

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – PPGE

ADRIANA DA SILVA SIMÕES

**CONTRIBUIÇÃO DE TÉCNICAS CONSTRUTIVISTAS NO
ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JOÃO PESSOA
2011

ADRIANA DA SILVA SIMÕES

**CONTRIBUIÇÃO DE TÉCNICAS CONSTRUTIVISTAS NO
ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de tecnologia da Universidade Federal da Paraíba de mestrado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia em Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção
Subárea: Gerência da Produção de Bens e Serviço
Orientador: Prof. Dr. Paulo José Adissi

JOÃO PESSOA
2011

S589c Simões, Adriana da Silva

Contribuição de técnicas construtivistas no ensino de engenharia de produção / Adriana da Silva Simões – João Pessoa, 2011.

126f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo José Adissi

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGEP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/ CT - Centro de Tecnologia/ UFPB - Universidade Federal da Paraíba.

1. Metodologia construtivista 2. Ensino de Engenharia de Produção 3. Gestão da Produção I. Título.

CDU: 658.5(043)

ADRIANA DA SILVA SIMÕES

**CONTRIBUIÇÃO DE TÉCNICAS CONSTRUTIVISTAS NO
ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Dissertação julgada e **aprovada** em 25 de Agosto de 2011 como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo José Adissi - Orientador
Universidade Federal da Paraíba - (PPGEP)

Prof.^a Dra. Jaqueline Brito Vidal Batista - Examinadora
Universidade Federal da Paraíba - (CE)

Prof. Dr. Lucídio dos Anjos Formiga Cabral – Examinador
Universidade Federal da Paraíba - (PPGEP)

Prof. Dr. Fábio Luiz Zamberlan – Examinador
Universidade Federal do Rio de Janeiro - (COPPE)

AGRADECIMENTOS

A minha família, pelo apoio e confiança em minhas escolhas. Principalmente a Dona Marlene da Silva Simões por sempre me dizer *“se é isso que você quer, faça”*. A Simone da Silva Simões pela ajuda acadêmica e por me ouvir nos momentos que precisei.

Ao professor Paulo José Adissi, por acreditar no meu trabalho, por me ajudar nas escolhas certas, e por ser o exemplo de educador que eu terei para toda a vida e que pretendo seguir.

Aos amigos que me acompanharam durante esse trabalho nas pessoas de: Taiane Kamel de Oliveira, Vivian Aparecida de Lima Souza, Daíse Lopes Porto, Diogo Sérgio Cesar de Vasconcelos, Jeane de Fátima Gomes de Lima. Em especial a André Duarte Lucena e Liane Márcia Freitas e Silva, pela amizade e apoio sem o qual esse trabalho não teria se realizado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção nas pessoas do professor Luiz Bueno da Silva, da professora Maria de Lourdes Gomes Barreto e Ana Araujo Silva. Em especial a professora Maria Silene Alexandre Leite por colaborar em meu ingresso no convênio PROCAD que proporcionou o vínculo com professores, da UFRJ, UFF e CEFET-RJ, permitindo a realização deste trabalho.

Aos professores, Fábio Luiz Zamberlan e Mário Jorge Ferreira de Oliveira pelo incentivo e conhecimento transmitidos durante o estágio sanduiche realizado na UFRJ através do convênio PROCAD e pela amizade estabelecida. Aos professores Vinícius Carvalho Cardoso (UFRJ), Rafael Garcia Barbastefano (CEFET-RJ), Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas (UFF), Breno Barros Telles do Carmo e André Duarte Lucena (UFERSA), por disponibilizar gentilmente suas turmas para realização deste trabalho. E especialmente a professora Jaqueline Brito Vidal Batista por me orientar sobre os conceitos relativos aos filósofos da educação.

Ao Programa REUNI/CAPES pela oportunidade de entrar no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e conceder a bolsa de mestrado.

RESUMO

O método de ensino construtivista tem como característica principal a adoção de atividades práticas em que o indivíduo interage diretamente com o objeto de seu desenvolvimento, sendo motivado a participar ativamente do processo de aprendizagem em que está incluído, explorando seus conhecimentos anteriores e sua criatividade. Sob essa perspectiva, este trabalho buscou investigar a contribuição da metodologia construtivista no ensino de Engenharia de Produção. Para isso foi realizado um experimento em turmas de alunos dos cursos de Engenharia de Produção da UFERSA, UFF e CEFET-RJ, com o objetivo de comparar os ganhos obtidos pelos alunos em uma aula tradicional e em uma aula construtivista. As duas aulas abordaram os conceitos relacionados à filosofia *Just In Time*. Para a aula construtivista foi utilizado o Jogo Gestão da Produção, atividade adaptada de jogos utilizados no ensino de engenharia de produção, levantados na literatura. A comparação dos resultados obtidos foi feita a partir da aplicação dos testes estatísticos de McNemar e Binomial. Os resultados obtidos pela utilização dos testes estatísticos denotam a contribuição da inserção de atividades construtivistas no ensino de Engenharia de Produção. Os resultados coletados por meio de um questionário aplicado com os alunos que participaram dos experimentos mostrou a aceitação da atividade construtivista como instrumento complementar a exposição dos conceitos abordados nas aulas tradicionais.

Palavras chave: Metodologia construtivista. Ensino de Engenharia de Produção. Gestão da Produção.

ABSTACT

The constructivist teaching method whose main characteristic is the adoption of practical activities in where the individual interacts directly with the object of its development, being motivated to participate actively in the learning process that is included, exploiting their prior knowledge and creativity. From this perspective, this study was to investigate the contribution of constructivist methodology in teaching Production Engineering. For this purpose an experiment was conducted in groups of students of Engineering Production UFERSA, UFF e CEFET-RJ, with the aim of comparing the gains made by students in a traditional classroom and in a constructivist classroom. The two classes discussed the concepts related to Just In Time philosophy. For the constructivist classroom was used Game Production Management, activity games adapted for use in the teaching of production engineering, raised in the literature. Comparison of the results was performed from the application of statistical tests and McNemar Binomial. The results obtained by use of statistical tests denote the contribution of the inclusion of activities in teaching Constructivist Production Engineering. The results collected through a questionnaire administered to students who participated in the experiments showed the acceptance of constructive activity as a tool to complement the exhibition of traditional concepts covered in class.

Keywords: Constructivist methodology. School of Industrial Engineering. Production Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Crescimento dos Cursos de Engenharia de Produção no Brasil	16
Figura 2: Ciclo de aprendizado de Kolb	28
Figura 3: Região de aceitação (RA) e região crítica (RC) da distribuição Qui-quadrado.	38
Figura 4: Elemento gráfico demonstrado na aula tradicional.....	62
Figura 5: Layout da 1ª rodada do Jogo Gestão da Produção	65
Figura 6: Layout da 3ª rodada do Jogo Gestão da Produção	67
Figura 7: Layout da 4ª rodada do Jogo Gestão da Produção	68
Figura 8: Notas obtidas pelos alunos antes e depois da AC.....	71
Figura 9: Distribuição das disciplinas que utilizam atividades construtivistas na UFF..	72
Figura 10: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Conhecimento – CEFET-RJ	75
Figura 11: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Compreensão – CEFET-RJ	76
Figura 12: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Aplicação – CEFET-RJ	77
Figura 13: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Análise/Síntese – CEFET-RJ	78
Figura 14: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Avaliação – CEFET-RJ	79
Figura 15: Diferença entre as notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – CEFET-RJ.	80
Figura 16: Diferença entre a frequência de notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – CEFET-RJ.....	80
Figura 17: Percentual de ganhos obtidos após AC em cada NDC no CEFET-RJ.....	81
Figura 18: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Conhecimento - UFERSA	83
Figura 19: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Compreensão - UFERSA	85
Figura 20: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Aplicação - UFERSA.....	86
Figura 21: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Análise/Síntese - UFERSA	88
Figura 22: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Avaliação - UFERSA.....	89
Figura 23: Diferença entre as notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – UFERSA	90

Figura 24: Diferença entre a frequência de notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – UFERSA.....	90
Figura 25: Percentual de ganhos médios obtidos após AC em cada NDC.....	91
Figura 26: Distribuição dos alunos que participaram de atividades curriculares.....	92
Figura 27: Distribuição dos alunos por quantidade de visitas técnicas realizadas.....	93
Figura 28: Distribuição dos alunos por disciplinas que adotaram AC.	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dimensões dentro do Programa REUNI	18
Quadro 2: Objetivos e verbos da Taxonomia de Bloom	33
Quadro 3: Tabela de contingência para o teste McNemar	36
Quadro 4: Categorias e Definições das competências do engenheiro de produção	40
Quadro 5: Setores e Tópicos do campo de atuação profissional do Engenheiro de Produção	42
Quadro 6: Métodos utilizados no ensino de Engenharia de Produção	44
Quadro 7: Conteúdo Específico do Planejamento, Programação e Controle da Produção	46
Quadro 8: Ementas e disciplinas pré-requisitos da disciplina PCP ofertadas nas IES brasileiras.....	47
Quadro 9: Vantagens e desvantagens do uso da simulação como método de ensino.....	51
Quadro 10: Jogos utilizados em disciplinas específicas dos cursos de graduação em EP no País	52
Quadro 11: Jogos utilizados na disciplina de Planejamento e Controle da Produção	52
Quadro 12: Ementas das disciplinas em que o experimento foi realizado na UFF	55
Quadro 13: Ementas das disciplinas em que o experimento foi realizado na CEFET-RJ	56
Quadro 14: Ementas das disciplinas em que o experimento foi realizado na UFERSA .	56
Quadro 15: Relação dos NDCs com os verbos e objetivos para construção do instrumento de avaliação	58
Quadro 16: Combinação entre os NDCs e os conceitos levantados na avaliação	58
Quadro 17: Conteúdo, método de ensino e instrumento de coleta, utilizados no experimento.....	62
Quadro 18: Teste estatístico utilizado por variável – CEFET-RJ.....	74
Quadro 19: Teste estatístico utilizado por variável – UFERSA	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teste-t para duas amostras presumindo variâncias diferentes.....	70
Tabela 2: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Aplicação – CEFET-RJ.	76
Tabela 3: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Avaliação – CEFET-RJ.	78
Tabela 4: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Conhecimento - UFERSA.	83
Tabela 5: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Compreensão - UFERSA.	84
Tabela 6: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Aplicação - UFERSA.	85
Tabela 7: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Análise/Síntese - UFERSA.	87
Tabela 8: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Avaliação - UFERSA.	88

LISTA DE SIGLAS

ABENGE	– Associação Brasileira de Ensino em Engenharia
ABEPRO	– Associação Brasileira de Engenharia de Produção
CEFET-RJ	– Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
COBENGE	– Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia
CONFEA	– Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
ENCEP	– Encontro Nacional de Coordenadores de Engenharia de Produção
ENEGEP	– Encontro Nacional de Engenharia de Produção
EP	– Engenharia de Produção
FMEPRO	– Fórum Mineiro de Engenharia de Produção
IES	– Instituição de Ensino Superior
INEP	– Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
MEC	– Ministério da Educação e Cultura
NDC	– Nível de Desenvolvimento Cognitivo
PCP	– Planejamento e Controle da Produção
PDE	– Plano de Desenvolvimento da Educação
PUC-RJ	– Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
REUNI	– Programa de Apoio à Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
UFERSA	– Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFES	– Universidade Federal do Espírito Santo
UFF	– Universidade Federal Fluminense
UFMG	– Universidade Federal de Minas Gerais
UFPB	– Universidade Federal da Paraíba
UFPE	– Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	– Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCAR	– Universidade Federal de São Carlos
UNICAMP	– Universidade Estadual de Campinas
USP	– Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 OBJETIVO GERAL	20
1.3.1 Objetivos específicos.....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 CONSTRUTIVISMO NO ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	21
2.2 O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET.....	22
2.2.1 O processo de aprendizagem construtivista	24
2.2.2 A aprendizagem significativa de Ausubel.....	25
2.3 O ciclo de aprendizagem de David Kolb	27
2.4 Avaliação Construtivista.....	29
2.4.1 Objetivos instrucionais.....	30
2.4.2 Taxonomia de Bloom e sua revisão.....	32
2.4.3 Teste estatístico utilizado para identificar o alcance dos objetivos educacionais....	35
2.5 COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO	39
2.5.1 Matriz do conhecimento da Engenharia de Produção	41
2.6 Ensino de Engenharia de Produção.....	43
2.6.1 Ensino de Planejamento, Programação e Controle de Produção (PPCP)	45
2.7 SIMULAÇÃO COMO MÉTODO DE ENSINO	49
2.7.1 Simulação no ensino de Engenharia de Produção.....	51
3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	53
3.1 NATUREZA DA PESQUISA	53
3.1.1 A abordagem de pesquisa	54
3.1.2 Concepção metodológica	54
3.2 AMBIENTE DA PESQUISA	54
3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA PESQUISA QUANTITATIVA.....	57
3.3.1 Planejamento do experimento.....	57
3.3.1.1 Definição dos objetivos e das hipóteses	57
3.3.1.2 Escolha das variáveis (ou fatores).....	57
3.3.1.3 Desenho experimental	59

3.3.1.3.1 Análise Estatística dos Dados	59
3.3.1.4 Dimensionamento amostral	60
3.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA PESQUISA QUALITATIVA.....	61
 4 RESULTADOS	 62
4.1 O EXPERIMENTO.....	62
4.1.2 O Jogo Gestão da Produção	63
4.2 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS ANTES E DEPOIS DO JOGO GESTÃO DA PRODUÇÃO	68
4.2.1 Teste piloto realizado na Universidade Federal Fluminense UFF	69
4.2.1.1 Opinião dos alunos da Universidade Federal Fluminense - UFF	71
4.2.2 Experimento realizado no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET- RJ.....	73
4.2.2.1 Discussão dos resultados quantitativos obtidos no CEFET.....	79
4.2.3 Experimento realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.....	82
4.2.3.1 Discussão dos resultados quantitativos obtidos na UFERSA	89
4.3 OPINIÃO DOS ALUNOS SOBRE A ADOÇÃO DA METODOLOGIA CONSTRUTIVISTA NO ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	91
 5 CONCLUSÃO	 97
5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	100
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	101
5.3 IMPORTÂNCIA DO CONSTRUTIVISMO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	101
 REFERÊNCIAS.....	 103
 APÊNDICE A - Tabelas do Teste Binomial para os dados coletados no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET- RJ	 111
APÊNDICE B - Tabelas do Teste Binomial para os dados coletados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA	116
APÊNDICE C – Questionário semi-estruturado – Perfil e Opinião dos alunos sobre Atividade Construtivista no Ensino de Engenharia de Produção	120
 ANEXO A – Tabela de Distribuição Qui-quadrado	 124
ANEXO B - Matriz do Conhecimento da Engenharia de Produção	125
ANEXO C – Áreas da Engenharia de Produção	129

1 INTRODUÇÃO

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O Engenheiro de Produção é um profissional que, além de conhecimentos específicos de tecnologia, tem uma formação especial voltada para o projeto e a gerência de sistemas produtivos, atuando na interface das partes tecnológica e gerencial da Engenharia. (PRODUÇÃO, 2009). A função desse profissional é organizar os recursos de produção, para que a execução das operações seja conduzida conforme o planejado, produzir bens e serviços, otimizando os custos, devendo considerar condições técnicas, éticas e culturais.

Segundo a ABEPRO (2010),

O engenheiro de produção tem como área específica de conhecimento os métodos gerenciais, a implantação de sistemas informatizados para a gerência de empresas, o uso de métodos para melhoria da eficiência das empresas e a utilização de sistemas de controle dos processos da empresa. Tudo o que se refere às atividades básicas de uma empresa tais como planejar as compras, planejar e programar a produção e planejar e programar a distribuição dos produtos faz parte das atribuições típicas do engenheiro de produção. É por isso que o engenheiro de produção pode trabalhar em praticamente qualquer tipo de indústria.

