



DESIGN INSTRUCIONAL DA DISCIPLINA DE PESQUISA OPERACIONAL BASEADO NO MODELO COLABORATIVO

Cláudia Eliane da Matta – claudia.matta@unifei.edu.br

Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Sistemas Elétricos e Energia

Caixa postal 50, CEP: 37.500-903, Itajubá, MG

Adriana Clementino – adriana.cmosca@sp.senac.br

Centro Universitário Senac - SP, Campus Virtual

Av. Engenheiro Eusébio Steveaux, 823, Santo Amaro, CEP 04696-000, São Paulo, SP.

José Arnaldo Barra Montevechi – montevechi@unifei.edu.br

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Instituto de Engenharia de Produção e Gestão (IEPG)

Caixa postal 50, CEP: 37.500-903, Itajubá, MG

Resumo: *Na elaboração de disciplinas on-line não se recomenda a simples transposição das estratégias utilizadas em sala de aula para o ambiente virtual. É necessário realizar o design instrucional do curso considerando os recursos disponíveis na internet, bem como as ferramentas em um ambiente virtual de aprendizagem. Esse trabalho apresenta a proposta de design instrucional da disciplina de “Pesquisa operacional” do curso de Engenharia de Produção. Para desenvolvimento desta proposta foi utilizado o mapa de conteúdo para definição dos módulos do curso. Ressalta-se que o design instrucional de disciplinas virtuais precisa ser planejado para a elaboração de conteúdos e atividades, tendo sempre como foco o favorecimento do aprendizado do aluno.*

Palavras-chave: *Pesquisa Operacional, Design Instrucional, Engenharia de Produção.*

1. INTRODUÇÃO

O cenário educacional contemporâneo mostra uma forte tendência: a crescente inserção de métodos, técnicas e tecnologias de Educação a Distância (EaD) em um sistema integrado de ensino superior, permitindo o estabelecimento de cursos com combinação variável de recursos de ensino-aprendizagem que podem ser utilizados em cursos presenciais, semipresenciais ou totalmente a distância, sem que se criem sistemas separados ou excludentes (FRAGALE FILHO, 2003).

Esta nova realidade educacional exige um novo formato de material didático de práticas pedagógicas.

Para a elaboração desses cursos *on-line* não se recomenda a simples transposição das estratégias utilizadas em sala de aula no ensino presencial para o ambiente virtual. É necessário repensar o formato do curso aproveitando os recursos disponíveis na internet,



bem como as ferramentas em um ambiente virtual de aprendizagem. Neste sentido, é importante realizar o *design* instrucional do curso, que se constitui na prática de organizar conteúdos e atividades para uma instrução eficaz (KUMAR; LEE, 2009).

Este trabalho apresenta a proposta do *design* instrucional da disciplina *on-line* de “Pesquisa Operacional” do curso de engenharia de produção, tendo como base o modelo pedagógico colaborativo, pautado na interação entre os envolvidos.

Este curso justifica-se porque é cada vez mais importante o desenvolvimento de habilidades no processo de tomada de decisão com o auxílio da pesquisa operacional. Este processo representa uma mudança de paradigma na forma de um administrador pensar e tomar decisões em um mundo globalizado e cada vez mais mutante.

Este trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: a visão geral do curso, a seção três apresenta o *design* instrucional do curso, na quarta seção é feita uma análise da proposta e, por fim, são realizadas as considerações finais.

2. VISÃO GERAL DO CURSO

O curso “Pesquisa operacional”, objeto deste estudo, é composto de cinco módulos: definição de pesquisa operacional, programação linear, utilização da programação linear no mundo real, problema dual e a análise da sensibilidade, *softwares* utilizados em pesquisa operacional. Cada unidade está subdividida em temáticas correlacionadas, com objetivos específicos definidos e estratégias de aprendizagem voltadas para que estes objetivos sejam atendidos.

O público-alvo do curso são alunos da graduação do curso de engenharia de produção, que possuam fluência tecnológica no uso de conhecimentos computacionais básicos.

A instituição ofertante visa preparar profissionais para o mercado, tornando-os altamente qualificados, por meio do desenvolvimento, aprofundamento e atualização de seus conhecimentos em todos os elementos envolvidos na pesquisa operacional para a tomada de decisão. Portanto, o objetivo geral do curso é desenvolver habilidades e competências para a tomada de decisão, utilizando a abordagem de um método matemático, essencial à pesquisa operacional.

