



ESTUDO DE CASO: METODOLOGIA DE ENSINO DE PESQUISA OPERACIONAL EM ENGENHARIA

Mischel Carmen Neyra Belderrain – carmen@mec.ita.br

Livia Bastos Gratz – livia_gratz@hotmail.com

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica
Praça Mal. do Ar Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias
12228-900 – São José dos Campos, SP

Resumo: *Um dos grandes desafios na formação do engenheiro é o de estabelecer condições para que ele possa desenvolver habilidades para: trabalhar em equipes multidisciplinares; identificar, formular e resolver problemas; comunicar-se efetivamente; e manter um aprendizado contínuo. Neste contexto, este trabalho apresenta a Metodologia de Estudo de Caso aplicada ao ensino de Pesquisa Operacional para alunos de engenharia.*

A Metodologia de Estudo de Caso compreende: especificação dos casos, cumprimento dos objetivos pedagógicos e motivação dos alunos. O sucesso da Metodologia de Estudo de Caso depende da qualidade dos casos escolhidos, e da disponibilidade e da facilidade de utilização de software para a solução dos mesmos. Por outro lado, a participação ativa dos alunos é necessária. Eles têm a oportunidade de pensar de forma crítica, sintetizar e organizar idéias, e aplicar conceitos aprendidos previamente.

Finalmente, é apresentada a experiência do uso desta metodologia aplicada aos alunos do quarto ano de engenharia do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA.

Palavras-chave: *Ensino de PO, Estudo de caso, Metodologias de ensino.*



1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios na formação do engenheiro é o de estabelecer condições para que ele possa desenvolver habilidades para: trabalhar em equipes multidisciplinares; identificar, formular e resolver problemas; comunicar-se efetivamente; e manter um aprendizado contínuo.

Por outro lado, a Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais. Tendo como foco a tomada de decisões, aplica conceitos e métodos de outras áreas científicas para concepção, planejamento ou operação de sistemas para atingir seus objetivos. Através de desenvolvimentos de base quantitativa, a Pesquisa Operacional visa também introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar no entanto dos elementos subjetivos e do enquadramento organizacional que caracterizam os problemas. (www.sobrapo.org.br/index_sobrapo.htm).

As aplicações de Pesquisa Operacional predominam nas áreas de energia (petróleo e eletricidade), telecomunicações, siderurgia, transporte, agropecuária, industrial, manufatureira e serviços. Por esta razão, Pesquisa Operacional é uma disciplina obrigatória nos currículos de estudos de Cursos de Graduação de Engenharia.

O objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia Estudo de Caso aplicada no ensino de Pesquisa Operacional para alunos de Engenharia. Será apresentada também uma experiência do uso desta metodologia no Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA.

2. METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO

Esta metodologia consiste na utilização de casos para explicar os conceitos de Pesquisa Operacional e em exercitar nos alunos as habilidades de modelagem, comunicação, análise e resolução de problemas.

O objetivo das disciplinas introdutórias de PO mudou ao longo dos anos e deixou de ser focado somente em algoritmos de solução de problemas. No final dos anos oitenta, disciplinas introdutórias de PO eram ensinadas baseando-se na álgebra dos vários algoritmos de solução e em aulas tradicionais. Os exemplos utilizados eram sempre triviais e não representavam aplicações reais. Hoje em dia muito mais ênfase é dada em estimação de parâmetros, na intuição dos usos apropriados dos métodos de PO, na criatividade de aplicação dos métodos, na utilização de software e na interpretação correta dos resultados.

No trabalho de COCHRAN J.J. (2000) é apresentada esta metodologia de Estudo de Casos, considerando as seguintes características: (1) especificação dos casos; (2) cumprimento dos objetivos pedagógicos e; (3) motivação dos alunos.

2.1 Especificação dos casos

Pensando-se na análise escrita dos casos, foi sugerido o seguinte formato de apresentação:

- Seção 1 – Definição

Resumir a situação e o problema a ser resolvido. Assumir que o aluno é funcionário de uma empresa e precisa analisar seu problema.

- Seção 2 – Metodologia de resolução do problema

Explicar a metodologia que irá utilizar para resolver o problema e responder às questões sugeridas no caso. Escrever as hipóteses assumidas e explicar as conseqüências que podem surgir se as hipóteses forem falsas. Usar termos não técnicos para que qualquer pessoa, com o mínimo de conhecimento em Pesquisa Operacional, possa entender.

