

ENSINO DOS MÉTODOS DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA

Rocio Soledad Gutierrez Curo – rocio@ita.br
Mischel Carmen Neyra Belderrain – carmen@ita.br
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Divisão de Engenharia Aeronáutica e Mecânica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50
12228-900 – São José dos Campos - SP

Resumo: *Os estudantes de engenharia adquirem conhecimentos sobre competências técnicas próprias da sua especialidade. No entanto, para o ambiente profissional deve estar apto a entender como o conhecimento é gerado e transferido para diversas áreas da organização, assim como ter competência em gerenciar equipes multidisciplinares e elaborar projetos que possam resultar em produtos ou serviços competitivos e de sucesso. Portanto, é importante que os estudantes estejam preparados para agir em situações de complexidade, objetivos mal definidos, incertezas e múltiplas perspectivas por possuir múltiplos stakeholders, que são características onde os Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs) devem atingir. Assim, o ensino e aprendizagem daqueles métodos tornam-se importantes na formação do engenheiro, isto é, o professor de PSMs deve aumentar o estímulo e a motivação do aluno para a sua aprendizagem. O objetivo do presente trabalho é apresentar aspectos relevantes a considerar, para uma metodologia de ensino em PSMs, incentivando o estudo, treinamento e suas aplicações, tanto aos professores quanto aos estudantes de engenharia, como apoio à tomada de decisões educacionais, sociais e gerenciais onde envolvam grupos decisores. Mostra-se também brevemente as fundamentações teóricas, recursos e aplicações sobre os PSMs para o desenvolvimento da metodologia.*

Palavras-chave: *Metodologia de ensino, Métodos de estruturação de problemas, Tomada de decisões em grupo, Ensino - aprendizagem.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o campo de atuação do engenheiro é muito amplo, de tal forma que deve estar preparado para abordar problemas não estruturados. Existe, por exemplo, engenheiros que trabalham ativamente na análise de trabalho dos músculos, no desenvolvimento de interfaces para nervos artificiais, na construção de cenários de realidade virtual, na criação de regras físicas realísticas para jogos de vídeo, e em tantas outras áreas que estão a contribuir para a necessidade de repensar o papel de um engenheiro. Os conhecimentos de engenharia são um campo inesgotável que tornam o exercício da profissão, um desafio de longo curso (CLÍMACO *et al.*, 2004). No entanto, torna-se necessário desenvolver capacidades de empreender, de cooperar com terceiros e trabalhar em equipe quando se encontram envolvidos em situações incompreensíveis ou de difícil mensuração, sendo necessária a implementação de algum Método de Estruturação de Problemas (PSMs).

Nos últimos 40 anos, alguns métodos e metodologias têm sido desenvolvidos como apoio à tomada de decisões para problemas mal estruturados ou também denominados problemas

“messy”, onde os modelos matemáticos tradicionais da Pesquisa Operacional não podem agir. Estes problemas encontram-se em situações de complexidade e incerteza. Complexidade porque as organizações e pessoas trabalham em um ambiente de redes densamente interconectadas onde nenhuma pode ser ignorada. Incerteza por três razões: a primeira é que nem todo mundo sabe o que a outra pessoa está pensando, e cujas escolhas poderiam afetar as nossas; a segunda porque o ambiente é muito dinâmico, ou seja, encontra-se em constante mudança; e a terceira, porque as organizações estão cambiantes em suas missões, de modo que, se antes se considerava que tínhamos já um mundo traçado daqui para adiante, agora não se pode ter certeza do que se quer fazer e inclusive ser (ROSENHEAD & MINGERS, 2001).

Ainda mais, o processo de tomada de decisões por indivíduos ou equipes, mostra-se difícil de desenvolver por possuir objetivos que comumente são conflitantes. Portanto, o que faz uma situação problemática para os tomadores de decisão é o sentimento de pressão para escolher uma decisão, em que o problema ainda não está claro para eles. (KEENY & RAIFFA (1999) *apud* GOMES *et al.*, 2010).