3. DESIGN INSTRUCIONAL DE CURSOS ON-LINE

O *design* instrucional pode também ser definido como o processo de identificar um problema de aprendizagem, projetar, implementar e avaliar uma solução para esse problema (FILATRO, 2008).

O crescimento do *design* instrucional tem evoluído ao longo do último meio século, e teve como foco inicial a instrução programada, envolvendo um campo multidimensional de estudo, integrando a psicologia, a educação e a gestão. A teoria do *design* instrucional é um conjunto de prescrições para determinar as estratégias apropriadas de instrução para permitir aos alunos atingirem os objetivos educacionais. É baseada e fundamentada nas teorias da aprendizagem e disciplinas correlatas.

O *design* instrucional do curso de “Pesquisa Operacional” prevê uma estrutura pedagógica constituída em cinco módulos. Cada módulo possui carga horária de dez horas semanais, totalizando cinquenta horas de curso a serem realizadas em cinco semanas.

A estrutura dos módulos está organizada de forma gradual, aumentando a complexidade dos módulos à medida que o curso avança, provocando, no aluno, novas formas de organizar seu conhecimento. O primeiro módulo do curso é apresentado no mapa de conteúdos, conforme “Quadro 1”.

Quadro 1 - Estrutura pedagógica do módulo 1.

Tema Principal	Subtemas	Objetivos Específicos	Estratégias	Recursos
Introdução à Pesquisa Operacional	Notas históricas Conceitos Processo de modelagem Tomada de decisão Tipos de modelos Processo de resolução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Discutir sobre a importância da pesquisa operacional - Conhecer a origem da pesquisa operacional - Identificar os conceitos relevantes da disciplina - Reconhecer uma situação-problema. - Aplicar os passos para elaboração de um problema de pesquisa operacional. - Fazer modelagem matemática de um problema na busca pela solução ótima. 	Leitura do artigo da revista Exame intitulado “O matemático das empresas”	Recurso arquivo
			Discussão sobre a importância da utilização da pesquisa operacional nas empresas	Recurso fórum simples
			Leitura do texto “Introdução à Pesquisa Operacional”	Recurso arquivo
			Estudo de caso “Giapetto” para modelagem de um problema	Recurso arquivo (multimídia)
			Estudo de caso (em duplas)	Atividade tarefa
			Estudo de caso sobre análise da sensibilidade (em grupo)	Atividade tarefa

Na próxima subseção é discutido o modelo de *design* instrucional adotado para este curso.

3.1. Modelo do *design* instrucional

Na sociedade em rede, a aprendizagem caracteriza-se por uma apropriação de conhecimento que se dá em uma realidade concreta (BEHAR, 2009). Por isso, na proposta deste curso, buscou-se oferecer ao aprendiz situações reais de aprendizado de maneira a tornar significativo o aprendizado. Desta forma, o educando pode relacionar os conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva que acabam por influenciar na aprendizagem e no significado atribuído aos novos conceitos construídos (BEHAR, 2009).

O modelo pedagógico para EaD explica e orienta a forma como se aborda o currículo, concretizando-se nas práticas pedagógicas e nas interações entre alunos, professores e objeto de estudo (BEHAR, 2009). Neste curso, o modelo pedagógico utilizado é colaborativo, ou seja, pautado na colaboração entre os alunos, no respeito

mútuo, em atividades centradas no aprendiz e na identificação de problemas. Esta colaboração, que se sustenta quando o diálogo, a crítica e o trabalho em conjunto são estimulados, ajuda os alunos a atingirem níveis mais profundos de geração de conhecimento (PALLOFF; PRATT, 2004).

O modelo de *design* instrucional deste curso é o *design* instrucional contextualizado (DIC). Este modelo, semelhante ao *design* instrucional aberto, privilegia mais os processos de aprendizagem do que os produtos, ou seja, é centralizado na atividade humana. Apesar disto, não exclui a utilização de unidades fixas e pré-programadas, conforme o domínio do conhecimento e contextos específicos (FILATRO, 2008).

3.2. Teoria pedagógica

A teoria pedagógica que embasa o modelo de *design* instrucional proposto é o construtivismo. O construtivismo refere-se ao conhecimento, ao pensamento, à formação de conceitos, às tomadas de decisão, às percepções, à solução de problemas, enfim, ao que é chamado de processos mentais.