- Seção 3 – Resultados

Discutir e interpretar os resultados. Explicar o impacto dos mesmos na análise. Inserir todos os cálculos, gráficos, telas, impressos se apropriados. Ser criativo e usar a intuição. Novamente, usar termos não técnicos. Notar que uma discussão sobre o algoritmo de solução e sobre como utilizar o software é desnecessário para um cliente.

- Seção 4 – Avaliação crítica

Examinar a forma como os dados foram coletados e analisados. Discernir sobre os aspectos positivos e negativos do processo. Sugerir maneiras de melhorar o processo analítico e direcionar futuras análises.

- Apêndices – Impressos relevantes, tabelas e gráficos.

Algum resultado, tela ou gráfico que se pretenda referir, mas não se quer no corpo do trabalho. O apêndice precisa ser devidamente nomeado e precisa ser referido em algum lugar do trabalho.

2.2 Cumprimento dos objetivos pedagógicos

As aulas tradicionais são ineficientes em fazer o aluno pensar ativamente sobre os assuntos abordados. Os casos, pela sua própria natureza, encorajam o aluno a pensar sobre os conceitos, o que gerará um alto nível de entendimento e de conhecimento consolidado.

Nesta fase os alunos devem ser capazes de atingir estes objetivos:

Desenvolvimento de habilidades de modelagem – significa que o aluno seja capaz de analisar o problema, identificar os fatores críticos do mesmo, discutir e analisar qual a metodologia de solução de PO a ser utilizada, como interpretar os resultados e como sugerir um plano de implementação.

Desenvolvimento de habilidades de comunicação escrita e oral – a apresentação escrita de cada caso é limitada a duas páginas de texto. Os alunos são incentivados a usarem sentenças curtas e bem escritas para que sua análise possa ser facilmente entendida.

2.3 Motivação dos alunos

Os estudos de caso preparam muito bem o aluno para avaliações. Um exemplo de uma frase de aluno: “depois de ter resolvido alguns casos percebi que já estava bem preparado para a avaliação e que não precisaria estudar mais”.

Isso faz com que o aluno se sinta motivado em aprender com os casos, uma vez que esse esforço influenciará diretamente na sua nota final. É necessário orientar aos alunos para revisarem o caso, em estudo, antes da cada aula para aproveitar ao máximo os conceitos explanados e identificar a relação entre eles. É importante distribuir o tempo em aula de tal forma que haja espaço para discussão sobre o caso entre os integrantes do grupo e entre os grupos.

É recomendável que na escolha dos casos, a serem distribuídos aos alunos, os objetivos pedagógicos estejam bem definidos. Isto é, enfatizar os conceitos e teoria a serem desenvolvidos durante o semestre.

3. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASO NO ITA

Esta metodologia foi utilizada em conjunto com o uso de software educacionais de Pesquisa Operacional. A boa compreensão dos casos propostos desenvolveu, nos alunos, habilidades de modelagem. A utilização de software viabilizaram a solução do problema com bastante ênfase na interpretação dos resultados e na Análise de Sensibilidade dos parâmetros do problema.

O sucesso da implementação desta metodologia depende da qualidade dos casos escolhidos e da disponibilidade e facilidade de utilização do software. Dentro da literatura disponível podemos citar os textos de WINSTON W. (1996), LACHTERMACHER G (2002) e LAWRENCE J.; PASTERNAK B. (1998) com bons exemplos de casos didáticos.

Os software educacionais selecionados foram: Excel, LINDO, LINGO e WINQSB. A seguir uma breve descrição da utilização dos mesmos. Uma explicação mais detalhada da implementação destes software com exemplos bastante ilustrativos pode ser encontrado no trabalho de GRATZ L.B. (2001).

- *Excel*

Para aplicar o Excel em problemas de PO, recomenda-se utilizá-lo com o Solver e ambiente de Visual Basic. Como ferramenta para resolver problemas não muito complexos de maximização e minimização ele é muito útil, rápido e fácil, bastando para isso utilizar o Solver.

- *LINDO/LINGO*

O software LINDO (**L**inear **I**nteractive and **D**iscrete **O**ptimizer) e o LINGO podem ser encontrados na internet que oferece uma versão educacional dos mesmos. O site é: <http://www.lindo.com>. Os programas são muito fáceis de usar e são bastante rápidos. Isso fez com que se tornassem líderes na modelagem e solução de problemas de otimização. Muitas empresas utilizam estes software para modelos de programação linear, não-linear e inteira. Alguns dos problemas resolvidos em sala de aula foram: maximização de lucro e minimização de custos em planejamento da produção, transportes, finanças, portfólio de ações, orçamento de capital, mistura, designação, inventário, alocação de recursos, etc.