A formação do engenheiro de produção permite sua atuação em 10 grandes áreas: Engenharia de operações e processos da produção, logística, pesquisa operacional, Engenharia da qualidade, Engenharia do produto, Engenharia organizacional, Engenharia econômica, Engenharia do trabalho, Engenharia da sustentabilidade e educação em Engenharia de produção. O Engenheiro de Produção é visto como o profissional que consegue enxergar os problemas de forma global, não fragmentada. A visão sistêmica deste profissional é construída durante a formação acadêmica, onde o aluno é levado a assimilar e concatenar os conceitos referentes às diversas áreas em que poderá atuar.

Segundo a ABEPRO (2009b), o planejamento ideal das atividades de ensino-aprendizado deve prever a assimilação de conceitos a partir de uma base observacional crítica, orientada pelo docente, construída passo-a-passo, pelo discente. A base para esse planejamento deve prever métodos de ensino que motivem o aluno, que o desafie a buscar o conhecimento, que faça dele o ator principal no cenário criado pelo professor.

Nesse contexto, destaca-se o construtivismo, que segundo Boudourides (2003), teve sua origem na obra de Piaget, que afirma que o conhecimento é ativamente construído pelo aprendiz e não passivamente transmitido pelo educador. De forma que, o professor deve

conduzir o processo de aprendizagem, definindo diretrizes, metodologias, objetivos, provocando a interação do aluno com a realidade da atividade profissional.

Na prática do ensino construtivista o professor deve atuar como um guia do processo de construção do conhecimento dos alunos, criando cenários onde a teoria e a prática sejam colocadas para o aluno, de modo que estes sejam capazes de utilizar a teoria para solucionar problemas. Com isso, as aulas práticas em laboratório, simulações, desenvolvimento de projetos, realização de visitas técnicas acompanhadas de professores e de profissionais devem ser utilizados na complementação da teoria, permitindo aos alunos a construção do conhecimento através da apresentação de situações reais tomando como base os conceitos apresentados em sala de aula.

A metodologia de ensino adotada em sala de aula nos cursos profissionais deve buscar adequação às mudanças ocorridas no mundo do trabalho, que segundo Silva e Cecílio (2007), são consequência “do avanço e disseminação das novas tecnologias da informação e da comunicação”. Essas mudanças devem ser consideradas pelos professores com o intuito de avaliar quais competências o mercado espera que o profissional possua, para assim, buscar ações adequadas que possam abarcar tais demandas.

Pensando no ensino tradicional ainda praticado nos cursos de formação de futuros engenheiros, e observando o contexto em que se coloca essa pesquisa, torna-se imprescindível questionar: o que se espera de um profissional que teve em toda sua formação uma atitude passiva diante de professores passivos? Como esperar que este profissional tenha visão crítica e saiba aplicar seus conhecimentos de forma prática, se ele nunca foi apresentado a este tipo de atividade? Que atitudes podemos esperar de um profissional que não foi apresentado aos desafios de situações reais em sua formação?

Formar competências é um dos principais objetivos educacionais nas IES, e parece claro que isso não pode ser alcançado apenas pelos métodos tradicionais de ensino, apresentados por meio de aulas expositivas onde o aluno não é motivado a inserir-se na realidade da aplicação dos conceitos apresentados, pois a prática só pode ser aprendida através da prática, assim foi dito por pensadores, como:

Confúcio: “Ouço e esqueço; vejo e recordo; faço e compreendo”;

Aristóteles: “É fazendo que se aprende a fazer aquilo que se deve aprender a fazer.”

A partir do principal objetivo da educação superior que é a formação de profissionais, e apoiado pelas questões levantadas por Rompelman (2000) “que novas ferramentas

educacionais podem ser introduzidas para uma melhor educação”. Este trabalho se propõe a investigar: **a contribuição da metodologia construtivista para a formação do Engenheiro de Produção.**

1.2 JUSTIFICATIVA

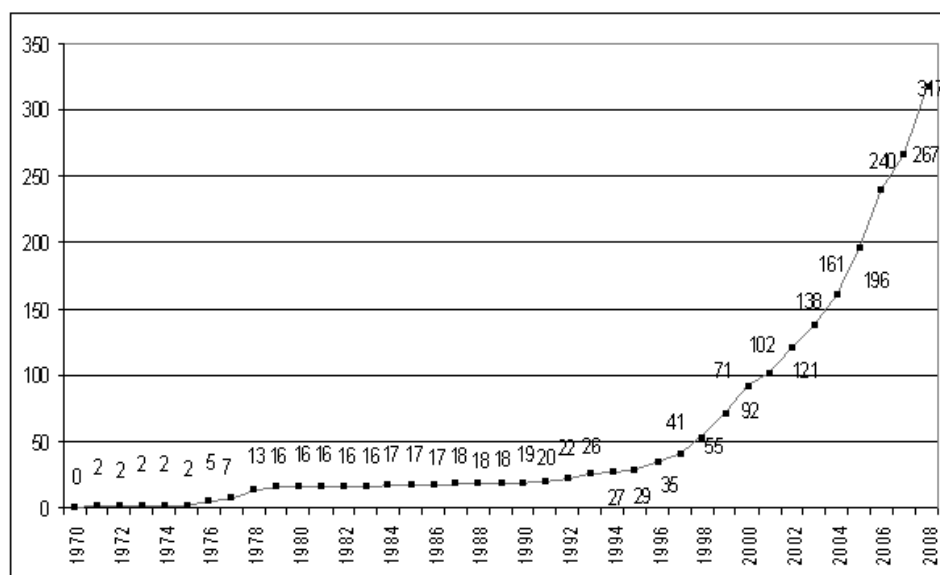
As escolas brasileiras de Engenharia tiveram sua origem em 1792, com o primeiro curso instalado na Real Academia de Artilharia Fortificação e Desenho do Rio de Janeiro (OLIVEIRA *et al.*, 2010). A expansão dos cursos de Engenharia se deu logo após a II Guerra Mundial quando o governo fez fortes investimentos no setor industrial da época, que implicaram no crescimento acelerado da indústria. Para atender as demandas do mercado, e por influência norte-americana, foi inserida a educação técnica nas universidades brasileiras (KAWAMURA, 1981 apud SANTOS; SILVA, 2008).

O primeiro curso de Engenharia de Produção foi aprovado em 1958, como opção da graduação em Engenharia Mecânica, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Poli/USP, tornando-se o primeiro curso que não tinha ênfase em um setor industrial específico. Ainda no fim da década de 50, após a iniciativa da Poli/USP, foram incluídas habilitações em Produção no ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica (1959) e na FEI - Faculdade de Engenharia Industrial de São Bernardo do Campo, em 1963 (COSTA; OLIVEIRA, 2009).

Os primeiros cursos de graduação em Engenharia de Produção, segundo Oliveira, Barbosa e Chrispim (2005), datam do início da década de 70, na UFRJ¹ e na USP/São Carlos. Até o fim da década de 70 foram criados oito novos cursos, e nos 20 anos seguintes foram criados mais 24. E, desde o fim da década de 90 até os dias atuais, a abertura de cursos de Engenharia de Produção tem se dado de forma exponencial (Figura 1).

Faé e Ribeiro (2005) consideram que este crescimento se justifica “pela maior aceitação do Engenheiro de Produção por parte das empresas, bem como pelo maior conhecimento do que é esta modalidade de Engenharia”. Já para Oliveira, Barbosa e Chrispim (2005) a exigência de novos perfis profissionais e a flexibilidade dada para a criação de novas instituições de ensino superior e de novos cursos, principalmente os cursos de Engenharia, estabelecidas pela nova Lei de Diretrizes e Bases aprovada em 1996 (Lei nº 9.394, de 20 /12/1996), proporcionou tal crescimento.

¹ . 1º curso de Engenharia de Produção reconhecido pela UFRJ e pelo MEC.

Figura 1: Crescimento dos Cursos de Engenharia de Produção no Brasil

Fonte: adaptado de Oliveira, Barbosa e Crispim (2005)

Para Santos e Silva (2008), as mudanças no cenário econômico-social e político do país demandaram um novo perfil de qualificação da força de trabalho, o que exigiu das universidades brasileiras maiores investimentos nos cursos de Engenharia. As mudanças econômico-sociais e políticas ocorridas impactaram as relações de trabalho e o ensino de Engenharia nas universidades, fazendo surgir a necessidade de repensar o modelo de ensino adotado, pois o modelo tradicional, em que o sujeito assume uma posição passiva diante dos fatos e acontecimentos, já não se adequava mais às necessidades da sociedade.

Partindo dessa necessidade é que vem sendo realizado no país encontros de pesquisadores que atuam e se interessam pelo campo da Educação em Engenharia, a exemplo disto está o Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia – COBENGE. O interesse maior desses pesquisadores está na utilização de metodologias que proporcionam o contato com práticas capazes de complementar a base teórica no ensino. Essa realidade vem sendo retratada por meio de diversas publicações que descrevem experiências de aplicações de tais metodologias, a exemplo das disciplinas do núcleo profissional da Engenharia de Produção.

A área de Educação em Engenharia de Produção tem sido alvo de inúmeros trabalhos nos últimos anos, pois ainda constata-se a necessidade de mudanças no paradigma do ensino de Engenharia (MORAIS, 2009).

No campo da Engenharia de Produção, no início dos anos 80, já se sentiu a necessidade de se discutir as práticas de ensino e as demais demandas acadêmicas. Assim nasceu o Encontro Nacional de Ensino de Graduação de Engenharia de Produção – ENEGEP, a partir da articulação de idéias e esforços de jovens professores da UFRJ e da UFSCar. Do

formato inicial desse evento ainda se mantêm no Grupo de Trabalho da Graduação e parcialmente nos encontros anuais de coordenadores de curso ENCEP, organizadas pela ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção.

No período de 2000 a 2009, foram publicados no Encontro Nacional de Engenharia de Produção, diversos trabalhos voltados à área de ensino em Engenharia de Produção, onde os principais temas abordados foram:

- Novas metodologias de ensino;
- Perfil e competências profissionais;
- Ensino a distância;
- Incentivo a pesquisa e extensão;
- Desenvolvimento e aplicação de Jogos;
- Integração Universidade – Empresa;
- Estrutura curricular;
- Qualidade no ensino superior;
- Simulação como método de ensino;
- Uso da tecnologia no ensino.

Esse panorama revela o interesse da academia pela melhoria da qualidade no ensino e pelo desenvolvimento do perfil do profissional de Engenharia de Produção que atenda às demandas da sociedade. Essas ações exigem o desenvolvimento de metodologias que corroborem com tais interesses, fazendo necessária a validação desses instrumentos como desenvolvedores das competências dos futuros profissionais.

Em torno do interesse pela melhoria da qualidade do ensino superior no Brasil, o Governo Federal instituiu o Programa de Apoio à Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), através do Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007, como uma das ações integrantes do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) em reconhecimento ao papel estratégico das universidades federais para o desenvolvimento econômico e social do país. O REUNI tem como objetivo principal a retomada do crescimento do ensino superior público, tendo como medidas a criação de condições para a expansão física, acadêmica e pedagógica da rede federal de educação superior. Neste contexto, as ações do governo contemplam o aumento de vagas nos cursos de graduação, a ampliação da oferta de cursos noturnos, a promoção de inovações pedagógicas e o combate à evasão (Quadro 1).

Quadro 1: Dimensões dentro do Programa REUNI

Dimensões do REUNI	Objetivos
Ampliação da Oferta de Educação Superior Pública	– Aumento de vagas de ingresso, especialmente no período noturno; – Redução das taxas de evasão; e – Ocupação de vagas ociosas.
Reestruturação Acadêmico-Curricular	– Revisão da estrutura acadêmica buscando a constante elevação da qualidade; – Reorganização dos cursos de graduação; – Diversificação das modalidades de graduação, preferencialmente com superação da profissionalização precoce e especializada; – Implantação de regimes curriculares e sistemas de títulos que possibilitem a construção de itinerários formativos; e – Previsão de modelos de transição, quando for o caso.
Renovação Pedagógica da Educação Superior	– Articulação da educação superior com a educação básica, profissional e tecnológica; – Atualização de metodologias (e tecnologias) de ensino-aprendizado; – Previsão de programas de capacitação pedagógica, especialmente quando for o caso de implementação de um novo modelo.
Mobilidade Intra e Inter-Institucional	– Promoção da ampla mobilidade estudantil mediante o aproveitamento de créditos e a circulação de estudantes entre cursos e programas, e entre instituições de educação superior.
Compromisso Social da Instituição	– Políticas de inclusão; – Programas de assistência estudantil; e – Políticas de extensão universitária
Suporte da Pós-Graduação ao desenvolvimento e aperfeiçoamento qualitativo dos cursos de Graduação	– Articulação da graduação com a pós-graduação: Expansão qualitativa e quantitativa da pós-graduação orientada para a renovação pedagógica da educação superior.

Fonte: REUNI (2010).

No bojo desta expansão, o Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba abriu um novo curso de Engenharia de Produção, no período noturno, e recebeu novas bolsas de mestrado, vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP). Esses mestrandos deveriam executar planos de trabalhos elaborados de acordo com as necessidades apresentadas pelas disciplinas ofertadas nos dois cursos de Engenharia de Produção ofertados pelo DEP. Desse modo, cada bolsista Reuni atuaria com o objetivo de contribuir para a melhoria da qualidade de ensino em uma das disciplinas que apresentassem maior índice de retenção ou evasão, ou que houvesse a necessidade de adoção de novas metodologias de ensino.

Partindo da interação entre os mestrandos e professores das disciplinas incluídas nos planos de trabalho pelos mestrandos do Departamento de Engenharia de Produção, foi criado

um grupo de pesquisa que passou a utilizar diferentes instrumentos de ensino, como: jogos, simulações e softwares nas disciplinas do curso de graduação.

Esta pesquisa está inserida nos trabalhos que vêm sendo desenvolvido pelo grupo REUNI do Departamento de Engenharia de Produção, e tem a finalidade de contribuir para o alcance dos objetivos do Programa REUNI, lançando mão de metodologias inovadoras que promovam a qualidade do ensino principalmente em disciplina que abordem o tema Planejamento e Controle da Produção.

Dentre os planos de trabalho que vêm sendo executados pelo grupo REUNI/DEP está sendo desenvolvida uma experiência de aplicação de jogos simulados em uma disciplina cujo tema gira em torno das técnicas de Programação e Controle da Produção. Estes jogos têm como objetivo reproduzir no ambiente de sala de aula situações reais da gestão da produção, simular cenários onde os alunos possam ser inseridos na atmosfera da gestão de processos e fortalecer o entendimento a respeito dos conceitos apresentados em sala de aula, de modo a complementar as aulas tradicionais, auxiliando numa melhor absorção dos conhecimentos, bem como na formação das habilidades necessárias aos futuros Engenheiros de Produção.

O interesse pelo tema desenvolvido nesse estudo se deu pela necessidade identificada pela autora durante sua formação acadêmica e enfatizada pelos trabalhos que envolveram os objetivos do Programa REUNI, em buscar meios para melhorar a qualidade dos resultados obtidos pelo processo de ensino/aprendizado nos cursos de Graduação em Engenharia de Produção da UFPB, uma vez que, poucas das disciplinas cursadas oportunizaram a interação prática com o objeto de sua formação. A partir dessa percepção, e por acreditar que profissionais mais proativos podem ser formados a partir da inserção em ambientes próximos da realidade que eles enfrentarão no dia-a-dia de suas atividades futuras, a autora foi motivada a buscar entender como seria o ensino de Engenharia de Produção se fosse regido por métodos que levassem os alunos a compreensão dos seus conceitos centrais através de vivências práticas.