No *design* instrucional de cursos baseados no construtivismo prevalecem objetivos que exigem raciocínios e atividades mentais que se expressam em posicionamentos, opiniões e resoluções de problemas.

É importante considerar que, de acordo a teoria construtivista, o processo de aprendizagem está centrado na aquisição ou reorganização das estruturas cognitivas por meio das quais as pessoas processam e armazenam a informação.

Dentre as teorias construtivistas está a teoria de Piaget, denominada epistemologia genética. Esta teoria é centrada no conhecimento científico explicada pelo desenvolvimento do sujeito. Para Piaget "a aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento que só podem ocorrer quando o indivíduo interage com outras pessoas" (LA TAILLE, 1992, p. 33). Então, o *design* instrucional do curso proposto deve possuir atividades que levem à cooperação entre os pares, como as atividades realizadas no fórum ou atividades desenvolvidas em grupo. O objetivo maior dessa interação ou troca de informações tem como resultado uma aprendizagem significativa de um novo conceito que foi integralizado e aceito.

Para os construtivistas, o acúmulo do conhecimento vem de forma gradual, exercitado em níveis cada vez mais complexos, provocando novas formas de organizar seus conhecimentos. A lógica consiste em uma sequência de observações empíricas, onde há o abandono gradual das características individuais do sujeito, gerando uma nova fase de adaptação, ocasionando o sistema de assimilação e da formação de novas metodologias de aprendizagem e de transformação.

O fator mais importante do aprendizado é o que o aluno já sabe. Desta forma, a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes e preexistentes.

Acredita-se que é através da aprendizagem significativa que as novas ideias aprendidas ficarão por mais tempo disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Sem receio de ser redundante, aprender de forma significativa nada mais é do que aprender com sentido, ou com significado; esse tipo de aprendizagem permite a evocação das ideias aprendidas quando elas se fizerem necessárias, devido ao fato de serem mais estáveis e disponíveis na mente do sujeito.

A aprendizagem deve ser avaliada de acordo com as competências próprias de cada estágio de desenvolvimento. Para os construtivistas a avaliação não se restringe a medir se determinado conceito foi ou não assimilado utilizando-se de exercícios ou aplicações.



Para os mesmos, a avaliação deve ser estendida à observação da transformação do indivíduo e da sua capacidade de aplicar o aprendizado em diversas atividades de sua existência.

3.3. Ambiente Virtual de Aprendizagem

O ambiente virtual de aprendizagem (AVA) no qual o curso será estruturado e ofertado é o Moodle. A escolha deste AVA justifica-se porque ele oferece várias ferramentas que possibilitam o trabalho colaborativo, bem como o acompanhamento dos estágios de aprendizado do aluno. Este AVA apresenta as seguintes funcionalidades:

- Gerenciamento de curso: destinado à criação de cursos, disciplinas, registro de atividades e acessos efetuados pelos usuários, cálculo e publicação de notas.
- Gerenciamento de usuários: destinado ao cadastro de usuários, gerenciamento de senhas, definição de perfis de usuários, bem como ao controle e registro de acesso.
- Gerenciamento de conteúdo: oferece recursos para o armazenamento de conteúdo, bem como para a organização do mesmo no ambiente.
- Disponibilização de disco virtual: área disponível para *download* e *upload* de arquivos.
- Comunicação: permite a comunicação síncrona e assíncrona no ambiente.
- Avaliação: recursos para gerenciamento da aplicação e correção de avaliações, com possibilidade de sorteio de questões, programação de data e horário para disponibilização da avaliação para os alunos, controle do tempo de realização, geração de estatísticas, bem como *feedback* automático sobre o desempenho do aluno.

O AVA é um sistema destinado ao gerenciamento de cursos virtuais constituído de diversos recursos necessários para administrar um curso, cadastrar usuários e cursos, gravar informações dos aprendizes e fornecer relatórios (TORI, 2010).

Os ambientes virtuais de aprendizagem, conhecidos também como *Learning Management System* (LMS), facilitam a administração de um curso on-line, pois possibilitam a geração de relatórios para acompanhamento das atividades realizadas pelos usuários. Uma variação do LMS é o *Learning Content Management System* (LCMS):

[...] que oferece instrumentos para a criação e publicação de textos, e acrescenta algumas outras funcionalidades como, por exemplo, administração de conteúdos educacionais associados a ferramentas que auxiliam o acompanhamento e a avaliação da aprendizagem. (COUTINHO, 2009, p. 313).