Comparando este software com o Solver, o LINDO fornece maior informação sobre Análise de Sensibilidade.

- *WINQSB*

Este software é muito fácil de ser utilizado. Uma vez resolvido o problema, o software fornece dados para a Análise de Sensibilidade. Uma vantagem do WINQSB é sua forma visual e didática de utilização. Após instalação do software, ele cria dezenove módulos que são bastante específicos a tópicos ensinados em disciplinas de Pesquisa Operacional. Alguns deles são: *Linear and Integer Programming, Inventory Theory and System, Goal Programming, Markov Process, Network Modeling, PERT-CPM, Quality Control Chart, Queuing Analysis, Forecasting*.

A avaliação da disciplina quando se utiliza o Estudo de Caso pode ser realizada através de relatórios, apresentações ou ambos. Este trabalho propõe que os alunos se dividam em grupos de duplas ou trios e resolvam dois casos por bimestre. Uma sugestão é que o relatório do caso seja do tipo “Memorando” exemplificado em LAWRENCE J.; PASTERNAK B. (1998, pg. 29).



4. CONCLUSÕES

A proposta da Metodologia de Estudos de Caso foi criada para que os alunos adquirissem habilidades de modelagem de problemas. O objetivo das disciplinas introdutórias de PO mudou ao longo dos anos e deixou de ser focado somente em algoritmos de solução de problemas. Hoje em dia muito mais ênfase é dada em estimação de parâmetros, na intuição dos usos apropriados dos métodos de PO, na criatividade de aplicação dos métodos, na utilização de software e na interpretação correta dos resultados.

Para a maioria dos alunos, o entendimento do processo de modelagem é atingido depois de expostos a vários exemplos e situações diferentes. A metodologia de estudos de caso facilita esse entendimento.

Essa metodologia é apropriada a disciplinas modernas de introdução a Pesquisa Operacional, oferecidas a alunos de graduação. O estudante, apesar de estar no nível introdutório, tem a oportunidade de pensar de forma crítica, sintetizar e organizar idéias, e aplicar conceitos aprendidos previamente.

Além disso, a metodologia incentiva o desenvolvimento de habilidades de modelagem, comunicação, análise e resolução de problemas. Todas estas são, hoje, os objetivos primários das disciplinas introdutórias de Pesquisa Operacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COCHRAN J.J. Introductory business OR cases: successful use of cases in introductory undergraduate business college operational research courses. *Journal of the Operational Research Society*, v. 51, p. 1378-1385, 2000.

GRATZ B.L. *Novas metodologias de ensino de Pesquisa Operacional*. 97 f. 2001. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

LACHTERMACHER G. *Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões*. Editora Campus: 2002. 322p.

LAWRENCE J. A.; PASTERNAK B. A. **Applied Management Science: A Computer-Integrated Approach for Decision Making**. Ed. John Wiley & Sons: 1998. 665p.

TRIGO J.A. **Análise de implementação da metodologia e-learning no ensino de Pesquisa Operacional**. 2002. Trabalho de Graduação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

WINSTON W. **Operations Research - Applications and Algorithms**. Ed. PWS-Kent, 1993.

Contato e Maiores Informações

Mischel Carmen Neyra Belderrain

E-mail: carmen@mec.ita.br

Home page: <http://www.ita.br>

Telefone: 12 3947-5903; Fax: 12 3947-5815



CASE STUDY: A METHODOLOGY FOR OPERATIONS RESEARCH TEACHING FOR ENGINEERING STUDENTS

***Abstract:** A great challenge in an engineer's education is that of setting the foundations to develop several important skills: working in multidisciplinary teams; identify, write and solve problems; communicate effectively; and keep a continuous learning curve. In this context, this paper presents the case study methodology as applied to the teaching of Operations Research to engineering students.*

The case study methodology addresses: case specification, compliance with academic objectives and student motivation. The success of the case study methodology is dependent upon the quality of the proposed cases as well as the availability of appropriate application software. Nonetheless, effective student involvement is of utmost importance; the students have a unique chance of practicing their analytical thinking, synthesizing and organizing ideas, and applying previously taught concepts.

Finally, the use of that methodology as applied to fourth-year, undergraduate engineering students of "Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA" is presented.

Key-words: *Operations Research education, case study, teaching methods.*