Portanto, o objetivo do trabalho é apresentar aspectos relevantes a considerar para uma metodologia de ensino em PSMs, incentivando assim tanto aos professores quanto aos estudantes de engenharia, o estudo, treinamento e suas aplicações como apoio à tomada de decisões educacionais, sociais e gerenciais que envolvam grupos decisores.

O trabalho está estruturado em cinco seções: Para o entendimento sob o que se trata os métodos de estruturação de problemas, a Seção 2 mostra uma breve fundamentação teórica assim como a literatura e recursos computacionais a usar para eles. A Seção 3 descreve a metodologia de ensino, especificando a base teórica, dinâmicas de grupo a desenvolver na aula, *workshops* acadêmicos, o uso de recursos e idéias sobre aplicações e pesquisa. A Seção 4 apresenta o papel dos PSMs na engenharia e na sociedade como apoio a tomada de decisões. Por último, na Seção 5 são apresentadas as considerações finais do trabalho.

2 OS MÉTODOS DE ESTRUTURAÇÃO DE PROBLEMAS

Os métodos de estruturação de problemas ou *Problem Structuring Methods* (PSMs) são abordagens destinadas a lidar com níveis irredutíveis de incerteza, complexidade, conflitos e com a implicância dos riscos de tais variáveis. A prática essencial dos PSMs é estruturada para permitir a exploração de espaços de solução, a fim de ajudar aos agentes elaborar planos igualmente estruturados para uma ação futura (ROSENHEAD, 1996).

Os PSMs não se baseiam em métodos quantitativos entretanto aceitam que a tarefa mais exigente e turbulenta no processo situacional da decisão, é definir qual é o problema (ROSENHEAD & MINGERS, 2001).

O objetivo da estruturação de problemas não é alcançar um consenso entre os participantes da tomada de decisão, sobre a base de conhecimento e critérios normativos. O objetivo é que os participantes alcancem um acordo sobre a formulação do problema e suas soluções e resultados significantes.

2.1 Literatura sobre os PSMs

Existe muita informação na literatura sobre os PSMs. No entanto, é importante considerar quais são os PSMs mais utilizados e, portanto, mais relevantes para o seu ensino na engenharia. Segundo Mingers & Rosenhead (2004) os PSMs mais usados são: *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), *Strategic Choice Approach* (SCA) e *Soft Systems Methodology* (SSM). Entretanto existem outros métodos como: *Robustness Analysis*, *Drama Theory* e *Viable Systems Model* (VSM).

Assim, focaremos no ensino daqueles três métodos mencionados, os quais se apresentarão a seguir:

Strategic Options Development and Analysis (SODA)

SODA é um método criado por Colin Eden e baseia-se na “Teoria dos Construtos Pessoais” de Kelly (1955). Consideram-se os membros individuais da equipe e conceitualizam-se os diferentes pontos de vista do problema construindo mapas cognitivos individuais. SODA é um método de identificação de problemas que utiliza o mapa cognitivo como modelagem para obter e registrar visões individuais de uma situação problemática. Esse mapa cognitivo está definido como uma hierarquia de conceitos, relacionados por ligações de influência, entre conceitos meios e fins (MONTIBELLER NETO, 1996), e é usado para estruturar, analisar e dar sentido aos problemas (ACKERMANN *et al.*, 1992).

Os mapas cognitivos provêm o suporte para a discussão em grupo e do facilitador, de forma a guiar os participantes em direção a um portfólio de ações em comum acordo.

Para maior detalhe do método, pode-se observar os trabalhos de Eden (1988), Eden (2004), Rosenhead & Mingers (2001), Georgiou (2011a), Georgiou & Stevaux (2008), Ackermann *et al.* (1992), entre outros.

Strategic Choice Approach (SCA)

SCA foi criado por John Friend e colegas no *Institute for Operational Research* (FRIEND & HICKLING, 2005). É uma abordagem centrada no gerenciamento de incertezas em situações estratégicas, apóia as decisões que vão ser tomadas pelo grupo dos tomadores de decisões, provendo de diferentes técnicas para as áreas, enfoque, incertezas e esquemas de portfólio.