Estas funcionalidades são atendidas por meio de diversas ferramentas classificadas em: ferramenta para disponibilização de conteúdo, ferramentas para disponibilização de atividades, ferramentas para comunicação e ferramentas para avaliação.

Os ambientes virtuais de aprendizagem possibilitam a utilização das novas tecnologias da informação e comunicação (NTICs) para favorecer a interação e consequentemente o aprendizado.



3.4. Mídias Utilizadas

O grau das interações também varia em função das mídias utilizadas: textos, áudios, vídeos, imagens, animações entre outras. O planejamento para elaboração de um curso virtual deve levar em consideração essas possibilidades.

Há uma variedade de recursos tecnológicos que podem ser utilizados para a criação de estratégias pedagógicas que atendam aos diferentes estilos de aprendizagem. Neste curso é proposta a utilização dos seguintes recursos: arquivos no formato portátil - *Portable Document Format* (PDF), multimídia, vídeos e fórum de discussão.

Os conteúdos do curso são elaborados em arquivos PDF, um formato seguro, multiplataforma, acessível e que possibilita a integridade do documento, preservando-se, assim, a aparência do arquivo original.

Os recursos multimídia oferecem uma variedade de estímulos. Funcionando como meio simultaneamente textual, auditivo e visual, permitem combinar vários estímulos sensoriais, facilitando o aprendizado de alunos de diversos estilos de aprendizagem. Uma vez que o aluno interage com o conteúdo apresentado, o mesmo cria significados importantes para a aprendizagem.

Os vídeos permitem o emprego de muitos formatos e linguagens. Possuem estímulo auditivo e visual, facilitando assim, o aprendizado de alunos de diversos estilos de aprendizagem. Além disso, estes instrumentos acentuam, no aluno, a percepção do conteúdo por meio de suas características próprias, que utilizam imagens, textos, sons, movimentos e cores.

O fórum de discussão caracteriza-se como um espaço propício a constantes interações entre os envolvidos, possibilitando a comunicação escrita que acontece de forma colaborativa. Os fóruns on-line caracterizam-se principalmente pela relação dialógica que acompanham os variados discursos produzidos por seus participantes virtuais (PAIVA; RODRIGUES JÚNIOR, 2007). O objetivo da utilização dessa estratégia é provocar reflexões a partir da leitura dos textos e estudos de caso disponibilizados. É uma maneira de proporcionar interação entre os participantes.

Tanto o tipo de mídia, quanto as atividades práticas devem ser diversificadas para atender aos alunos com diferentes estilos de aprendizagem.

4. ANÁLISE DO CONTEÚDO

Ao acessar o curso *on-line* de “Pesquisa Operacional”, o aluno terá disponível o plano de curso, o cronograma das atividades e a orientação do processo de ensino-aprendizagem.

No início de cada módulo serão apresentadas orientações necessárias do módulo, como o título, a carga horária e a lista das atividades teóricas e práticas, com os critérios de avaliação das atividades práticas.

Ao acessar o primeiro módulo, o aluno terá disponível uma leitura do artigo de uma revista intitulado “O matemático das empresas”, com o objetivo de instigar sua participação no primeiro fórum da disciplina no qual ele irá discutir sobre a importância da utilização da pesquisa operacional nas empresas. Este fórum servirá, também, como uma avaliação diagnóstica. Feito isto, o aluno fará uma leitura introdutória sobre pesquisa operacional. Depois, irá interagir com o objeto de aprendizagem que apresenta o primeiro estudo de caso da disciplina intitulado “Giapetto”, conforme “Figura 1”. Por

fim, fará uma atividade avaliativa, em dupla, de caráter formativo, sobre um estudo de caso referente a este módulo.