Seguindo essa linha de pensamento, a proposta desse trabalho foi desenvolver, aplicar e avaliar atividades pedagógicas que levam aos alunos a vivenciar conceitos em situações semelhantes à realidade dos processos produtivos, na busca da melhoria do processo de compreensão de determinados conceitos que por muitas vezes ficavam no campo da abstração.

1.3 OBJETIVO GERAL

Estudar a contribuição de instrumentos construtivistas no ensino da disciplina Planejamento e Controle da Produção.

1.3.1 Objetivos específicos

- Identificar os conceitos fundamentais referentes ao conteúdo da disciplina Planejamento e Controle da Produção.
- Levantar as práticas construtivistas existentes para simulação dos conceitos da disciplina Planejamento e Controle da Produção.
- Selecionar e inserir práticas construtivistas de aprendizagem para simulação dos conceitos da disciplina Planejamento e Controle da Produção.
- Avaliar a contribuição das práticas construtivistas no processo de ensino-aprendizagem, para a absorção dos conceitos básicos do conteúdo da disciplina Planejamento e Controle da Produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONSTRUTIVISMO NO ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A formação dos Engenheiros de Produção nas Instituições de Ensino Superior (IES), e os instrumentos que vem sendo utilizados para isto, têm se tornado tema de interesse de pesquisadores brasileiro, a exemplo de: Queiroz, Lucero e Borges (2001), Pantaleão, Oliveira e Antunes (2003), Piratelli, Sacomano e Hermosilla (2002), Areno (2003), Antonio, Werneck, Pires (2005), Pinho, Leal e Almeida (2005), Magalhães et al. (2008), Lewinski et al. (2009). Esse interesse pode estar ligado às mudanças ocorridas na economia mundial que refletem em demandas específicas aos modelos de formação dos profissionais que deverão suprir às necessidades do mercado. Para Silva e Cecílio (2007) os métodos de ensino do século XIX não são suficientes para suprir as necessidades da sociedade do século XXI. Nesse sentido, é que vem sendo realizados estudos sobre a adoção de métodos que formem profissionais para atender a essas demandas.

Há uma tendência mundial que impulsiona a mudança nos métodos de ensino. Segundo Gibson (2002), o foco desta mudança está nas competências de comunicação e nas competências interdisciplinares e, como consequência, os antigos modelos de aprendizagem que despejam conhecimento em “embalagens vazias” está sendo abandonado. Mais que o conhecimento teórico, os discentes precisam desenvolver habilidades cognitivas para resolver problemas, avaliar, criticar e criar, pois eles também precisam agir de forma independente, motivando-se a lidar de forma flexível com novas situações.

Essa tendência está diretamente relacionada à formação do engenheiro e ao seu perfil de atuação, onde é exigido deste profissional mais do que saber analisar processos de decisão e aspectos técnicos da função exercida. O mercado precisa de um indivíduo colaborativo, criativo, inovador, sensato e voltado para o mundo no sentido global (MINTZBERG; GOSLING, 2003). O mercado e a sociedade precisam de profissionais que estejam atualizados e que possam responder de forma rápida e eficiente aos problemas que lhes são apresentados. Para isso é necessária uma formação onde os alunos possam aprender de forma significativa, tendo a oportunidade de participar de ações que proporcione a aplicação da teoria em situações práticas, onde eles possam aprender com os exemplos da vida real através do contato com outros profissionais da área em que irão atuar, ou seja, pela ação em grupos de

discussão (com os colegas). Não sendo mais aceitos os modelos de formação onde o aluno não tem nenhum contato real com as ações da vida profissional que ele enfrentará.

A aprendizagem não decorre unicamente do sujeito, nem só do objeto, mas da interação entre eles (MATUI, 1998). O conhecimento é construído pelos indivíduos, à medida que haja interesse de fazer articulações entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento que se pretende absorver. Esse tipo de estruturação cognitiva se dá ao longo de toda a vida através de uma seqüência de eventos que ocorre de forma única para cada pessoa. O entendimento desse processo de construção da estrutura cognitiva humana chama-se genericamente de construtivismo.

2.2 O CONSTRUTIVISMO DE PIAGET

O construtivismo teve sua origem como uma teoria de aprendizagem e com o tempo tornou-se uma teoria do ensino, da educação, da administração educacional, da origem das idéias, uma teoria tanto do conhecimento pessoal como científico e até mesmo uma posição metafísica e ideológica (MATTHEWS, 2000).

A concepção de Jean Piaget de um modelo para o desenvolvimento cognitivo teve como inspiração o modelo biológico de trocas entre organismos e o ambiente. A abordagem construtivista foi elaborada por Piaget para responder às questões que giravam em torno da capacidade humana de produção do conhecimento, comparando o desenvolvimento intelectual e orgânico (CARVALHO, 2005).

A visão construtivista do aprendizado contraria a idéia de que o aluno deve ser um agente passivo no seu desenvolvimento intelectual, sendo ele um mero espectador de sua formação como pessoa e como profissional. Na visão dos estudiosos construtivistas, a partir do momento em que os indivíduos participam ativamente na construção do seu conhecimento, eles não só sabem mais, mas sabem diferente (GIBSON, 2002).

Para Machado e Maia (2004) a teoria construtivista pressupõe que o conhecimento é assimilado em qualquer nível através de uma interação radical do sujeito com seu meio. Desse modo, o aprendiz deve buscar no meio em que está inserido elementos que o ajudem a compor esquemas lógicos para o entendimento da teoria, evoluindo através de um processo interativo de construção. Na visão de Piaget (1964), o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas sim, uma construção do ser humano, onde o indivíduo, partindo de situações reais, faz associações dos conteúdos teóricos absorvidos, com as ações vividas em atividades práticas, e é nesse processo que se dá a aprendizagem.

O estudo da teoria construtivista tem como foco a compreensão de como um aprendiz passa de um estado de menor conhecimento a outro de maior conhecimento. Na concepção piagetiana, o conhecimento em qualquer nível é fruto da interação radical do sujeito com seu meio, partindo de estruturas previamente existentes. De modo que a inteligência é considerada como uma adaptação e seu desenvolvimento é dado por estágios de organização da atividade mental, nos aspectos motor, intelectual e afetivo (BATISTA, 2004).

Piaget define o desenvolvimento intelectual como um contínuo processo de construção e reconstrução que ocorre em uma seqüência de ações mentais. Durante todo o processo, é possível integrar novos dados nos esquemas já existentes (assimilação); fazer aquisição de novos esquemas ou alterar os esquemas existentes (acomodação) (SANTOS; FONSECA; TEIXEIRA, 2009).

De acordo com a concepção piagetiana, o desenvolvimento cognitivo compreende quatro estágios ou períodos (FERRACIOLI, 2001; BATISTA, 2004):

Estágio sensório-motor ou pré-verbal (0 a 2 anos): prevê uma mudança qualitativa na organização da inteligência, onde a criança procura coordenar e integrar as informações pelos sentidos, restringindo-se ao real, elaborando as subestruturas cognitivas ou esquemas de assimilação, que servirão de base para a construção das futuras estruturas decorrentes do desenvolvimento subsequente.

Estágio pré-operatório (2 a 7 anos): caracteriza-se pela internalização de esquemas de ações construídas no estágio anterior, onde surge a função simbólica, que consiste no poder de representação de objetos ou acontecimentos, tornando possível a aquisição da linguagem ou de símbolos coletivos.

Estágio das operações concretas (7 a 11 anos): o pensamento da criança nesse estágio aponta para uma organização assimilativa, integrada, que funciona em equilíbrio com um mecanismo de acomodação. As intuições articuladas se transformam em operações, e surgem as noções de tempo, causalidade, conservação, entre outras. Entretanto, o pensamento provém de experiências concretas, não envolvendo operações de lógica de proposições.

Estágio das operações formais (acima de 12 anos): o indivíduo é capaz de resolver problemas, e aplicar o raciocínio lógico, baseando-se em hipóteses, permitindo a construção de reflexões e teorias. O pensamento torna-se então hipotético-dedutivo, quando a realidade torna-se secundária diante da possibilidade. Nesse período, além da lógica de proposições, são desenvolvidas, entre outras, operações combinatórias e de correlação.

Cada estágio caracteriza um momento do desenvolvimento da construção de determinadas estruturas cognitivas da criança. Um novo estágio se diferencia do estágio

anterior pelas evidências no comportamento da criança que apresenta novas representações esquemáticas com propriedades funcionais diferentes das observadas anteriormente. As mudanças qualitativas ocorridas identificam o início de um novo período de desenvolvimento intelectual. A ordem ou sequência em que cada etapa ocorre é sempre a mesma, variando apenas o ritmo com que cada um adquire as novas habilidades (PALANGANA, 2001).

Segundo Lima (2010), Piaget mostrou que a mente só recebe uma mensagem se estiver “sensibilizada”, para recebê-la. Sendo assim, faz-se necessário que o aluno receba estímulos, ou seja, ele deve ser induzido a interessar-se por parte de quem ensina, para que o conhecimento seja absorvido de modo eficiente, e que não seja apenas passado para um indivíduo que não tenha interesse sobre o assunto. Para Vieira (2007), o processo de aprendizagem é individual, no entanto o professor e a estrutura de ensino têm um papel importante nos resultados obtidos pelo aluno. Cabe ao professor oferecer/apresentar os meios com que os alunos venham obter maior interesse pelo assunto objeto da disciplina, transformando a sala de aula em um cenário onde os alunos possam desenvolver habilidades cognitivas.

2.2.1 O processo de aprendizagem construtivista

A ação pedagógica, segundo Medeiros (1997) envolve dois pólos, o ensino e a aprendizagem. Na teoria construtivista, a preocupação está totalmente voltada para como o sujeito aprende. Dessa forma, a tarefa de ensinar se torna um processo complexo, pois o professor terá que adequar o método de ensino ao modo com que seus alunos aprendem, e assim criar instrumentos para a construção do conhecimento junto esses alunos. Para o autor, “o construtivismo procura explicar as operações que entram em ação no processo de aprendizagem”. Tais operações podem ser explicadas pelo método e instrumentos adotados no processo de aprendizagem. Neste contexto, o método adotado no processo de aprendizagem deverá seguir um caminho traçado pelo professor para alcançar o objetivo final de sua ação (ensino), que é auxiliar o aluno na construção do conhecimento (aprendizagem). Ao percorrer esse caminho, o professor deverá se utilizar de técnicas para executar cada fase do método.

A concepção construtivista tem sido adotada como estratégia de ensino para tentar ampliar os conhecimentos que os estudantes já possuem dos fenômenos ou organizar o pensamento de senso comum dos alunos. Tal concepção vem sendo utilizada, segundo Coll *et al* (2001), como instrumento para análise, tomada de decisões inerentes ao planejamento, aplicação e avaliação de atividades de ensino. Ainda segundo Coll, alguns autores defendem a

relação perfeita entre teoria e prática, partindo-se do planejamento prévio, já outros autores consideram a concepção construtivista como referencial ideal para identificar problemas e articular meios para solucioná-los. O construtivismo assume basicamente a idéia de que o indivíduo é agente ativo de seu próprio conhecimento, de modo a construir significados e definir o sentido e representação da realidade, partindo da experiência em cenários reais e da vivência em diferentes contextos.

Segundo Jonassen (1999), um ambiente de aprendizagem construtivista promoverá aprendizagem significativa quando apresentar as seguintes características:

- a) Resulte de experiências genuínas;
- b) Que resulte de integração de novas idéias dos alunos a seu conhecimento anterior;
- c) Resulte de reflexão e análise das experiências dos alunos;
- d) Resulte de um trabalho colaborativo entre alunos;
- e) Resulte de um objetivo, uma intenção do estudante;
- f) Resulte da resolução de problemas do mundo real, portanto complexos, irregulares e sem uma única solução;
- g) Resulte de uma atividade no mundo real significativo ou simulada em algum caso ou problema em vez de modelos abstratos;
- h) Resulte de uma atividade coloquial mediante a conexão de alunos através da cidade ou através do mundo.

Considerando a visão construtivista e a necessidade que o ensino de Engenharia, por ser de base tecnológica, tem de aproximar a base conceitual ao mundo real, através da vivência com exemplos práticos, é que se pode considerar que a utilização de métodos construtivistas pode promover a construção do conhecimento inerente às funções profissionais que os futuros engenheiros irão desempenhar. Tal aproximação pode ser alcançada, através do uso de jogos de simulação que aproximem os estudantes de situações que remetam a realidade, possibilitando-os lidar com experiências práticas, simuladas em sala de aula, despertando nos estudantes um maior senso participativo em relação às práticas e atividades didáticas.

2.2.2 A aprendizagem significativa de Ausubel

Piaget entendeu o conhecimento como adaptação e como construção individual e compreendeu a aprendizagem e o desenvolvimento como auto-regulados, de modo que o desenvolvimento e a aprendizagem devem acontecer de forma participativa, não ocorrendo de maneira automática. Na concepção construtivista o processo de aprendizagem não se dá isoladamente pelo sujeito, e nem conta apenas com meios externos, ele ocorre da interação do

indivíduo com o objeto. Partindo da interpretação da proposta de Piaget, David P. Ausubel elaborou sua teoria, que mostra como o homem organiza o conhecimento em sua estrutura cognitiva, dando origem à idéia de Aprendizagem Significativa, que é o conceito que fundamenta sua teoria.

Segundo Carretero (2002), a idéia de Ausubel consistiu na concepção de que a aprendizagem deve ser uma atividade significativa para o indivíduo que aprende, de modo que os instrumentos utilizados no processo de aprendizagem possam relacionar o conhecimento novo a ser adquirido ao conhecimento que o aluno já possui.

Na teoria ausubeliana, o conhecimento que o indivíduo já possui está relacionado a aspectos específicos da estrutura cognitiva, importantes para a aprendizagem de novos conteúdos. Isso porque, a estrutura cognitiva do ser humano é hierarquizada, organizada. Deste modo, o conhecimento anterior deve se conectar ao novo conhecimento de forma lógica, para quem aprende (VASCONCELOS, 2008). A construção do conhecimento, que acontece à medida que vivemos nas atividades que realizamos no dia-a-dia, depende de dois aspectos, que seriam a representação individual da informação e a representação da ação, interna (individual) ou externa (em grupo), que o indivíduo realizará, tendo como base o conhecimento obtido (CARRETERO, 2002).

Propor uma aprendizagem significativa requer uma postura investigativa, onde o professor deverá descobrir quais conceitos, idéias, e até suposições o aluno possui, para assim poder relacioná-los às informações que ele deverá absorver durante o curso. Nesse sentido, é que os docentes devem organizar e planejar suas práticas de ensino, considerando não só o que os alunos devem aprender, mas como eles gostariam de aprender. Para isso, é fundamental conhecer os discentes, comunicar, selecionar e aplicar estratégias que favoreçam a aprendizagem (POZO, 2002).

A aprendizagem significativa ocorre mediante duas condições:

Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 39).

Respeitando essas condições, o professor deverá planejar as aulas considerando o estímulo que os alunos têm para aprender o conteúdo da disciplina, e a informação prévia dos

alunos, para que a informação que eles irão receber possa formar uma sequência lógica em suas estruturas cognitivas, e dessa forma a aprendizagem seja significativa.

Ribeiro e Nuñez (2004) afirmam que o objetivo da aprendizagem significativa é fazer com que o aluno aprenda, relacionando os conhecimentos existentes com o novo conteúdo, de modo que a compreensão do assunto estudado se dará com significado e não apenas pela memorização. Assim, na aprendizagem significativa há integração do novo conhecimento ao já existente, onde a interação entre eles possibilita a transformação de novas idéias em informação por meio de associações, trazendo significado ao novo. Tal processo caracteriza uma aprendizagem substancial e não-aleatória.