As comparações interativas de alternativas de decisão ajudam na identificação de incertezas chaves do problema. Basicamente, o grupo identifica áreas prioritárias, explora o problema e cria plano de contingência.

Para maior detalhe sobre esse método, pode-se pesquisar em Friend (2003), Friend & Hickling (2005), Rosenhead & Mingers (2001), etc.

Soft Systems Methodology (SSM)

SSM foi desenvolvida por Peter Checkland no período de 1969 a 1972. O objetivo foi aplicar as idéias sistêmicas ao mundo real, usando a experiência adquirida na modificação dessas idéias e sua metodologia de utilização, enfrentando assim problemas gerenciais reais (SIMONSEN, 1994). A metodologia SSM tem como principal objetivo identificar e estruturar situações problemáticas, relacionando o mundo real e o mundo do pensamento sistêmico, para obter às ações que promovam a solução de um problema, com o propósito de alcançar um sistema desejável. SSM combina os princípios do pensamento de sistemas com as visões individuais do mundo.

Para mais informações sobre o método, pesquisar em Checkland (1981), Rosenhead & Mingers (2001), Georgiou (2006), Georgiou (2011b), entre outros.

2.2 Recursos computacionais usados para o desenvolvimento dos PSMs

Como as aplicações reais dos PSMs envolvem um conjunto de pessoas na situação problemática, de 5 a 10 pessoas aproximadamente, o desenvolvimento do método resulta ser complicado e de muito consumo de tempo para resolver a mão. Portanto, o uso de *software*, tecnologias e técnicas apropriadas para os PSMs são de extrema importância no seu desenvolvimento como apoio para a complexidade.

No entanto, como cada método tem processos diferentes, usam-se aplicativos para cada um deles.

Assim, o *software Decision Explorer* (ver www.banxia.com) é exclusivo para mapas cognitivos de SODA e tem sido desenvolvido para facilitar a sua construção e análise, sendo especialmente útil para mapas com centos de construtos. O *software Cmap Tools* (ver cmap.ihmc.us) é um *software* de acesso livre e foi desenvolvido para mapas conceituais, mas pode ser facilmente adaptado para mapas cognitivos, sendo útil só na sua construção mas não na sua análise. O *software Group Explorer* (www.phrontis.com/GE.htm) e o *Cognitive Policy Evaluation* (COPE) são sistemas interativos de apoio à decisão em grupo, e permitem construir os mapas individuais em conjunto, analisar os relacionamentos e os caminhos entre os conceitos em tempo real, assim, eles consideram a existência de um grupo de decisores, possibilitando a negociação sobre a definição dos conceitos e, conseqüentemente, a negociação sobre a definição dos problemas.

O *software Strategic Advisor* ou **STRAD** (www.btinternet.com/~stradspan/home.htm) foi desenvolvido no ano 1991 apoiando os indivíduos e grupos no desenvolvimento do método SCA. No entanto, para o método SSM não se encontraram *software* disponíveis para o seu desenvolvimento.

2.3 Outros recursos usados para o desenvolvimento dos PSMs

Além de *software*, Rosenhead & Mingers (2001) sugerem o uso e disponibilidade de recursos tecnológicos. Por exemplo, projetores multimídia que servirão para as projeções dos mapas estratégicos na apresentação aos grupos. Ademais, se sugere ter bastante cuidado no uso das salas de interação grupal, cuidando a visibilidade, privacidade e que seja confortável pelo grupo, e também ressalta-se a disponibilização de outros recursos como canetas e papéis especiais para o desenvolvimento do *workshop* grupal, com o objetivo de guardar certa privacidade na exposição das idéias dos participantes.

3 METODOLOGIA DE ENSINO DE PSMS NA ENGENHARIA

O ensino tradicional de Engenharia está quase sempre apoiado na transmissão de conhecimento, por parte do professor, que assume uma posição central no processo de ensino-aprendizagem. A habilidade do professor é associada à sua desenvoltura em oratória, articulação lógica e utilização de outros meios de expressão, para síntese ou análise de um determinado assunto. No entanto, as formas tradicionais bastante disseminadas de ensino-aprendizagem demonstram sua inadequação, como principal método de transmissão de conhecimentos (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Cruz (2008) explica que o mais importante é a capacidade de gerar um fluxo de comunicação eficiente entre estudantes e professor, em que o ensino tradicional encontra freqüentes obstáculos nos dias atuais. Behara & Davis (2010) acrescentam a idéia explicando que a aprendizagem deve incluir aprendizagem experimental, aprendizagem em ação e aprendizagem ativa.

