000)

SOARES DE MELLO, M. H. C.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; VAZ, M. R. Análise exploratória dos dados da separação do vestibular para as habilitações da Engenharia na UFF, . VI EEE-Encontro de Educação em Engenharia, Itaipava - Petrópolis, Brasil, (2000)

## USING SOCIAL CHOICE THEORY TO ANALISE THE OPINION OF LECTURES ABOUT THEIR STUDENTS

Abstract: This paper uses techniques of the Social Choice Theory, particularly Condorcet Method, in order to establish what does the lecturers intends to be a good student of an Engineering Student, specially in the first semesters. The results are used to try to explain some difficulties there exist when someone tries to change the curricula. This study is made with the students and lecturers of the Engineering courses of Federal Fluminense University.

Keywords: Student Evaluation, Teaching-Learning, Multicriteria Analysis.