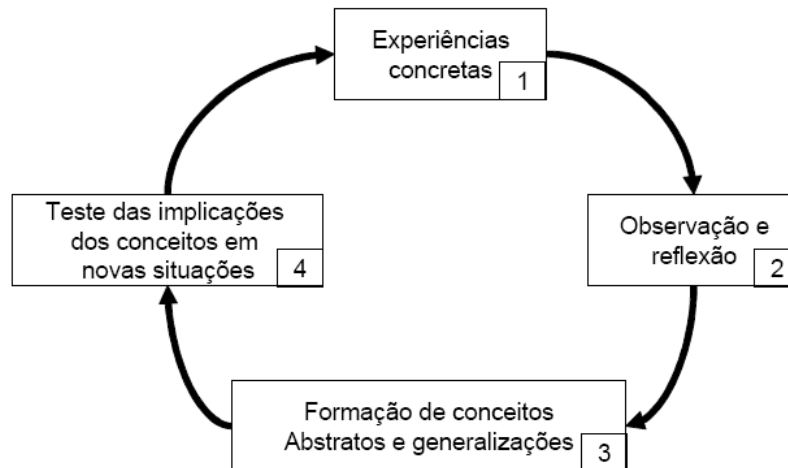
2.3 O CICLO DE APRENDIZAGEM DE DAVID KOLB

Nos cursos de Engenharia são adotadas atividades práticas em laboratório e desenvolvimento de projetos com o objetivo de complementar os conteúdos teóricos. Essas práticas costumam apresentar bons resultados justamente por atenderem alguns princípios como motivação, participação, personalização e internalização de conceitos (SILVA; PINTO; SUBRAMANIAN, 2007).

A teoria piagetiana coloca o conhecimento não como um estado, mas sim como um processo, e como todo processo, o ensino-aprendizado deve ser planejado, considerando as diferenças entre o modo como os alunos aprendem.

Para isso, David Kolb (1984 apud BELNOSKI; DZIEDZIC, 2007) desenvolveu o Ciclo de Aprendizagem ou Modelo Experimental de Kolb. Segundo Belnoski e Dziedzic (2007), o estudo de Kolb propõe o desenvolvimento do processo de aprendizado em quatro etapas, cada um com características próprias imprescindíveis à aquisição de competências pelos alunos. Os quatro estágios propostos são considerados como a base para o aprendizado e determinam os perfis de diferentes alunos (Figura 2):

Figura 2: Ciclo de aprendizado de Kolb



Fonte: Kolb et al. (1978)

Estágio 1_ *Experiência concreta*: o aluno percebe uma nova informação, sendo inserido no contexto dos tópicos a serem estudados, apresentando a importância deles, os problemas a eles associados e a justificativa de porque estudar aqueles conceitos.

Estágio 2_ *Observação reflexiva*: o momento em que o aluno separa a experiência e observa o novo evento a partir de diversos pontos de vista, explorando os conceitos que solucionam os problemas expostos, valorizando a lógica das idéias e o uso das deduções.

Estágio 3_ *Formação de conceitos abstratos e generalizações*: as informações são organizadas por meio de conceitos, teorias e princípios transmitidos pelo professor, integrando a teoria à prática. As habilidades são estimuladas na busca pela melhor solução para os problemas levantados.

Estágio 4_ *Teste das implicações dos conceitos em novas situações*: nesta fase o aluno efetua os testes para a obtenção de respostas, trabalhando com o real para receber resultados práticos. Trabalha-se no levantamento e análise das conseqüências e impactos das diversas alternativas, na definição de recursos necessários e na avaliação de probabilidade de cada alternativa de atingir os objetivos.

O ciclo de aprendizagem de Kolb sugere que o ensino tenha como objetivo atingir todos os perfis de aprendizado por ele descritos. Deste modo, todos os alunos serão contemplados pelo método de ensino, assimilando melhor o conteúdo a ser lecionado.

A metodologia de ensino tradicional, ainda muito utilizada nos cursos de formação profissional, não contempla nenhum dos estágios sugeridos por Kolb. Uma vez que, no método tradicional o professor muitas vezes apenas apresenta os conceitos e teorias sem se preocupar em observar o perfil de aprendizagem do aluno, sem atentar para o fato que a

aprendizagem deve ocorrer de forma gradativa, seguindo estágios de formação e construção de competências. Já o professor construtivista, busca formas para auxiliar o aluno no processo de aprendizagem, consciente de sua importância na relação educador-educando, atentando para os estágios do processo.

O Ciclo de Aprendizado de Kolb traz uma reflexão sobre o ensino de engenharia de produção, onde o professor deve guiar o aluno por um caminho de reconhecimento do problema em primeiro lugar, observando a situação em busca da solução cabível, e só após esse momento o professor ajudaria os alunos a organizar as informações obtidas até então, por meio da exposição dos conceitos adequados (e planejados) para o problema. Por fim, o aluno guiado pelo problema, suas intuições iniciais e os conceitos adequados, poderá realizar testes que o permitirá avaliar quanto adequado os conceitos e técnicas aprendidos são para a solução do problema em questão.

2.4 AVALIAÇÃO CONSTRUTIVISTA

A construção de uma proposta de avaliação passa inevitavelmente pelo ato de ensinar e de aprender, o que implica numa forma explícita de pensar o ensino e as bases da proposta pedagógica, implica em pensar como o processo de ensino/aprendizagem está contribuindo para a formação do futuro profissional dos alunos. Em consequência disto se faz necessário pensar, qual o objetivo do professor, no exercício de sua atividade de ensino, e o que o professor espera que o aluno tenha aprendido ao final do curso.

A avaliação deve compreender o processo de construção do conhecimento, voltar-se para a transformação, para o crescer, e renascer de todos, alunos e professores. A avaliação deve estimular a criatividade e desenvolver a capacidade do aluno de pensar e de trabalhar de forma independente, tendo autocontrole sobre sua aprendizagem. Kraemer (2004) considera a avaliação como um instrumento que pode ser usado pelo professor na classificação dos objetivos significativos e metas educacionais, um processo que permite determinar em que medida os alunos estão se desenvolvendo instrucionalmente.

O instrumento avaliativo deve ser capaz de verificar a qualidade do processo de ensino/aprendizagem entre as etapas do processo de ensino, possibilitando observar a efetividade ou não do processo e, em caso negativo, auxiliar na tomada de decisão sobre quais mudanças devem ocorrer para garantir sua efetividade. Nesse sentido, se faz necessário implementar uma avaliação que, afastando-se da mera classificação, permita a análise da

aprendizagem efetivada e a reorganização do processo de ensino, favorecendo a reflexão, a crítica e a expressão de idéias. (ALBERTINO; SOUZA, 2004).

Tomando a avaliação como a parte do processo de ensino/aprendizagem que expressa à qualidade do mesmo, faz-se necessário explicitar e deixar bem claras as regras que determinam as dimensões desejadas desse processo, ou seja, determinar quais os conhecimentos e habilidades aos quais os alunos devem apresentar ao fim do processo. Uma avaliação adequada requer a formulação e explicitação de antemão dos critérios que serão utilizados para dar conta do nível de produção dos alunos (CHAVES, 2004).

A tomada de decisão sobre qual método de avaliação deve ser adotado é um processo de formação de uma consciência crítica, um ato político intrínseco a qualquer projeto de educação sério e comprometido com a qualidade educacional e apresenta-se com o propósito de medir e interpretar os resultados ao término e após a conclusão do programa de um curso. (SALIBA et al., 2008). Neste contexto, observa-se a necessidade pela busca de métodos que auxiliem na formulação da avaliação de aprendizagem, fornecendo aos professores meios eficientes para alcançar os objetivos instrucionais traçados.

2.4.1 Objetivos instrucionais

Segundo Cura (2005), os processos cognitivos são atividades que ocorrem na memória humana, envolvendo a codificação e o pensamento. No processo de pensamento, a cognição é descrita em termos da habilidade do aprendiz que realiza certos tipos de tarefas.

Segundo Ferraz e Belhot (2010), o planejamento ou estruturação consciente do processo educacional que promove mudanças de pensamentos, ações e condutas só se torna possível quando da definição dos objetivos instrucionais, previamente ao início da disciplina ou curso. Os objetivos instrucionais devem indicar quais habilidades e conhecimentos os aprendizes devem ter adquirido ao fim do processo de ensino/aprendizado. Nesse contexto Mager (1997 apud BRANDÃO, MUSA, FERNANDES, 2008), define objetivo instrucional como o conjunto de palavras, figuras e diagramas que deve expressar o que o autor do curso deseja que os aprendizes alcancem.

A importância dada à definição dos objetivos tanto da educação como do processo de ensino aprendizagem, se deve a alguns autores que se destacaram nas décadas de 60 e 70, influenciando as práticas pedagógicas até hoje, como Ralph Tyler, Robert Mager, Benjamin Bloom e James Popham. Esses autores transmitiam em suas obras, uma visão tecnicista da

educação valorizando o produto do processo e do ensino em especial, utilizando assim termos como produtividade, eficiência e eficácia (HAIDT, 2000).

Toda ação humana gira em torno do desejo de atingir um fim. Segundo Haidt (2002), a educação é uma atividade que se realiza em função de propósitos e metas. Para tanto, deve ser planejada com a finalidade de prever os meios com os quais os objetivos devem ser alcançados, buscando-se a harmonia entre a definição dos objetivos, a seleção de conteúdos, a escolha de procedimentos de ensino e a determinação das formas de avaliação. De tal modo, professores e alunos devem estar envolvidos na definição dos objetivos instrucionais.

Os objetivos educacionais são o resultado que se deseja alcançar, ao fim do processo de ensino e para Haidt (2002) pode ser expressos em dois níveis:

- Objetivos gerais: previstos para um determinado grau ou ciclo, uma escola ou certa área de estudos, e que serão alcançados a longo prazo.
- Objetivos específicos (ou instrucional): definidos especificamente para uma disciplina, uma unidade de ensino ou uma aula. Consistem no desdobramento e na operacionalização dos objetivos gerais.

Enquanto os objetivos gerais fornecem diretrizes para a ação educativa como um todo, os objetivos específicos norteiam, de forma mais direta, o processo de ensino/aprendizagem fornecendo a direção para a escolha das atividades e para a avaliação. Com isso Haidt (2002), considera que os objetivos específicos ou instrucionais têm como função:

- 1º. Definir os conhecimentos e conceitos a serem adquiridos e as habilidades a serem desenvolvidas para que o aluno possa aplicar o conteúdo em sua vida prática;
- 2º. Estabelecer os procedimentos de ensino e selecionar as atividades e experiências de aprendizagem mais relevantes a serem vivenciadas pelos alunos;
- 3º. Especificar o conteúdo da avaliação e construir os instrumentos mais adequados;
- 4º. Fixar padrões e critérios para avaliar o próprio trabalho docente;
- 5º. Comunicar de modo mais claro e preciso seus propósitos de ensino.

A definição dos objetivos instrucionais se apresenta como elemento orientador das atividades do educador, facilitando o processo de avaliação sobre o conhecimento absorvido pelos alunos, além de tornar claros os objetivos da atividade educacional. Tais objetivos ainda direcionam o processo de ensino para a escolha adequada da estratégia, métodos, delimitação do conteúdo específico, instrumentos de avaliação e, conseqüentemente, para uma aprendizagem efetiva e duradoura (FERRAZ; BELHOUT, 2010)

No bojo desse pensamento, a “Taxonomia de Bloom” é considerada como instrumento facilitador do processo de planejamento, organização e controle dos objetivos educacionais,

sendo criada em 1948, a partir de uma demanda da American Psychological Association para discutir, definir e criar uma taxonomia dos objetivos de processos educacionais.

2.4.2 Taxonomia de Bloom e sua revisão.

A Taxonomia de Bloom foi criada inicialmente com o intuito de facilitar o trabalho dos professores, buscando padronizar a linguagem utilizada para definir os objetivos educacionais contribuindo para redução do esforço despendido na formulação das avaliações, possibilitando o intercambio das mesmas, entre professores e até mesmo entre instituições (TAVARES; TAVARES, 2010).

Para Santana Junior, Pereira e Lopes (2008), o trabalho de Bloom tem fornecido uma base sólida no desenvolvimento de currículos (o que ensinar) e nos projetos de avaliação (o que medir). A idéia principal que envolve a criação da Taxonomia de Bloom, partiu da necessidade de fazer com que o julgamento de valor do docente sob as avaliações de averiguação do resultado do processo de ensino/aprendizagem fosse feito com base em critérios padronizados. Tais critérios estão diretamente ligados aos objetivos educacionais predefinidos inicialmente pelo professor.

Na Taxonomia de Bloom, os objetivos do processo educacional de acordo com o domínio específico do desenvolvimento cognitivo estão relacionados ao aprender, dominar um conhecimento, envolve a aquisição de um novo conhecimento, do desenvolvimento intelectual, de habilidades e atividades. A Taxonomia original é estruturada em níveis de complexidade crescente, onde se considera que o aprendiz precisa conhecer, compreender e utilizar o que eles sabem antes de pensar no domínio maior, passando por cada nível da construção do conhecimento.

As categorias do domínio cognitivo propostas por Bloom representam os resultados da aprendizagem esperados pelo educador, de modo que esses resultados caracterizam a relação de dependência entre os níveis de cognição, sendo organizados em termos da complexidade dos processos mentais. Para cada categoria estão associados objetivos instrucionais utilizados pelos professores para nortear o planejamento de suas atividades e seus instrumentos avaliativos. Tais, objetivos são representados por verbos (Quadro 2), que ajudam o docente a observar o desenvolvimento do discente quanto à absorção dos conhecimentos pretendidos.

Quadro 2: Objetivos e verbos da Taxonomia de Bloom

Categorias	Objetivo	Verbos
Conhecimento	Verificar a capacidade de o sujeito reproduzir com exatidão uma informação que lhe tenha sido dada.	Definir, Memorizar, Repetir, Relembrar, Listar, Citar, Nomear, Relacionar, Revisar, Descrever, Identificar, Apontar, Reproduzir, Declarar, Ordenar e Reconhecer.
Compreensão	Verificar se o sujeito é capaz de usar uma informação original e ampliá-la, reduzi-la, representá-la de outra forma ou prever conseqüências resultantes da informação original.	Reafirmar, Discutir, Reconhecer, Explicar, Expressar, Esboçar, Converter, Defender, Estimar, Explicar, Ilustrar, Reescrever, Conceituar, Resolver, Resumir, Classificar, Identificar, Interpretar, Reconhecer, Redefinir, Selecionar, Situar e Traduzir.
Aplicação	Verificar a capacidade de o sujeito transportar uma informação genérica para uma situação nova e específica.	Traduzir, Interpretar, Aplicar, Empregar, Demonstrar, Ilustrar, Criticar, Inspeccionar, Debater, Inventariar, Relacionar, Resolver, Examinar, Desenvolver, Manipular, Modificar, Operacionalizar, Organizar, Produzir, Usar, Construir, Exemplificar Esboçar.
Análise	Observar se o sujeito consegue separar uma informação em elementos componentes e estabelecer relações entre eles.	Distinguir, Analisar, Diferenciar, Avaliar, Calcular, Testar, Comparar, Contrastar, Criar, Instalar, Organizar, Gerenciar, Preparar, Reduzir, Diferenciar.
Síntese	Perceber no sujeito a capacidade de reunir elementos de informação para compor algo novo, com traços individuais distintivos.	Combinar, Compilar, Compor, Generalizar, Organizar, Planejar, Propor, Reescrever, Resumir, Montar, Recolher
Avaliação	Verificar se o sujeito é capaz de confrontar um dado, uma informação, uma teoria, um produto, com um critério ou conjunto de critérios, que podem ser internos ao próprio objeto da avaliação, ou externos a ele.	Julgar, Avaliar, Comparar, Rever, Pontuar, Averiguar, Concluir, Criticar, Decidir, Defender, Validar, Selecionar, Resolver.

Fonte: Adaptado de Yoshitake (2003) e Ferraz, Belhot (2010).