Assim, o professor que utilize os PSMs no desenvolvimento de sua disciplina, dever-se-á mostrar mais como um moderador e conversador, experiente e com conhecimentos na área respectiva, incentivando o estudo e a importância dos PSMs na engenharia, e dando ao estudante uma grande visão de modelagem, possíveis alternativas de solução e análise de problemas não estruturados a partir dos conhecimentos em PSMs.

3.1 Base Teórica

Uma boa implementação dos PSMs em disciplinas demanda uma boa preparação do professor e dos alunos. O professor precisa estar o suficientemente capacitado e treinado no assunto para prover informações corretas, sugerir as referências bibliográficas relevantes em

PSMs, tanto em revistas quanto em congressos nacionais e internacionais, para compartilhar com os estudantes e assim, melhorar os seus conhecimentos.

Um resumo da fundamentação teórica sobre os PSMs é fornecido na Seção 2.1. No entanto, a apresentação de só uma base teórica, por mais perfeita que ela seja não é suficiente para um bom entendimento. Para isso, é importante também o desenvolvimento de dinâmicas de grupo, *workshops* acadêmicos, uma explicação de quais recursos informáticos são úteis e estão disponíveis, assim como a importância de aplicações de PSMs na realidade.

3.2 Dinâmicas de grupo em aula

Tendo claro que o estudante constrói o conhecimento através da interação com o que está sendo apresentado, o professor deve utilizar uma metodologia de ensino que enfatize a prática da base teórica ensinada e estimule as idéias dos estudantes (DEMO, 1997 *apud* ANDRADE *et al.*, 2008), usando as dinâmicas adequadas durante as aulas ou seja, tendo cuidado dos recursos para o seu desenvolvimento (Seção 2.3).

Assim, para o ensino dos PSMs é importante a participação dos estudantes por meio de dinâmicas de grupo, como metodologia de ensino e aprendizagem grupal. Com a realização daquelas dinâmicas, surgem as dúvidas e perguntas que não conseguiram ser formuladas durante as aulas de teoria. Esses *workshops* podem ser realizados de tal forma que possa treinar aos estudantes o desenvolvimento dos PSMs na realidade. As aplicações de quaisquer PSMs para as dinâmicas podem ser do tipo social como segurança e crime, ou acadêmico com temas como produção de conhecimento, ou qualquer situação na qual todos os estudantes possam dar idéias sobre o assunto.

3.3 *Workshops* acadêmicos

Os *workshops* acadêmicos são atividades de transferências de conhecimentos que se desenvolvem em conjuntos de práticas em comum, por meio de uma interação entre os que oferecem os conhecimentos e quem os recebem, sendo importante que exista um comprometimento mútuo entre ambos.

As noções sobre transferências de conhecimentos e transferências de práticas são, em geral, muito pouco conhecidas entre os professores da mesma Universidade, e mais ainda entre distintas Universidades.

Assim, a interação entre professores de distintas Universidades que pesquisam e trabalham na área de PSMs podem contribuir-se mutuamente na análise, desenvolvimento, aplicações reais e experiências em PSMs.

De tal forma, podem-se formar redes de conhecimento, para a distribuição e intercâmbio de idéias dentro do âmbito dos PSMs entre distintas Universidades ou Faculdades.

3.4 Uso de recursos computacionais

Os pesquisadores de PSMs consideraram a importância dos recursos tecnológicos no desenvolvimento daqueles métodos, criando *software* de apoio à decisão para o desenvolvimento desses PSMs. Estes *software* são apresentados na Seção 2.2.