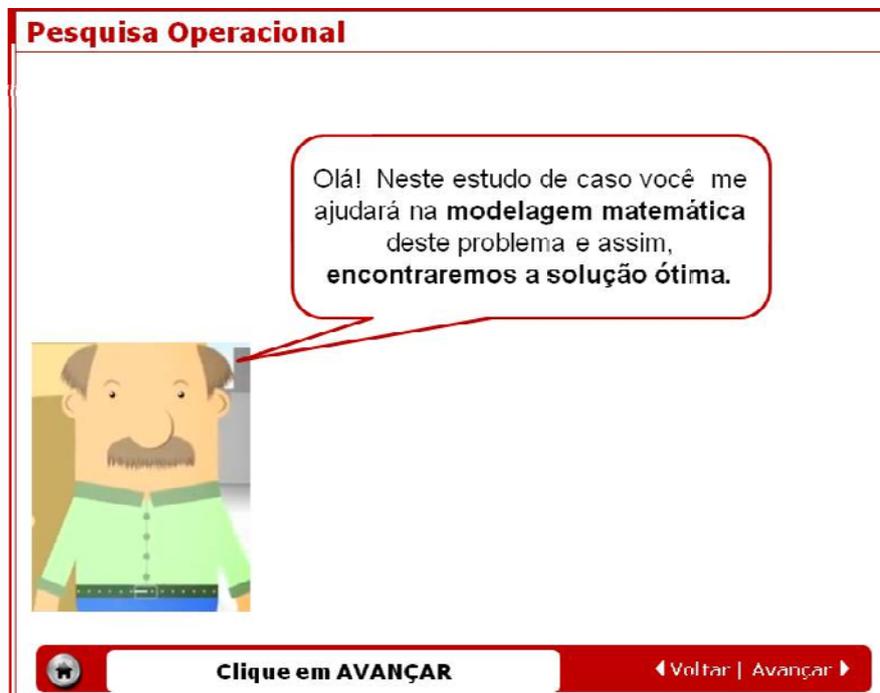


Figura 1 – Objeto de aprendizagem “Giapetto” – Módulo 1.

No segundo módulo, o aluno tem disponível um texto sobre programação linear e um objeto de aprendizagem interativo que explica como resolver graficamente um problema de pesquisa operacional. Depois disso, o aluno deve resolver um estudo de caso utilizando o método da resolução gráfica. Feito isso, lhe será apresentado mais um objeto de aprendizagem mostrando como resolver o estudo de caso "Giapetto" utilizando o método simples. Logo após, o aluno deve resolver, em dupla, um estudo de caso utilizando agora, o método Simplex.

No terceiro módulo, o aluno utilizará a programação linear para resolver problemas reais. Primeiramente, ele deverá realizar a leitura do texto que aborda esta temática. Feito isto, ele terá, no fórum de discussão, várias situações-problemas, para as quais deverá buscar, com os colegas, as possíveis soluções. Por fim, os alunos, em dupla, deverão resolver problemas reais utilizando programação linear.

No quarto módulo, o aluno aprenderá como utilizar os *softwares* “Lindo” e “Solver” para resolver problemas de pesquisa operacional. Para isso, ele fará uma leitura introdutória sobre como utilizar estes *softwares* nesta área. Depois assistirá uma vídeo-aula sobre a utilização do “Lindo” na resolução do estudo de caso "Giapetto". Feito isso, ele fará uma atividade para aprender a resolver o problema utilizando este *software*. O mesmo procedimento de vídeo-aula e resolução de problema será realizado para aprender a utilizar o “Solver”.

Por fim, no quinto módulo, será apresentada ao aluno a resolução de problemas pelo método “dual”. Primeiro, ele fará uma leitura sobre este tema e, depois, ele terá disponível um objeto de aprendizagem explicando como transformar um problema primal em dual. Em seguida ele terá, com seu colega de dupla, um estudo de caso para



resolver utilizando o método dual. Depois, terá uma vídeo-aula explicando o que é a análise da sensibilidade e como fazê-la. Encerrando, o aluno, em grupo deverá resolver um estudo de caso sobre a análise da sensibilidade.

Outro ponto a ser analisado é a forma de avaliação. A avaliação proposta para o curso “Pesquisa Operacional” consiste em verificar se os objetivos específicos propostos foram atingidos. O curso contará com dez atividades avaliativas no valor de dez pontos. Para aprovação, o aluno deverá atingir a pontuação mínima de setenta pontos.

A avaliação é um processo sistemático de coleta de evidências com a finalidade de determinar se, de fato, ocorreram modificações nos alunos, e o grau dessas modificações.