Cada categoria taxonômica representa o que o indivíduo aprende e não aquilo que ele já sabe, ou seja, que tenha assimilado do seu contexto familiar ou cultural. A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo é estruturada de forma que, cada nível é representado por uma categoria, onde para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior. Só após conhecer um determinado assunto alguém poderá compreendê-lo e aplicá-lo. Nesse sentido, a taxonomia proposta não é apenas um esquema para classificação, mas uma possibilidade de organização hierárquica dos processos cognitivos de acordo com níveis de complexidade e objetivos do desenvolvimento cognitivo desejado e planejado (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Em 2001, foi publicado por David Krathwohl um relatório com uma revisão da Taxonomia de Bloom, que tinha por objetivo, contrabalançar o que existia relativo à estruturação da taxonomia original e as novas tecnologias educacionais desenvolvidas, até aquele momento. Para Krathwohl (2002), os objetivos educacionais declaram o que se espera

que os discentes aprendam, mas não esclarecem como será verificado se realmente lembraram e aplicaram esse novo conhecimento.

Com isso, a revisão da taxonomia de Bloom trouxe uma combinação entre o tipo de conhecimento a ser adquirido (dimensão do conhecimento) e o processo utilizado para a aquisição desse conhecimento (dimensão do processo cognitivo). A dimensão conhecimento foi dividida e definida em quatro tipos, a saber:

1. Conhecimento factual: Conhecimentos básicos de uma disciplina com os quais os alunos devem estar familiarizados;
2. Conhecimento conceitual: Interrelações entre os elementos básicos de uma estrutura, que os permite funcionar conjuntamente;
3. Conhecimento procedimental: Como fazer algo, métodos de questionamento; critérios para utilização de habilidades, algoritmos, técnicas e métodos;
4. Conhecimento meta-cognitivo: Conhecimento da cognição em geral, conhecimento da própria cognição e da prontidão.

Os processos cognitivos passaram por mudanças na nomenclatura, sendo então, descritos com verbos em vez de substantivos, como na taxonomia original, passando a serem os seguintes:

1. Relembrar: Resgatar conhecimentos relevantes da memória de longo prazo
2. Entender: Construir significados a partir de mensagens instrucionais, incluindo mensagens orais, escritas e comunicações gráficas.
3. Aplicar: Executar ou usar um procedimento numa dada situação
4. Analisar: Quebrar um material em suas partes constituintes e determinar quais partes se relaciona com as outras e com a estrutura global, ou com o propósito global.
5. Avaliar: Fazer julgamentos baseados em critérios e padrões.
6. Criar: Agrupar elementos de modo a formar um todo coerente ou funcional; reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura.

A Taxonomia de Bloom revisada é baseada numa visão mais ampla de aprendizagem, que inclui a capacidade de usar esses conhecimentos em novas situações, transferindo a utilização de conhecimentos para outras circunstâncias, o que ocorre quando a aprendizagem é substantiva, de forma a construir significados sobre a nova informação que lhe é apresentada (TAVARES; LIMA, 2010).

Podemos considerar segundo Driscoll (2000) e Tavares e Lima (2010), que a taxonomia original tem sido utilizada para a classificação de objetivos curriculares e para descrever o resultado de aprendizagem em termos de conteúdo e discussão do que deve ser

realizado com o conteúdo assimilado. Já a Taxonomia revisada ajuda a evidenciar quais são os processos cognitivos e tipos de conhecimentos que estão sendo utilizados, sendo essa informação de grande importância para a tomada de decisão pedagógica em direção da aprendizagem significativa.

Neste trabalho, será utilizada a taxonomia original, para nortear a construção do instrumento de avaliação que pretende medir o resultado da aprendizagem, a fim de comparar o método de ensino tradicional e o método de ensino construtivista.

2.4.3 Teste estatístico utilizado para identificar o alcance dos objetivos educacionais

Um dos principais objetivos educacionais é o de realizar mudanças no comportamento e atitudes, contribuindo assim para o desenvolvimento intelectual e profissional dos seus alunos, o que faz com que docentes e gestores educacionais busquem estratégias que auxiliem no alcance de tais objetivos.

Para determinar a eficácia da estratégia adotada, existem instrumentos específicos que permitem observar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, sendo usados para isto, testes estatísticos capazes de identificar o alcance dos objetivos desejados. Esses testes são feitos mediante medições do desenvolvimento cognitivo dos alunos, antes da intervenção ou estratégia para estabelecer uma linha de base sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos. E após aplicação da estratégia ou intervenção, os alunos deverão passar por nova avaliação, que deverá ser semelhante à primeira, a fim de observar as mudanças ocorridas (CIECHALSKI; PINKNEY; WEAVER, 2002).

O teste não-paramétrico McNemar foi desenvolvido para avaliar a significância do efeito da mudança, sendo considerado como uma das ferramentas ou instrumentos que estão disponíveis para a aplicação do método comparativo de análise. Segundo Pontes, Pontes Junior e Pontes (2009), no Teste McNemar são feitas comparações entre dados obtidos em dois estágios, nos quais cada indivíduo é tomado como uma unidade amostral submetida a um determinado tratamento. Este teste pode ser aplicado para comparar o efeito de uma determinada metodologia de ensino no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

O Teste McNemar segundo Weathington, Cunningham e Pittenger (2010), é uma estatística de distribuição livre, em que as amostras selecionadas não devem ter distribuição normal. Esse teste é do tipo Qui-Quadrado, que usa amostras independentes para avaliar eventos “antes e depois” da aplicação de um tratamento, onde cada indivíduo é utilizado como seu próprio controle, por meio de dados nominais ou categóricos.

O teste foi basicamente desenvolvido para aplicação aos casos em que o status de antes e depois tem de ser analisado, a fim de observar o efeito das alterações introduzidas, como parte de uma pesquisa/projeto experimental, ou que tenha ocorrido de forma autônoma. O teste do antes e depois envolve um espaço de tempo, podendo ser aplicado em casos onde as mudanças ocorrem simultaneamente.

O Teste não-paramétrico McNemar segundo Weathington, Cunningham e Pittenger (2010), é utilizado a fim de realizar comparações entre dados classificatórios (ex. sucesso ou insucesso), obtidos em dois estágios denominados teste “antes e depois”. Neste teste cada indivíduo é tomado como uma unidade amostral submetida a um determinado tratamento, identificando as mudanças ocorridas nos mesmos, após a intervenção proposta. Este teste pode ser aplicado para comparar os resultados obtidos no desenvolvimento cognitivo dos alunos após adoção de dada metodologia de ensino, para verificar a ocorrência de mudança significativa depois do tratamento.

Segundo Conover (1999), os dados coletados para esse teste consistem em observações de n variáveis aleatórias independentes bivariada, do tipo $(X_i, Y_i)^2$, onde $i = 1, 2, \dots, n$. A escala de medição para a X_i e Y_i é nominal com duas categorias chamadas de “0” e “1”, isto é, os valores possíveis de (X_i, Y_i) são $\{(0, 0), (0, 1), (1, 0) \text{ e } (1, 1)\}$. No Teste McNemar os dados são geralmente resumidos em uma tabela de contingência 2×2 , onde são registradas as frequências de ocorrência de mudanças $(1,0)$ e $(0,1)$ e de permanência dos resultados $(1,1)$ e $(0,0)$.

Para Kvan e Vidakovic (2007), o Teste McNemar, é considerado uma maneira simples de obter homogeneidade marginal em tabelas de contingência 2×2 . Para isto, os dados considerados são classificados como “0” e “1”, onde cada quadrante representa o número de vezes que ocorreu a combinação de dois elementos $\{(0,0); (0,1); (1,1); (1,0)\}$, e o somatório de todos os quadrantes corresponderá ao total da amostra observada (Quadro 3).

Quadro 3: Tabela de contingência para o teste McNemar

Antes (X_i)	Depois (Y_i)		Total
	Insucesso (0)	Sucesso (1)	
Insucesso (0)	A (0, 0)	B (0, 1)	A+B
Sucesso (1)	C (1, 0)	D (1, 1)	C+D
Total	A+C	B+D	A+B+C+D

Fonte: Adaptado de Kvam, Vidakovic (2007)

² Neste estudo, X_i representa o sucesso e insucesso antes e Y_i representa o sucesso e insucesso depois da simulação (tratamento)

Onde:

- A- Representa insucesso antes e depois do experimento (não ocorreu mudança).
- B- Representa insucesso antes e sucesso depois do experimento
- C- Representa sucesso antes e insucesso depois do tratamento.
- D- Representa sucesso antes, e depois do experimento (não ocorreu mudança).

O teste estatístico McNemar verifica a mudança ocorrida após o tratamento através dos dados alocados na diagonal (B, C), testando a significância do efeito da mudança observada. As células contêm as frequências das respostas dos mesmos indivíduos, indicando se a pessoa foi ou não influenciada pela introdução de um fator (tratamento) destinada a afetar-lhes. As frequências da diagonal (A, D) representaram a contagem dos indivíduos que não apresentaram mudança após a introdução do fator, destinado a afetar-lhes.

A estatística de McNemar é calculada com base na estatística Qui-quadrado (χ^2), por meio da seguinte equação:

$$\chi^2 = \frac{(B-C)^2}{B+C}, df = 1 \text{ Eq. 01}$$

Segundo Kvam e Vidakovic (2007), alguns autores recomendam o uso de um fator de correção de descontinuidade, ou seja, fazer com que uma distribuição Qui-quadrado continua se aproxime de uma distribuição Qui-quadrado discreta. E assim teremos:

$$\chi^2 = \frac{(|B-C|-1)^2}{B+C}, df = 1 \text{ Eq. 02}$$

O valor de χ^2 tem distribuição Qui-quadrado com 1 grau de liberdade (tabela 2 x 2), onde a hipótese nula H_0 pode ser expressa como uma hipótese de simetria ($B = C$).

$$H_0: P(X_i = 0, Y_i = 1) = P(X_i = 1, Y_i = 0) \text{ para todo } i \{P(A) = P(D)\}$$

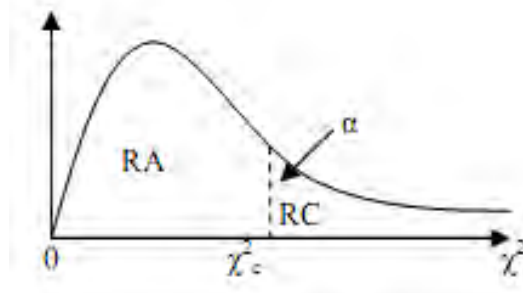
A hipótese nula deste teste se refere à diferença entre as células B e C. Um valor muito grande de χ^2 indica que as frequências observadas nas células B e C não representam fatores de chance.

Fávero *et al* (2009), sugerem um procedimento para realizar o teste de McNemar:

1. Fixar a hipótese nula H_0 e a hipótese alternativa H_1 . A hipótese nula admite que não haja mudança significativa nas respostas das observações e a hipótese alternativa H_1 afirma que há mudança significativa de antes para depois da ocorrência de um evento;
2. Fixar o nível de significância α do teste;
3. A escolha do teste depende do tamanho da amostra

- a. Se o número total de mudanças é menor do que 10, usar o teste binomial, considerando $N = B+C$.
 - b. Se a frequência é maior ou igual a 10, utilizar o teste de McNemar.
4. Fixar a região crítica do teste, com auxílio da tabela de distribuição Qui-quadrado (Anexo A), utilizando os valores – graus de liberdade e nível de significância do teste, assim se obtêm a região crítica, conforme Figura 3.

Figura 3: Região de aceitação (RA) e região crítica (RC) da distribuição Qui-quadrado



Fonte: Adaptado de Fávero *et al.* (2009).

5. O valor real da estatística Qui-quadrado é calculado pela Eq. 02, para frequências de mudanças maiores que 10.

Conclusão: se o valor da estatística pertencer a região crítica, isto é, se $\chi^2_{\text{cal}} > \chi^2_c$, o teste permite a rejeição de H_0 . Caso contrário não se rejeita H_0 .

O teste Binomial utilizado como alternativa ao teste McNemar aplica-se a uma amostra independente em que a variável é dicotômica, que apresenta dois tipos de resposta, como: sucesso e insucesso. O teste analisa a proporção entre dois tipos de respostas verificadas em uma amostra e o resultado apresenta a comparação entre as frequências observadas com as frequências esperadas em uma distribuição binomial.

Dessa forma, são apresentadas as frequências da probabilidade de sucesso (p) e probabilidade de fracasso ($q = 1-p$), que quando comparadas em dois casos, como o estudado nessa pesquisa, mostram a significância da mudança quando o valor de $P(Z > z) < \alpha$.

A distribuição binomial indica o número de casos do fator analisado dentro de uma amostra, o respectivo valor de probabilidade que pode ser associado ao nível de significância estabelecido previamente.

Neste estudo, a análise dos resultados gerados pelo cálculo do teste Binomial, no software SPSS, deverá observar a existência de mudança significativa quando o valor de α for menor que 0,05, depois da atividade construtivista.

2.5 COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

A atividade do engenheiro é uma atividade de cotidiano desafiador, que exige do profissional a capacidade de responder a demandas, muitas vezes inesperadas, de forma rápida e adequada. A rotina do engenheiro necessita de um modo de agir reflexivo, questionador, baseado na vontade e intuição, implicando na busca de soluções lógicas e racionais para os problemas. O futuro engenheiro deve, desde o início de sua formação, aprender a atuar de forma reflexiva, examinando de maneira crítica até nos momentos onde haja certo distanciamento da prática.

Duarte e Dellagnelo (2001) colocam a competência em três dimensões, a saber: conhecimentos, habilidades e atitudes. O conhecimento é o conjunto de informações específicas que o indivíduo pode relacionar na análise de uma situação real, a fim de identificar o problema e planejar a solução do mesmo. O conhecimento pode ser considerado como os saberes teóricos e práticos, isto é, tanto aqueles transmitidos pela escola quanto os adquiridos pela experiência (saberes tácitos).

As habilidades permitem ao indivíduo tratar uma situação complexa e resolver determinado problema, utilizando métodos e técnicas específicas e comunicação escrita. Para Mundim e Rozenfeld, (2001), as habilidades requeridas aos engenheiros envolvem: pensamento sistêmico, trabalho em equipe e conhecimentos técnicos específicos, na busca pela identificação e utilização da correta combinação entre tecnologias e conhecimentos que irão prover a melhor solução para o problema encontrado.

As atitudes estão ligadas às ações do indivíduo de acordo com seus valores, crenças, envolvimento e comprometimento com os objetivos profissionais. O engenheiro do novo século deve ter espírito empreendedor, possuir base científica suficiente para acompanhar as mudanças tecnológicas e prever oportunidades para o crescimento econômico.

Para Fleury e Fleury (2001), o termo competência é utilizado para caracterizar uma pessoa qualificada para realizar alguma ação. Um indivíduo tem competência quando torna-se capaz de usar os conhecimentos, mobilizando técnicas e recursos adequados para o desenvolvimento de atividades. Assim, a competência profissional se refere à capacidade do indivíduo utilizar seu conhecimento para agregar valor econômico para a empresa e valor social para o indivíduo.

Perrenoud (1998 apud SILVEIRA, 2005, p. 30) define competência como a capacidade de tomar por base, os conhecimentos e habilidades necessários para identificar e

buscar a solução adequada para dado problema, ou seja, as competências designam conhecimentos e qualidades contextualizados.

Estes conceitos foram absorvidos pelo CONFEA, que define em sua Resolução 1.010/2005 competência profissional como a “capacidade de utilização de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários ao desempenho de atividades em campos profissionais específicos, obedecendo a padrões de qualidade e produtividade”.

Magalhães *et al.* (2008), por meio de levantamento bibliográfico e análise de documentos, como: projetos pedagógicos, relatórios de avaliação dos cursos, ABEPRO e parecer CNE/CES 1.362/2001 do MEC, apresentaram de forma generalista, uma lista com as categorias e definições das competências do engenheiro de produção (Quadro 4).