Naqueles *software* podem-se desenvolver as dinâmicas de grupo realizadas e explicadas na Seção 3.2. Dessa forma, mostra-se ao aluno a maneira de como os sistemas computacionais para apoio à decisão são ferramentas muito úteis para o desenvolvimento de PSMs, lembrando que às vezes é muito mais agradável, para o aluno, analisar o resultado de forma visual por meio de gráficos, do que tentar ler e interpretar os resultados obtidos, dando assim suporte ao ensino e à aprendizagem.

3.5 Aplicações reais e pesquisa

Aplicações dos temas desenvolvidos na teoria e prática são fundamentais para compreender a importância do assunto tratado. Os PSMs têm uma ampla gama de aplicações na realidade que devem ser explicados aos estudantes de engenharia, algumas destas aplicações são apresentadas na Seção 4. Ademais dessas aplicações mostradas na literatura de PSMs é importante que o professor relate as suas experiências no campo.

Assim, após a capacitação e treinamento dos estudantes em PSMs é importante que eles os apliquem em sistemas com dados reais. Portanto, é recomendável a encomendação de um trabalho final, consistindo em um projeto criteriosamente orientado pelo professor, e verificando assim as habilidades de construção, modelagem e análise de problemas decisórios usando PSMs em contextos multidisciplinares.

4 O PAPEL DOS PSMS NA ENGENHARIA E NA SOCIEDADE

Os PSMs têm sido aplicados em situações problemáticas sociais, empresariais, institucionais e políticos, contribuindo assim com os objetivos de cada um.

Algumas aplicações encontradas na literatura sobre SODA mostram-se a seguir:

- Analisaram-se os problemas enfrentados pelas ferrovias brasileiras. Identificaram-se e analisaram-se as opções estratégicas para o desenvolvimento futuro das estradas de ferro, e as formas frente para pesquisas futuras são propostas (GEORGIU & STEVAUX, 2008).
- Aumentou-se o processo da participação pública para melhorar a qualidade de participação do público interessado no planejamento tático de floresta dinamarquês e Agência Natureza, facilitando o processo de comunicação entre agência e cidadãos, e a capacidade da agência para dar conta do planejamento de decisões e uso de insumos cidadãos (HJORTSØ, 2004).
- Serviu como apoio aos administradores do *Greek State Bank* no desenvolvimento de estratégias para tecnologias de informação, chegando a um consenso quanto à sua situação atual no que diz respeito à tecnologia da informação e desenvolvendo-se uma tecnologia de informação estratégica eficaz (WHITLEY & DOUKAKI, 1993)

De igual forma, algumas aplicações encontradas sobre o SCA na literatura são mostradas:

- Foi aplicado no Bairro San Juan localizada a 30 km. do Nordeste de Caracas, que havia sido afetado por fortes chuvas a inícios do 2000. SCA conseguiu uma comunicação produtiva entre a Comunidade Local (CL) e o Governo Local (GL) após a tragédia porque se permitiu que os decisores do GL tivessem uma proximidade com a CL e que a CL tenha uma proximidade com as decisões do GL (FRANCO & CUSHMAN, 2005).
- Serviu como apoio no Brasil para a elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano da Ilha de Itamaracá na Região Metropolitana de Recife em seminário realizado pela FIDEM (Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife) no ano de 1984, assumindo a forma de Pesquisa Ação, tendo o grupo formulado e comparando propostas alternativas para o desenvolvimento de Itamaracá sob pressões conflitivas de atividades como o turismo, a segunda residência, a proteção ambiental, a presença de presídio na ilha, a preservação de tradições sociais e econômicas pelos residentes permanentes, a modernização de estradas e a melhoria da infra-estrutura (FRIEND, 1984, *apud* BREDARIOL, 2001)

Finalmente, também foram identificadas algumas aplicações do SSM:

- Contribuiu na identificação e promoção das mudanças organizacionais para estabelecer e aumentar a capacidade das Operações de Informação Militar, e,

também, forneceu uma estrutura para extrair e refinar os requisitos para que os meios técnicos apóiem essa capacidade (STAKER, 1999)

- Apoiou a uma Instituição de Educação Tecnológica na tentativa de solucionar dificuldades no processo avaliativo, considerando a subjetividade dos resultados baseados em conceitos, o tempo existente para a integralização das disciplinas e o processo de aprendizagem inerente a esta modalidade, contribuindo assim para a agregação de valor aos Cursos Superiores de Tecnologia além de minimizar a distância entre os níveis organizacionais a fim de aperfeiçoar o processo de gestão (FERREIRA *et al.*, 2008).