Sabe-se que o conhecimento e a aprendizagem são atividades que expressam processos não lineares. Porém, a avaliação ainda está repleta de pressupostos lineares, baseados em instrumentos formais mensuráveis, que, muitas vezes, não dão conta da dinâmica e da complexidade dos fenômenos que estão sendo avaliados (BASSANI; BEHAR, 2009).

Tanto a avaliação quantitativa, quanto a qualitativa podem ser consideradas apenas uma aproximação possível e que precisa ser realizada de modo a colaborar com a aprendizagem do aluno. Independente do método utilizado, quantitativo ou qualitativo, a avaliação deve focar o caráter dinâmico e não linear da aprendizagem.

Por isto, este curso propõe-se uma avaliação diagnóstica e nove avaliações formativas. A avaliação diagnóstica é realizada no início do processo e visa proporcionar informações sobre o conhecimento prévio do aluno. A avaliação formativa, realizada no decorrer do curso, considera os processos de aprendizagem e seus aspectos cognitivos, afetivos e sociais. Essa avaliação tem como objetivo conhecer melhor o aluno, analisar o que está sendo aprendido e, se necessário, o professor deve adequar o processo de ensino, tornando-se uma avaliação contínua ao processo de ensino-aprendizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que o *design* instrucional de cursos on-line precisa ser planejado tanto para a elaboração de conteúdos quanto para a proposta de mídias e atividades, tendo sempre como foco o favorecimento do aprendizado do aluno.

Ao se pensar em um modelo para o curso proposto, pode-se perceber que a contribuição dos teóricos construtivistas é relevante. Um aspecto comum dos construtivistas é a consideração dos processos intelectuais superiores como processos progressivos e acumulativos, o qual acabou impactando o *design* instrucional do curso proposto, pois se planejou a apresentação da complexidade dos conteúdos de forma gradativa.

Além disso, espera-se que a proposta de avaliação com base nos objetivos específicos da Taxonomia de Bloom possa produzir melhores resultados, se comparados aos resultados de cursos que não possuem a prática de avaliar divergente dos objetivos propostos.

Por fim, conclui-se que o *design* instrucional do curso, se pautado nas teorias de aprendizagem e técnicas para o desenvolvimento de cursos on-line, pode promover uma substancial melhoria na qualidade destes cursos, possibilitando assim, uma maior interação entre professores, alunos e conteúdos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

BASSANI, S. P.; BEHAR, P. A. Avaliação da aprendizagem em ambientes virtuais. In: BEHAR, P. A. (orgs.). **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009, cap. 4, p.93-113.

BEHAR, P.A. Modelos pedagógicos em educação a distância. In: BEHAR, P.A. (orgs.). **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

COUTINHO, L. Aprendizagem on-line por meio de estruturas de curso. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel (orgs.). **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009, cap. 23, p. 300-316.

FILATRO, Andrea. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Educational do Brasil, 2008.

FRAGALE FILHO, R. (org.). **Educação a distância: análise dos parâmetros legais e normativos**. Rio de Janeiro: D&A, 2003.

KUMAR, V.; LEE, S. Opens instructional design. INTERNATIONAL WORKSHOP ON TECHNOLOGY FO EDUCATION, aug. 4-5, 2009, Bangalore. **Anais...** Bangalore: IEEE, 2009, p. 42-28.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.

PAIVA, V. L. M. O.; RODRIGUES JUNIOR, A. S. O Footing do moderador em Fóruns Educacionais. In: ARAUJO, J. C. (org.) **Internet e Ensino: novos gêneros, outros desafios**. Rio de janeiro: Lucerna, 2007.

PALLOFF, R.; PRATT, K. **O aluno virtual**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TORI, R. **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem**. São Paulo: Editora Senac de São Paulo, 2010.

INSTRUCTIONAL DESIGN OF DISCIPLINE OF OPERATIONAL RESEARCH BASED ON COLLABORATIVE MODEL

Abstract: In developing online courses is not recommended simple transposition of the strategies used in the classroom to the virtual environment. It is necessary to carry out



the instructional design of the course considering the resources available on the internet as well as the tools in a virtual learning environment. This paper presents the proposal of instructional design discipline "Operations Research" course of Industrial Engineering. For development of this proposal was the map used to define the content of the course modules. It is noteworthy that the instructional design of virtual disciplines needs to be planned for the development of content and activities, always focus on the encouragement of student learning.

Key-words: *Operational Research, Instructional Design, Production Engineering.*