Quadro 4: Categorias e Definições das competências do engenheiro de produção

Categoria	Definição
1. Gestão de desenvolvimento de produtos/serviços/processos	Desenvolver produtos, processos e/ou sistemas
2. Gestão de projetos	Planejar, coordenar e controlar projetos e serviços na Engenharia;
3. Gestão da melhoria contínua	Dimensionar e integrar recursos a fim de produzir com eficiência e eficácia
4. Sustentabilidade	Compreender e avaliar a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, no que se refere à utilização de recursos e à disposição final de resíduos
5. Responsabilidade social	Avaliar o impacto das atividades de Produção e de Engenharia no contexto social
6. Modelagem	Avaliar e/ou modelar sistemas de produção, auxiliando na tomada de decisões com bases matemática e estatística
7. Gestão da qualidade	Incorporar conceitos e técnicas da qualidade em todo o sistema produtivo, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto organizacionais
8. Gestão estratégica	Prever a evolução dos cenários produtivos e econômicos, percebendo a interação entre as organizações e os seus impactos sobre a competitividade
9. Gestão da Tecnologia da Informação	Conceber, projetar e analisar sistemas de informação;
10. Resolução de problemas	Identificar, formular e resolver problemas na área de Produção;
11. Gestão de produtos/processos	Planejar e controlar as atividades de produção;
12. Comunicação	Comunicar-se de forma clara e organizada nas áreas específica e afim;
13. Trabalho em equipe	Realizar trabalhos coletivos envolvendo membros da mesma área ou em equipes multidisciplinares;
14. Ética Profissional	Agir com ética e responsabilidade profissional;
15. Auto-aprendizagem	Buscar atualização profissional constantemente;
16. Liderança	Liderar pessoas;
17. Iniciativa	Ter iniciativa para a tomada de decisão;
18. Criatividade	Perceber oportunidades de inovação;
19. Multidisciplinaridade	Perceber a inter-relação entre as diversas áreas;
20. Empreendedorismo	Identificar oportunidades de negócio e visar sua concretização.

Fonte: Magalhães *et al.* (2008, p. 5).

Espera-se que o egresso em EP que tenha essas habilidades e competências seja capaz de identificar e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção, considerando aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais em atendimento às demandas da sociedade.

O desenvolvimento das competências de um indivíduo segundo Rompelman (2000), não se restringe apenas à vida profissional, exigindo que o sistema educacional inclua no decorrer da formação dos engenheiros elementos que promovam a construção dessas competências. Um engenheiro não deve ser aquele indivíduo puramente técnico, ele deve ser capaz de visualizar oportunidades de mudanças e oferecer resultados, considerando as demandas do ambiente em que se está inserido, para isso a criatividade, a proatividade, o espírito empreendedor devem ser habilidades desenvolvidas no engenheiro.

2.5.1 Matriz do conhecimento da Engenharia de Produção

No início de 2008 foi formada uma Comissão de Especialistas da Área Industrial no CONFEA, com o objetivo de discutir e elaborar a Matriz de Conhecimento para cada área da Engenharia dentro da Resolução 1.010/2005, que dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais. O representante da área de Engenharia de Produção levou a discussão para ABEPRO, onde foi organizado um Grupo de Trabalho³, constituído por representantes das instituições com maior tradição no ensino de Engenharia de Produção, com o objetivo de formular um documento que subsidiasse os órgãos oficiais de educação e registro profissional (MEC/INEP, CONFEA, ABENGE, etc.), sobre as regulamentações do ensino de Engenharia de Produção. Após algumas reuniões realizadas ao longo do ano, foi apresentada em novembro de 2008 a Matriz do Conhecimento da Engenharia de Produção (ANEXO B) formulada pelo Grupo de Trabalho da ABEPRO. Na ocasião foi requerido pelo CONFEA que fossem incluídas as cargas horárias e agrupamento de tópicos e setores, adotando uma linha que estaria presente em todas as propostas da área industrial. A versão final foi entregue ao CONFEA em janeiro de 2009, e divulgada no FMEPRO - Fórum Mineiro de Engenharia de Produção 2009. No entanto, cabe ressaltar que a versão final desse documento quando aprovada, deverá compor o Anexo II da Resolução 1.010, e é de responsabilidade da Comissão de Especialistas do CONFEA.

³ . (Participaram do Grupo de Trabalho as seguintes instituições: UFRGS, UFSC, PUCPR, USP São Paulo, UNESP Bauru, UFSCar, UNIMEP, UFJF, UFV, UFF, PUC-Rio, UFPB.)

A Matriz do Conhecimento da Engenharia de Produção é formada por cinco setores, a saber: Engenharia dos Processos Físicos de Produção, Engenharia da Qualidade, Ergonomia, Pesquisa Operacional e Engenharia Organizacional. Dentro de cada setor estão listados os tópicos e conteúdos referentes ao campo de atuação profissional do Engenheiro de Produção (Quadro 5).

Quadro 5: Setores e Tópicos do campo de atuação profissional do Engenheiro de Produção

Setor	Tópicos
Engenharia dos Processos Físicos de Produção	Sistemas de Produção Planejamento e Controle da Produção Planejamento das Instalações Industriais Logística Industrial Gestão de Recursos Naturais Sistema de Manutenção
Engenharia da Qualidade	Controle Estatístico de Processo Controle Metrológico de Produtos Normalização e Certificação de Qualidade Confiabilidade de Processos e Produtos
Ergonomia	Ergonomia de Processos e Produtos Biomecânica Ocupacional Psicologia do Trabalho Organização do Trabalho Análise e Prevenção de Riscos de Acidentes
Pesquisa Operacional	Modelagem, Análise e Simulação Processos Estocásticos e Decisórios Análise por Demanda de Bens e Serviços
Engenharia Organizacional	Método de Desenvolvimento e Organização de Produtos Gestão da Tecnologia, Informação e Inovação Planejamento Estratégico e Operacional Estratégias de Produção e Mercado Redes de Empresas e de Cadeias Produtivas Gestão de Projetos

Fonte: Adaptado de ABEPRO (2009b).

Os tópicos e setores listados no Quadro 5 percorrem as dez áreas da Engenharia de Produção e devem ser trabalhados dentro dos cursos de formação de forma integrada, considerando o enquadramento de cada tópico dentro do sistema de produção de acordo com suas demandas, ressaltando a necessidade de conhecimentos contidos do núcleo básico da formação dos cursos de engenharia.

2.6 ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Os métodos de ensino empregados nos cursos de graduação em engenharia das instituições de ensino brasileiras, ainda são regidos predominantemente pelos métodos tradicionais, em que o conhecimento é tomado como domínio exclusivo do professor e transmitido particionadamente em sessões programadas em duração e local. A teoria apresentada não é contextualizada e os problemas resolvidos em sala de aula, normalmente, se distanciam muito de situações reais encontradas diariamente em um ambiente de trabalho.

Rodrigues, Michels e Ansuj (2007) colocam que 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-aprendizado. Embora bastante disseminadas, as formas tradicionais de ensino-aprendizado demonstram sua inadequação quando aplicado como único método de transmissão de conhecimentos.

No ensino de Engenharia de Produção, o docente tem como desafio fazer com que os discentes tenham uma visão global do problema apresentado e esse resultado não é fácil de ser obtido fazendo uso apenas de quadro e giz, ou leitura de textos explicativos. A internalização de alguns conceitos práticos vistos na Engenharia, necessitam de uma vivência prática, fazendo com que o professor recorra a atividades que façam com que os alunos consigam visualizar esses conceitos de forma mais inteligível. Conforme Capraro (2007), as técnicas de ensino quando bem utilizadas, constituem fortes ferramentas de apoio ao processo de ensino-aprendizado.

As práticas e métodos usados no ensino tradicional quando confrontados com o cenário atual, parecem não estar em sintonia com as mudanças e transformações que acompanham o resto do mundo, principalmente quando considera a explosão da informação e do conhecimento. Disciplinas e cursos estagnados e desatualizados há vários anos privam o aluno de uma formação mais condizente com a nova realidade profissional (GUERRA, 2000).

Os professores devem incentivar a participação dos alunos em atividades, como: iniciação científica, projetos de extensão, projetos multidisciplinares, visitas técnicas, desenvolvimento de protótipos e maquetes, monitorias, participação em empresa junior e diferentes ações empreendedoras. Essas atividades são alguns exemplos de complementação da aprendizagem de alguns conceitos fora de sala de aula.

O docente pode estimular a aprendizagem no processo de ensino através de um conjunto de ações e procedimentos de modo a diminuir as distâncias entre a teoria e a prática, levando para sala de aula métodos de ensino que se apóiam no construtivismo para auxiliar a

construção do conhecimento por parte dos discentes, colocando-os a frente de situações que poderá enfrentar em sua vida profissional. De acordo com as temáticas a serem desenvolvidas, os docentes podem utilizar diversos métodos de ensino. Conforme Moraes (2009), os principais métodos praticados no ensino de Engenharia de Produção estão dispostos no Quadro 6.

Quadro 6: Métodos utilizados no ensino de Engenharia de Produção

Método	Descrição
Aula expositiva dialogada	O aluno expõe para a turma, conceitos do objeto de estudo, onde o professor é responsável por avaliar a pertinência da contribuição.
Aula expositiva cognitiva	Novos conhecimentos são apresentados os alunos partindo da realidade pré-existent dos estudantes.
Estudo de texto	Leva ao aluno uma familiarização com a linguagem técnica, criando um debate entre os alunos.
Portfólio	Os alunos apresentam materiais (artigos, entrevistas, etc) selecionados sobre um assunto específico, acompanhados de síntese.
Tempestade cerebral	A geração espontânea de idéias parte do conhecimento anterior de cada aluno.
Estudo dirigido	O aluno trabalha conceitos mediante orientação do professor.
Aprendizagem pela Solução de Problemas – (Problem Based Learning – PBL)	O aluno enfrenta uma situação nova, que exige reflexão, crítica e criatividade a partir da observação e estudo do problema apresentado.
Seminário	Apresentação oral e relatório escrito de um tema, a partir da pesquisa experimental, de campo ou bibliográfica
Estudo de caso	Estudos de casos implicam em visitas, onde o estudante pode observar situações, identificando e propondo alternativas para solução dos problemas, com base em experimentos realizados.
Simulação	Utiliza a recriação de cenários reais que proporcionam maior inteligibilidade do aluno a respeito dos conceitos relativos aos sistemas de produção em uma situação prática.
Jogos de empresa	Possibilita a realização de experiências, onde os alunos podem visualizar as conseqüências da tomada de decisões durante uma competição entre grupos.
Visita técnica	Proporciona aos alunos o conhecimento e a vivência industrial dos processos de produção

Fonte: Moraes (2009).

Dos métodos listados no Quadro 6 podemos destacar as atividades de: Aprendizagem pela solução de problemas; Estudo de caso; Simulação; Jogos de empresas; e Visitas técnicas, como métodos de ensino com características construtivistas da visão piagetiana, além de apresentar traços da teoria ausubeliana, por proporcionarem a interação do aluno com elementos o mais próximo da realidade dos conceitos apreendidos em sala de aula, provocando nos alunos o pensamento crítico para a solução de problemas e por apresentar conceitos novos relacionados aos conceitos já apreendidos.

2.6.1 Ensino de Planejamento, Programação e Controle de Produção (PPCP)

A importância de estudar o ensino de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP), se deve a necessidade do mercado de ter profissionais capazes de desenvolver atividades que visão reunir uma série de decisões para manter disponíveis os recursos necessários para que o sistema se mantenha operando de forma eficiente, ao definir o que, quanto e quando produzir e comprar, para que a empresa alcance os requisitos de produção do modo mais eficiente possível. Deste modo, é função do PPCP garantir que os recursos produtivos estejam disponíveis: na quantidade, no momento, e no nível de qualidade, adequados (FERNANDES *et al.*, 2007).

O Planejamento da Produção e o Controle da Produção são dois dos tópicos contidos na área Engenharia dos Processos Físicos de Produção, estando contida na Matriz do Conhecimento construída pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), que determina os setores de atuação do Engenheiro de Produção. A ABEPRO divide a Engenharia de Produção em dez subáreas do conhecimento que balizam esta modalidade no ensino de Graduação, Pós-Graduação, na Pesquisa e nas Atividades Profissionais, indicando assim as áreas que devem ser contempladas na matriz curricular oferecida pelas Instituições de Ensino Superior (IES). Uma das dez subáreas que o ensino de EP contempla, é a Gestão de Operações e Processos da Produção, que trata das atividades que tem como meta a produção de bens físicos ou a prestação de serviços (MOREIRA, 2008). É função do gestor de operações e processos planejar e acompanhar os projetos, operação e melhorias dos sistemas que criam novos produtos e os disponibilizam ao mercado. Nesta área, se encontra o tópico Planejamento, Programação e Controle da Produção.

Fazendo o cruzamento entre as informações contidas na Matriz do Conhecimento (Anexo B), sobre o setor de atuação Engenharia dos Processos Físicos da Produção e a área de Gestão de Operações e Processos (Anexo C – Áreas da Engenharia de Produção), é possível identificar os conhecimentos específicos do Planejamento, Programação e Controle da Produção (Quadro 7).

Quadro 7: Conteúdo Específico do Planejamento, Programação e Controle da Produção

	Nomenclatura	Tópicos	Conteúdo Específico
Área	Engenharia de Operações e Processos da Produção	Planejamento, Programação e Controle da Produção	Sistemas de produção; Planejamento da capacidade; Previsão de demanda; Controle de materiais e de estoques; Planejamento agregado da produção; Planejamento das necessidades de materiais; Programação detalhada da produção; Sequenciamento da produção; e Sistemas de controle da produção.
Setor	Eng. dos Processos Físicos de Produção	Planejamento da Produção Controle da Produção	

Fonte: ABEPRO (2009a), ABEPRO (2009b).

A ementa da disciplina, Planejamento e Controle da Produção (PCP), como é comumente chamada, aborda os conhecimentos sobre o fluxo geral de informação e decisão na gestão da produção; a natureza hierárquica do planejamento de longo, médio e curto prazo e as atividades pertinentes como, planejamento agregado e programação, sequenciamento e balanceamento. Ainda são exploradas as informações sobre a previsão da demanda e estoques, e são apresentadas técnicas de gestão associadas a essas variáveis.

O objetivo é fornecer aos discentes informações que lhes possibilitem atuar nos diferentes ambientes organizacionais, tornando-os capazes de ponderar sobre as diferentes situações que poderá enfrentar, analisando criticamente as soluções cabíveis aos problemas identificados, possibilitando a gestão de forma eficiente.

O PCP está contido nos cursos de Graduação em Engenharia de Produção como disciplina obrigatória do núcleo profissionalizante dos currículos escolares. A disciplina é oferecida em algumas IES, em dois momentos do curso, podendo ser dividida em um primeiro modulo que trata dos conceitos básicos, que versam sobre as questões relacionadas à previsão de demanda; controle de materiais e de estoques; planejamento agregado da produção; planejamento das necessidades de materiais; planejamento da capacidade; programação detalhada da produção; sequenciamento da produção; sistemas de controle da produção. Em um segundo modulo, a disciplina aborda conteúdos que relacionam as técnicas modernas de PCP, onde são abordados os seguintes temas: MRP – planejamento de necessidades materiais; sistema MRP II; MPS – planejamento-mestre da produção; gestão da demanda; planejamento da capacidade; sistema de programação da produção; implantação do sistema MRP II; sistema OPT (Optimized Production Technology) e sistemas JIT (Just In Time).