Outras aplicações na literatura, por exemplo, podem-se observar em Mingers & Rosenhead (2004).

Assim, percebe-se que existe uma contribuição relevante dos PSMs no âmbito da engenharia e na sociedade, sendo assim importante de considerá-los em situações de incertezas, conflitos de interesses, objetivos não claros, múltiplas *stakeholders* e, portanto múltiplas perspectivas da situação, características presentes quando se trabalha com equipes dentro de ambientes onde comumente se desenvolvem os engenheiros na sua vida pessoal e profissional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou os aspectos relevantes a considerar para uma metodologia de ensino em PSMs, assim como a sua fundamentação teórica, aplicações e explicações sobre os recursos a usar para o seu desenvolvimento. Reconhecendo a importância e natureza multidisciplinar dos Métodos de Estruturação de Problemas, o seu ensino e os recursos computacionais usados para eles se tornam importantes em áreas da engenharia.

As experiências de ensino sobre PSMs nos cursos de graduação e pós-graduação da Engenharia Mecânica do ITA e na Universidad Nacional Mayor de San Marcos em Peru intensificam a idéia de realizar dinâmicas de grupos nas aulas de ensino, onde o professor assume o papel de facilitador do processo, para uma melhor compreensão dos estudantes sobre os PSMs, e para uma verificação do ensino ademais de *workshops* acadêmicos, que ajudarão tanto aos professores quanto aos estudantes na contribuição mutua de conhecimentos e experiências em torno aos PSMs.

Como trabalho futuro, sugere-se que os professores dedicados ao ensino de PSMs para estudantes de engenharia, acrescentem os aspectos relevantes aqui apresentadas, de acordo as suas experiências. De igual forma, se sugere também atualizar os *software* de PSMs para o seu desenvolvimento tanto na academia quanto a empresa ou indústria.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES que é responsável pelo subsidio da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANN, F.; EDEN, C.; CROPPER, S. Getting Started with Cognitive Mapping. Tutorial paper, 7th Young OR Conference. (Available from Banxia Software Ltd.), 1992.
- ANDRADE, R. M.; MARINHO, F. G.; LEITÃO, V. L. ROCHA, L. S. Uma Proposta de Metodologia para o Ensino de Engenharia de Software. Fórum de Educação em Engenharia de Software. Campinas, 2008.
- BEHARA, R. S. DAVIS, M. M. Active Learning Projects in Service Operations Management. Institute for Operations Research and the Management Sciences. v. 11, No. 1, p. 20–28, 2010.