Quadro 8: Ementas e disciplinas pré-requisitos da disciplina PCP ofertadas nas IES brasileiras

IES	Ementas	Disciplinas pré-requisito
UFSCar	Fluxo geral de informação e decisão na gestão da produção. Natureza hierárquica do planejamento (planejamento de longo, médio e curto prazo) e as atividades pertinentes como localização e capacidade, planejamento agregado e programação, sequenciamento e balanceamento. Previsão da demanda e estoques, e as técnicas de gestão associadas.	Sistemas de Produção
UFMG	Estratégia de manufatura. Fatores críticos de sucesso. Caracterização da função planejamento da produção nas Organizações. Conceitos básicos em sistemas de produção: estoques, estoque de material em processo, lead-time e tempo de fluxo. Técnicas de Planejamento da Produção: MRP, JIT e OPT. Introdução ao controle da produção	Organização Industrial para Engenharia
PUC-RJ	Previsão de Demanda: Padrões de Demanda, Previsão e Planejamento, Processo de Previsão, Métodos de Previsão Para os Modelos Constante, Linear e Sazonal, Variância e Controle do erro de previsão. Estrutura de Planejamento nas Organizações. Planejamento Agregado: Importância, Estratégias e Modelos Matemáticos. Programa Mestre. Demanda Dependente do Programa Mestre. Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP). Lista de Materiais. Interfaces Funcionais. Desenvolvimento de Programa Mestre. Registros de Estoque. Fatores Importantes para o MRP. Resultados de MRP. Just in Time: Características, Sistema Kanban, Just in Time em Serviços, Sistema de Gerenciamento de Materiais. Sequenciamento de Produção e programação da produção de Curto Prazo.	Probabilidade Estatística
UFES	A função da produção. Sistema convencional do PCP: planejamento e roteiro da produção, emissão de ordens, técnicas de programação e controle da produção. Discretos. Os casos de Processos Contínuos. Sistemas alternativos: MRP I e II, Kanban. Os casos de Processos	Sistemas de Produção
UFF	Sistemas de Produção; Medidas de Desempenho; Planejamento Estratégico da Produção; Papel Estratégico e Objetivos de Produção; Tipos de Sistemas de Planejamento da Produção. (sistemas de empurrar x sistemas de puxar); Previsão de Demanda; Sequenciamento e Emissão de Ordens; Parâmetros de Gestão de Estoques; Administração da Cadeia de Suprimentos; Planejamento Mestre da Produção; Acompanhamento e Controle da Produção; Planejamento da Capacidade; Filosofia Just In Time; Sistemas de Planejamento das Necessidades de Recursos; Gestão de Projetos. Gráfico de Gantt; Processos de Programação e Acompanhamento das Ordens no Chão de Fábrica.	Arranjo Físico Industrial Gerencia da Qualidade Total Gerência de Tecnologia
CEFET-RJ	Introdução ao sistema de produção: entradas, transformações e saídas. Previsão de Demanda. Gestão de Estoques. Planejamento Agregado, Plano Mestre de Produção. Sequenciamento e Programação.	Planejamento de Instalações
UFPB	Fundamentos do planejamento e controle da produção. A função do PCP e a previsão de vendas. Fases do planejamento e controle da produção. Principais problemas no planejamento e controle da produção. Definição do roteiro da produção. Técnicas de planejamento da produção. O PCP e a gestão dos estoques. Definição da capacidade de produção. O PCP e o controle de qualidade. Balanceamento da produção e sincronização dos fluxos. Emissão e programação de ordens de fabricação. Métodos quantitativos no planejamento e controle da produção.	Organização do Trabalho Tempos e Movimentos
UFERSA	Discussão sobre fluxo geral de informação e decisão na gestão da produção. Natureza hierárquica do planejamento e as atividades pertinentes como localização e capacidade, planejamento agregado e programação, sequenciamento e balanceamento. Técnicas de gestão associadas as variáveis demanda e estoques,	-
USP – SP	Natureza dos sistemas de produção. Mapeamento, metrificação e análise de processos produtivos. Estratégia de produção. Gestão da Capacidade. Produção Enxuta. Previsão e Estimação da Demanda. Planejamento Agregado de Vendas e Operações (PVO). Gestão e Controle de Estoques. Planejamento das Necessidades de Materiais. Programação, sequenciamento e balanceamentos da produção. Acompanhamento e Controle da Produção	Projeto e Operação de Sistemas de Produção CONTINUA

UNICAMP	Caracterização do planejamento e controle da produção. MRP II - Manufacturing Resources Planning. Evolução do MRP II. MRP - Materiais Requirement Planning. Elementos para cálculo de MRP. Árvore de produto. Lead Time. Demanda Dependente e Independente. Plano Mestre de Produção. Cálculo de Necessidades de Materiais. JIT -Just in Time. Conceitos básicos. O papel dos estoques no JIT. Focalização na redução de desperdícios. Lay-out para JIT. Premissas para implantação. Fluxo de produção "puxada" - Kanban. Kanban de sinal. Kanba de 1 cartão. Kanban de 2 cartões. Comparação MRP X Kanban. Tambor-Pulmão-Corda - OPT. Conceito de decisão Tambor-Pulmão-Corda. Dimensionamento do Pulmão. Premissas para implantação. Leon Production. Conceitos Básicos. Aplicações de Lean Production. Análise do Fluxo de Valor. Conceito de Takt Time. Sistema CONWIP. Heijunka box. Modelagem do Fluxo de Valor.	Usinagem dos Materiais
UFPE	Caracterização do problema de planejamento e controle da produção (PCP). Cálculo de Necessidades (MRP). Mapeamento do fluxo de valor. Sistema Kanban. Takt time. Fluxo Contínuo.	Introd. A Engenharia de Produção Administração para Engenharia
UFRJ	Tipologia dos produtos. Formas organizacionais convencionais. Flexibilidade, volume, diversificação. Manufatura celular. O processo tradicional de planejamento e controle da produção. Capacidade e programação. Tipos de programação. Regras de prioridade. Programação de centros de trabalho. Controle do chão de fábrica.	Pesquisa Operacional I Pesquisa Operacional II Planejamento das Instalações

Fonte: UFRJ (2011); UFPE (2011); UNICAMP (2011); USP-SP (2011); UFERSA (2011); UFSCAR (2011); UFMG (2011); PUC-RJ (2011); UFES (2011); UFF (2011); CEFET-RJ (2011); UFPB (2011).

A disciplina PCP ofertadas nas IES elencadas no Quadro 8, tem um núcleo de conteúdo comum. Com exceção da UFRJ, UFPE e UFMG, o conteúdo explorado nessa disciplina pela maioria das instituições observadas contempla os tópicos: Previsão de Demanda; Gestão de Estoques; Planejamento Agregado; Plano Mestre de Produção; Sequenciamento e Programação da Produção. Estes cinco temas compõem o conteúdo específico dos tópicos Planejamento da Produção e Controle da Produção, contidos no setor Engenharia dos Processos Físicos de Produção.

Também é possível observar que os alunos matriculados na disciplina PCP, têm em seu currículo de formação conhecimentos adquiridos ao cursar as disciplinas que são colocadas como pré-requisito, referente a conceitos como: organização industrial (abordagens taylorista, fordista, toyotista, sociotécnica); tipologia dos sistemas de produção; fluxo de materiais; capacidade produtiva e planejamento de instalações e de processos; métodos de avaliação de capacidade e de localização de instalações; estudo de movimentos: técnicas para registro e análise de trabalho, análise dos movimentos, análise de operações, princípios de economia dos movimentos; estudo de tempos: cronometragem, tempos pré-determinados, amostragens de trabalho. Os alunos ainda passam por disciplinas que abordam conceitos sobre estatística, contabilidade de custos e métodos de custeio, ergonomia.

As disciplinas elencadas pelas IES brasileiras como pré-requisito para se matricular em Planejamento e Controle da Produção, seguem uma lógica para a formação de um perfil de conhecimento para os alunos que cursarão tal disciplina. Das universidades listadas no Quadro 8, apenas a UNICAMP tem como pré-requisito uma disciplina que foge do perfil habitual adotado pelas demais IES, tal disciplina compõe a matriz de conhecimento dos cursos de Engenharia Mecânica e não trata de conceitos referentes aos sistemas de produção, mas sim dos fundamentos, processos, e escolha de ferramental da usinagem. E a única instituição que não elencou nenhuma disciplina como pré-requisito foi a UFERSA, no entanto os alunos que se matriculam em tal disciplina já passaram por disciplinas como: Introdução à Engenharia de Produção, Estatística, Sistemas de Produção e Processos Produtivos, Arranjos Produtivos Organizacionais, Engenharia de Métodos e Processos.

2.7 SIMULAÇÃO COMO MÉTODO DE ENSINO

O processo de aprendizagem refere-se ao desenvolvimento de conhecimentos e habilidades, somado a capacidade de memorização dos conceitos. A aquisição do conhecimento está relacionada ao desenvolvimento de novos conceitos e métodos e à identificação de idéias, habilidades e relacionamentos (PINHEIRO, 2004).

Abdurahiman et al. (2000) colocam o aprendizado como a soma dos ganhos de conhecimento, habilidades ou compreensão de algo que possa ser adquirido por meio de treinamento, experiências concretas, entre outras formas. A aprendizagem ocorre com maior efetividade quando é possível relacionar conceitos teóricos à realização de uma aplicação prática. A promoção de atividades práticas em sala de aula pode ser feita pela utilização de jogos que simulem situações similares ao contexto da atuação profissional real, relacionados aos conceitos objeto da formação dos discentes (PANTALEÃO; OLIVEIRA; ANTUNES, 2003).

A simulação, segundo Vaccaro (1999), consiste na criação de um sistema – real ou projetado – em um ambiente controlado, que possibilite a compreensão, manipulação ou constatação do comportamento de forma segura e a custos relativamente menores, comparados à implantação desse sistema em um ambiente real. O objetivo maior da simulação é compreender e descrever o comportamento de um sistema real. Esta definição reforça dois aspectos: a construção de um modelo e a realização de experimentos com este modelo.

Para Areno (2003), o aluno pode aplicar e formar novos conhecimentos, utilizando a simulação de situações reais, quando ele consegue mudar parâmetros e analisar o sistema, tornando-se capaz de tomar consciência dos resultados de suas ações profissionais, avaliando indicadores para assim proceder à tomada de decisão, para equacionar problemas e promover ações de melhoria.

A simulação é tida como o método de ensino que busca recriar em sala de aula a visão sistêmica dos centros de produção. Para Figueiredo, Zambom e Saito (2001), na simulação, utiliza-se a modelagem de sistemas, mapeando os processos por meio de gráficos, diagramas, palavras e álgebra simples e amigável, para aproximar e transmitir conhecimento. A finalidade da simulação, como método de ensino, é fazer algo parecer real em qualquer âmbito, criando-se uma representação parcial da realidade, onde se pode testar, desafiar e redefinir os conceitos, passados anteriormente por práticas de ensinamentos convencionais.

Barçante e Pinto (2007) dividem a simulação em três componentes, que podem se apresentar em maior ou menor intensidade nas atividades que se utilizem de seus recursos. São eles: *mapas* - definidos como simulações puramente estilizadas, representam com semelhança reduzida as entidades físicas reais; *dramas* - presente em qualquer simulação e que propicia grande capacidade de envolvimento dos participantes, os resultados são previstos em seu aspecto mais essenciais, embora as ações, diálogos e decisões se dêem livremente; e *jogos* - simulação competitiva e sujeita a regras que podem ser adaptadas ou até mesmo modificadas durante sua utilização.

O desenvolvimento do modelo que promoverá a simulação dos conceitos objeto de estudo é a fase mais importante e difícil da simulação, pois é nessa fase que se deve atentar para a inserção de elementos como: *script* (roteiro de ações), gráficos (ilustrações), físico (maquetes), matemáticos (modelos e equações). Nem sempre será possível ou necessário incluir todos esses elementos, no entanto é importante observar a adequação de cada elemento para se chegar ao objeto de estudo.

A simulação se apresenta como parte da realidade, pois por mais que se tente nunca será possível remontar uma situação real de forma fiel e perfeita, pelo nível de complexidade dessa ação, sendo necessária certa abstração para que o modelo possa ser compreendido (ANTONIO; WERNECK; PIRES, 2005). Assim, os autores ressaltam algumas vantagens e desvantagens sobre esse método de ensino (Quadro 9).

Quadro 9: Vantagens e desvantagens do uso da simulação como método de ensino.

Desvantagens	Vantagens
Passa uma falsa impressão de precisão e confiabilidade;	Desperta o interesse e motiva;
Pode encorajar o uso de técnicas e modelos por parecerem convenientes para alcançar os resultados;	Integra as diferentes áreas de atuação profissional em um sistema;
Pode parecer artificial, distanciando-se muito da realidade.	Possibilita avaliar melhor a compreensão sobre o assunto tratado.

Fonte: Adaptado de Antonio, Werneck e Pires (2005).

Mesmo possuindo algumas desvantagens relacionadas à imprecisão apresentada ao tentar remontar a realidade do sistema, a simulação utilizada como complemento ao método tradicional, pode ser considerada como um método de ensino eficiente, por proporcionar aos alunos uma visão mais inteligível relacionada aos conceitos abordados em sala de aula, aproximando a teoria através da vivência prática, criando meios para avaliar a compreensão dos alunos quanto aos temas expostos.

2.7.1 Simulação no ensino de Engenharia de Produção

A simulação, que apresenta como componente predominante o jogo, vem sendo considerada como método auxiliar para a exposição de conceitos em diversos contextos, em que seja possível a montagem de cenários de situações reais, como nos jogos de guerra das escolas militares ou os jogos de empresa das escolas de negócios.

Os jogos são instrumentos pedagógicos construtivistas de grande potencial integrador, que oferecem a oportunidade de aquisição da capacidade de síntese. Segundo Proença Júnior (2003), os jogos pedagógicos são modelos de situações reais que servem de laboratório para o ensaio de práticas, por simular a realidade, desenvolver habilidades de planejamento e tomada de decisão nos participantes.

Os jogos, além de transformar a sala de aula em um ambiente lúdico e motivador, proporcionam uma visão sistêmica adequada ao melhor entendimento dos problemas da Engenharia (FIGUEIREDO; ZAMBOM; SAITO, 2001). A utilização de jogos como auxílio à construção dos conceitos vinculados às disciplinas de formação profissional específica dos cursos de Engenharia de Produção, é uma realidade adotada já a alguns anos em algumas universidades do país. Para tanto, diversos jogos têm sido desenvolvidos e utilizados para a compreensão e vivência de conceitos básicos vinculados à Engenharia de Produção (Quadro 10).

Quadro 10: Jogos utilizados em disciplinas específicas dos cursos de graduação em EP no País

Disciplinas	Exemplo de Jogos
Controle Estatístico da Qualidade	Jogo do Alvo ¹
Pesquisa Operacional	Jogo do Barco ²
Gestão da Qualidade	Jogo Master de Gestão da Qualidade ³
Tempos e Movimentos	Jogo da Caneta ⁴ , Série GPCP, LSSP-PCP ⁵
Sistemas de Produção	
Planejamento e Controle da Produção	
Logística Industrial	Jogo da Cerveja, Jogo LOG, LOGA ⁶
Ética e Responsabilidade Social	Jogo Stakeholders ⁷

Fonte: 1 – Torrejon, Schlünzen Junior (2002); 2 – Pantaleão, Oliveira, Antunes (2003); 3 – Barçante e Correa (2002); 4 – Costa, Jungles (2006); 5 – Tubino (2008); 6 – Orlandeli (2002); 7 – Miyashita, Barbosa, Azeredo (2007).

Esses são alguns dos jogos que estão sendo adotados nos cursos de graduação em Engenharia de Produção no Brasil, como apoio e estímulo às atividades construtoras do conhecimento dos alunos, por parte dos docentes. Outros exemplos recorrentes na literatura estão na aplicação deste instrumento em uma das disciplinas centrais da EP, o Planejamento e Controle da Produção que conta com um elenco de jogos dirigidos a seus principais conceitos e técnicas (Quadro 11).