- BREDARIOL, C. S. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Conflito ambiental e negociação para uma política local de meio ambiente, Rio de Janeiro, Brasil, 2001. Tese (Doutorado).
- CHECKLAND, P. *Systems Thinking, Systems Practice*, John Wiley & Sons, 1981
- CLÍMACO, J.; CARDOSO, D. M.; SOUSA, J. M. Reflexões sobre o ensino da pesquisa operacional. XXXVI SBPO Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. MG, 2004.
- CRUZ, N. Metodologias de ensino no contexto da engenharia. Uma experiência piloto (Universidade de Aveiro). XI Congresso Nacional de Geotecnia. Coimbra, 2008
- EDEN C. Cognitive mapping. *European Journal of Operational Research* 36(1): 1-13. 1988
- EDEN C. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research* 159(3), p. 673-686, 2004.
- FERREIRA, D. D. M.; SILVA, A. R.; REBELLO, T. C. S.; SANTOS, N. Soft Systems Methodology (SSM) no contexto da educação tecnológica: contribuições aos processos de Gestão do Conhecimento (GC). IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2008.
- FRANCO, A., CUSHMAN, M. Launch of the Problem Structuring Methods (PSMs) Study Group. First seminar co-sponsored by with Warwick Business School's Operational Research and Information Systems Group, 2005.
- FRIEND, J. New directions in software for strategic choice. *European Journal of Operational Research*, v. 61, issues 1-2, p. 154-164, 2003.
- FRIEND J.; HICKLING A. *Planning Under Pressure*. Third ed. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford, 2005.
- GEORGIU, I. Managerial Effectiveness from a System Theoretical Point of View. *System Practice and Action Research*, v. 19, p. 441-459, 2006.
- GEORGIU, I.; STEVAUX, P. Strategic options development and analysis: The case of Brazilian Railways. Final Report to GV PESQUISA. FGV-EAESP. São Paulo: Fev. 2008.
- GEORGIU, I. Cognitive Mapping and Strategic Options Development and Analysis (SODA). In: Cochran J, (ed.) *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, Volume 2, p. 679-688. Wiley: Hoboken, 2011a
- GEORGIU, I. Introducing soft systems methodology: A didactic configuration. Working paper, FGV/SP, 2011B.
- GOMES, L. F. A. M.; RANGEL, L. A. D.; JERÔNIMO, R. L. A study of professional mobility in a large corporation through cognitive mapping. *Revista Pesquisa Operacional*, v.30, no2, p.331-344, 2010.
- HJORTSØ, C. N. Enhancing public participation in natural resource management using Soft OR - an application of strategic option development and analysis in tactical forest planning. *European Journal of Operational Research* v. 152 p. 667-683, 2004.
- KELLY, G. A. *The psychology of Personal Constructs*. Norton: New York, 1955.
- MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. Problem structuring methods in Action. *European Journal for Operational Research*, v. 152, p. 530-554, 2004.
- MONTIBELLER NETO, Gilberto. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Problemas*, 1996. 205p, Tese (Mestrado).
- RODRIGUES, C. R.; MICHELS, L.; ANSUIJ, S. O novo projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Santa Maria. In: *Anais XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. Fortaleza, 2007.
- ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. *Rational analysis for a problematic world: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict*. 2. Ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2001. p. 375

ROSENHEAD, J. What is the problem? An introduction to problem structuring methods. Interfaces, v. 6, p. 117-131, 1996.

SIMONSEN, J. Soft Systems Methodology. An introduction. Computer Science. Roskilde University, 1994. Disponível em: <<http://www.jespersimonsen.dk/Downloads/SSM-IntroductionJS.pdf>> Acesso em 30 Jun. 2010

STAKER, R. J. An Application of Checkland's Soft Systems Methodology to the Development of a Military Information Operations Capability for the Australian Defence Force. Information Technology Division Electronics and Surveillance Research Laboratory, 1999.

WHITLEY, E. A.; DOUKAKI, I. Using problem structuring methods to assist in information systems strategy development: a case study. In: Whitley, Edgar A., (ed.) Proceedings of the first European Conference on Information Systems: 29-30 March 1993. Operational Research Society, Henley-on-Thames, UK, p. 464-474, 1993.

TEACHING IN PROBLEM STRUCTURING METHODS FOR ENGINEERING STUDENTS

Abstract: *The engineering students acquire knowledge of a range of technical skills appropriate to their specialty. However, for the working environment should be able to understand how knowledge is generated and transferred to different areas of the organization as well as have the competence to manage multidisciplinary teams and develop projects that result in products or services competitive and successful. Therefore, it is important that those students know how to act in situations of complexity, ill-defined goals, uncertainties and multiple prospects for owning multiple stakeholders, which are features where the Problem Structuring Methods (PSMs) should achieve. Thus, the teaching and learning of those methods become important in the formation of the engineer, that is, the professor of PSMs should increase student motivation and encouragement for their learning. Therefore, the objective of this paper is to present relevant aspects to be considered for a teaching methodology in PSMs, thereby encouraging the study, training and their applications, both the teachers and students of engineering, in support of educational decision-making, social and managerial groups involving decision-makers. We also show briefly the theoretical foundations, applications and resources PSMs to be considered in developing the methodology.*

Key-words: *Methodology of teaching, Problem structuring methods, Group decision making, Teaching - learning.*