Quadro 11: Jogos utilizados na disciplina de Planejamento e Controle da Produção

Jogos	Alguns conceitos abordados
Dinâmica MIB	5'S, produção puxada, nivelamento da produção, ritmo de produção
Fabrica de Caneta	<i>Takt time</i> , tempo de ciclo, mapeamento do fluxo de valor.
Fabrica de Carrinhos	Simplificação das operações; lotes pequenos; redução do tempo de atravessamento; diminuição do espaço de transportes; definição do caminho crítico.
Fabrica de Casas Lego	Administração de estoques de matéria-prima e definição de células de trabalho, seqüenciamento de tarefas.
<i>Heijunka</i> didático	Nivelamento da produção, redução de lead times, eliminação de estoques.
Jogo do Barco	Efeito gargalo, produtividade horária, tempo de atravessamento, geração e eliminação de estoques intermediários.

Fonte: Teixeira (2009) .

Os conceitos abordados nesses jogos se referem, em sua maioria, às técnicas modernas de Planejamento e Controle da Produção, sendo utilizado como instrumento para complementação da teoria no processo de ensino-aprendizado, possibilitando aplicações de diversos conceitos relacionados ao conteúdo específico as rotinas de gerenciamento da produção.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para estudar a contribuição das práticas construtivistas como método aplicado ao ensino de Engenharia de Produção, foram realizadas aulas em turmas de cursos de graduação deste curso, sendo explorado o conteúdo relativo a Filosofia Just In Time, tópico contido na ementa da disciplina Planejamento e Controle da Produção.

A inserção do método foi realizada com o objetivo de verificar como a utilização de tal instrumento pode auxiliar na compreensão do conteúdo teórico abordado em aulas expositivas. Desse modo, procedeu-se a comparação entre os ganhos obtidos em uma primeira aula tradicional e uma aula construtivista, ministradas seguidamente para o mesmo grupo de alunos, onde o assunto abordado foi o mesmo.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a contribuição de práticas construtivistas no ensino de engenharia de produção. Com isto, buscou-se descrever e analisar a ocorrência de mudanças identificadas após inserção de uma atividade construtivista que explorou conceitos relacionados ao Planejamento e Controle da Produção. Para tanto, a natureza de pesquisa se caracterizou como descritiva e experimental.

A pesquisa descritiva contida neste trabalho buscou caracterizar os conhecimentos pertinentes à atividade de Planejamento e Controle da Produção e algumas atividades construtivistas, desenvolvidas para apresentação de conteúdos que giram em torno da atividade de Planejamento e Controle da Produção.

A pesquisa experimental caracterizou-se pela manipulação direta das variáveis relacionadas com o objeto de estudo. As variáveis aqui definidas foram usadas para mensurar os ganhos obtidos em cada Nível de Desenvolvimento Cognitivo (NDC), a fim de observar a ocorrência de mudanças após inserção da atividade construtivista, analisando assim a contribuição do método de ensino construtivista no desenvolvimento cognitivo dos alunos de Engenharia de Produção e na formação de suas competências profissionais, buscando determinar a relação causa-efeito (estímulo-resposta) proposta na hipótese de trabalho.

3.1.1 A abordagem de pesquisa

A abordagem desta pesquisa pode ser definida como quantitativa e qualitativa. Quantitativa porque, este estudo teve como objeto a análise comparativa entre os resultados obtidos antes e depois da realização da atividade construtivista, avaliando os ganhos obtidos após utilização do instrumento construtivista no ensino de Engenharia de produção, por meio de análise estatística dos dados.

E qualitativa, pois buscou a compreensão das mudanças no processo de aprendizagem com a inserção da atividade construtivista, através da avaliação da percepção dos alunos envolvidos no processo, descrevendo a opinião dos alunos sobre a contribuição da metodologia construtivista para a melhoria do ensino de Engenharia de Produção.

3.1.2 Concepção metodológica

Para Mesquita Filho (2006), a lógica dedutivista garante a formulação de hipóteses que possam ser "comprovadas" através de uma observação controlada (teste e/ou experiência). Nesse estudo, as ações foram realizadas com o intuito de comprovar por meio de um experimento, a hipótese de que a inserção de instrumentos construtivistas no ensino de Engenharia de Produção pode contribuir significativamente para a formação das competências dos futuros Engenheiros de Produção.

3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

A inserção de instrumentos construtivistas nas disciplinas do curso de graduação em Engenharia de Produção teve como objetivo atender a necessidade de explicitação de conceitos fundamentais através de exemplos práticos. Tomando como base a importância do ensino de PCP na formação do Engenheiro de Produção, esse estudo teve como ambiente de pesquisa turmas de alunos matriculados nesta disciplina ao nível de graduação. Com isto, os sujeitos envolvidos foram alunos que participaram das duas fases do experimento, ministrados pela mesma professora (a autora deste trabalho), ocorridos no período entre os meses de maio e junho de 2011, nas IES: Universidade Federal Fluminense (Niterói – RJ), Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Rio de Janeiro – RJ) e Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Mossoró – RN).

A oportunidade de aplicar o experimento nas universidades localizadas no estado do Rio de Janeiro, se deu pela realização de estágio sanduiche na Universidade Federal do Rio de Janeiro através do convênio PROCAD, sob a orientação do professor Fábio Luiz Zamberlan. E a aplicação na universidade de Mossoró ocorreu mediante convite do Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia de Produção, para ministrar uma aula sobre a Filosofia JIT para alunos da disciplina Programação e Controle da Produção.

As turmas que participaram do experimento tinham em seu programa de curso as ementas descritas nos Quadros 12, 13 e 14.

O conteúdo abordado na disciplina PCP na UFF, passa pelos conceitos básicos do PCP como: Tipos de Sistemas de Planejamento da Produção. (sistemas de empurrar x sistemas de puxar); Previsão de Demanda; Sequenciamento e Emissão de Ordens; Parâmetros de Gestão de Estoques; Planejamento Mestre da Produção, dando aos alunos a visão da função PCP, suas atividades e técnicas. No entanto, também são explorados temas relativos às técnicas modernas de planejamento e controle da produção, que geralmente são conteúdo de uma segunda disciplina de PCP, que não existe no curso de Engenharia de Produção desta universidade.

Quadro 12: Ementas das disciplinas em que o experimento foi realizado na UFF

Disciplina	Planejamento, Programação e Controle da Produção				
Créditos	4	Carga Horária	60	Núcleo de Conteúdo	Profissionalizante
Ementa	Sistemas de Produção; Medidas de Desempenho; Planejamento Estratégico da Produção; Papel Estratégico e Objetivos de Produção; Tipos de Sistemas de Planejamento da Produção. (sistemas de empurrar x sistemas de puxar); Previsão de Demanda; Sequenciamento e Emissão de Ordens; Parâmetros de Gestão de Estoques; Administração da Cadeia de Suprimentos; Planejamento Mestre da Produção; Acompanhamento e Controle da Produção; Planejamento da Capacidade; Filosofia Just In Time; Sistemas de Planejamento das Necessidades de Recursos; Gestão de Projetos. Gráfico de Gantt; Processos de Programação e Acompanhamento das Ordens no Chão de Fábrica.				

Fonte: UFF (2011).

Na turma da disciplina Programação e Controle da Produção, da Universidade Federal Fluminense, o experimento ocorreu em uma turma onde a aula ocorre uma vez por semana, com duração de 4 horas, das 14 às 16 horas. A turma tinha 43 alunos matriculados, no entanto, só 24 alunos participaram dos dois momentos da aula, uma vez que boa parte da turma chegou atrasada.

O conteúdo descrito na ementa da disciplina PCP contida no programa do curso de graduação em EP do CEFET-RJ, tem como tópicos o núcleo básico do planejamento e controle da produção, sendo explorado de forma enxuta, já que a disciplina tem continuidade em uma segunda disciplina que aborda as técnicas modernas de PCP (Quadro 13).

Quadro 13: Ementas das disciplinas em que o experimento foi realizado na CEFET-RJ

Disciplina	Planejamento, Programação e Controle da Produção				
Créditos	4	Carga Horária	60	Núcleo de Conteúdo	Profissionalizante
Ementa Introdução ao sistema de produção: entradas, transformações e saídas. Previsão de Demanda. Gestão de Estoques. Planejamento Agregado, Plano Mestre de Produção. Sequenciamento e Programação.					

Fonte: CEFET-RJ (2011).

O experimento realizado no CEFET-RJ, contou com a participação de 15 alunos, de uma turma de 34. Foram disponibilizados dois dias alternados, em que o primeiro momento do experimento tomou uma aula com duas horas, e o segundo momento outra aula com a mesma duração.

O experimento realizado da UFERSA foi aplicado em duas turmas de disciplinas diferentes, mas muito próximas. As duas disciplinas são ofertadas em períodos consecutivos (6º e 7º períodos), e têm ementas (Quadro 14) que percorrem os tópicos referentes ao Setor Planejamento e Controle da Produção, descritos na Matriz do Conhecimento da EP (Anexo B), onde os conteúdos abordados são muito próximos, possibilitando a junção das duas turmas em uma amostra única.

Quadro 14: Ementas das disciplinas em que o experimento foi realizado na UFERSA

Disciplina	Planejamento, Programação e Controle da Produção				
Créditos	4	Carga Horária	60	Núcleo de Conteúdo	Profissionalizante
Ementa Natureza dos sistemas de produção. Mapeamento, metrificação e análise de processos produtivos. Estratégia de produção. Gestão da Capacidade. Produção Enxuta. Previsão e Estimação da Demanda. Planejamento Agregado de Vendas e Operações (PVO). Gestão e Controle de Estoques. Planejamento das Necessidades de Materiais. Programação, sequenciamento e balanceamentos da produção. Acompanhamento e Controle da Produção.					
Disciplina	Gestão e Otimização da Produção				
Créditos	4	Carga Horária	60	Núcleo de Conteúdo	Profissionalizante
Ementa A articulação entre os Sistemas de Produção, Engenharia de Métodos e PPCP. Gestão Integrada da Produção. Técnicas de Gestão de Projetos. Métodos de Otimização da Localização das Instalações. Medidas de Melhoria do Layout. Tecnologias de Processo. Abordagens Práticas e Comportamentais do Projeto do Trabalho. Métodos de Previsão da Demanda. Técnicas de Gestão da Capacidade e Teoria das Filas. Métodos de Gestão de Estoques. MRP I, MRP II, ERP. Métodos de Controle da Produção. Teoria das Restrições. Planejamento e Controle Just in Time. O Método do Caminho Crítico para controle de projetos. Técnicas de Melhoria do Desempenho Produtivo. Prevenção e Recuperação de Falhas. Gestão da Qualidade Total. Teoria da Decisão. Automação da Produção e Ambientes de Manufatura Avançada. Housekeeping. Gestão da Manutenção e Confiabilidade. Softwares de Gestão da Produção. Outros Métodos de Otimização (Seis Sigma, Reengenharia e Outsourcing)					

Fonte: UFERSA (2011).

O experimento realizado na UFERSA ocorreu em duas turmas, sendo as aulas ministradas em dois dias (terça e quinta, e quarta e sexta-feira), com duração de duas horas cada dia, dentro do programa das disciplinas: Planejamento, Programação e Controle da

Produção e Gestão e Otimização da Produção. Das duas turmas em que o experimento foi realizado, apenas 24 alunos estiveram presentes nos dois dias de experimento.

3.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA PESQUISA QUANTITATIVA

O procedimento metodológico quantitativo adotado nesta pesquisa seguiu as fases de: definição das etapas do experimento, escolha do teste estatístico e definição do instrumento de pesquisa utilizado.

3.3.1 Planejamento do experimento

Para definir o planejamento do experimento, Arango (2005) pressupõe que este pode ser feito em quatro etapas, a saber:

1. Definição dos objetivos e das hipóteses;
2. Escolha das variáveis (ou dos fatores);
3. Desenho experimental;
4. Dimensionamento amostral.

3.3.1.1 Definição dos objetivos e das hipóteses

O objetivo foi avaliar se os instrumentos construtivistas aplicados no ensino de Engenharia de Produção contribuem significativamente para a formação das competências dos futuros Engenheiros de Produção, para assim comprovar a seguinte hipótese:

Hipótese 01: Existe diferença entre metodologia tradicional e metodologia construtivista na formação de competências do engenheiro de produção.

3.3.1.2 Escolha das variáveis (ou fatores)

Para quantificar a contribuição das atividades construtivistas para a formação das competências do Engenheiro de Produção neste estudo, buscou-se obter essa medição utilizando como variáveis os seis Níveis do Desenvolvimento Cognitivo (NDC), estabelecidos na Taxonomia de Bloom. Deste modo, foi construída uma avaliação onde cada item questionado remete a cada um dos níveis que constituem a taxonomia, fazendo uso dos verbos elencados por Bloom, conforme pode ser visualizado no Quadro 15.

Quadro 15: Relação dos NDCs com os verbos e objetivos para construção do instrumento de avaliação

Nível cognitivo	Verbo	Objetivo
Conhecimento	Citar	Medir a capacidade do aluno de <i>Citar</i> com exatidão os 7 desperdícios da produção.
Compreensão	Conceituar	Medir a capacidade do aluno de <i>Conceituar</i> os 7 desperdícios da produção, com suas palavras de forma resumida.
Aplicação	Exemplificar	Medir a capacidade do aluno de <i>Exemplificar</i> , descrevendo situações específicas que remetam aos 7 desperdícios da produção.
Análise e Síntese	Indicar implicações	Medir a capacidade dos alunos de <i>Relacionar</i> os conceitos relativos aos 7 desperdícios, com as funções de desempenho do sistema de produção, reunindo-os para indicar as implicações.
Avaliação	Escolher soluções	Medir a capacidade dos alunos de confrontar conceitos vistos na disciplina de PCP, ou outras disciplinas ligadas às áreas da Engenharia de Produção, e assim <i>Selecionar</i> uma solução adequada para redução ou eliminação dos 7 desperdícios da produção.

Fonte: Elaboração do autor.

Os níveis do desenvolvimento cognitivo de Análise e Síntese foram verificados em só uma questão onde os alunos, para responder a questão, deveriam estabelecer a relação entre os conceitos absorvidos e, em seguida, reuni-los para prever as implicações que eles causam no sistema. Dessa forma, cada variável é representada pela associação de um nível do desenvolvimento cognitivo com cada um dos 7 desperdícios da Produção (conceitos abordados nas duas aulas), como mostrado no Quadro 16.

Quadro 16: Combinação entre os NDCs e os conceitos levantados na avaliação

NDC's Conceitos	Conhecimento (1)	Compreensão (2)	Aplicação (3)	Análise/Síntese (4)	Avaliação (5)
Superprodução (1)	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅
Estoque (2)	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V ₂₅
Movimentação (3)	V ₃₁	V ₃₂	V ₃₃	V ₃₄	V ₃₅
Processamento (4)	V ₄₁	V ₄₂	V ₄₃	V ₄₄	V ₄₅
Defeituosos (5)	V ₅₁	V ₅₂	V ₅₃	V ₅₄	V ₅₅
Espera (6)	V ₆₁	V ₆₂	V ₆₃	V ₆₄	V ₆₅
Transporte (7)	V ₇₁	V ₇₂	V ₇₃	V ₇₄	V ₇₅

Fonte: Elaboração do autor.

Fazendo a combinação das cinco questões, apoiadas nos NDC's, com os sete conceitos, referentes aos 7 Desperdícios da Produção, temos um total de 35 variáveis.

3.3.1.3 Desenho experimental

Para verificar a contribuição da atividade construtivista em cada uma das variáveis definidas no item anterior, foi utilizado um instrumento avaliativo sobre as competências desenvolvidas pelos alunos durante as duas fases do experimento.

Deste modo, o instrumento de avaliação elaborado teve como objetivo coletar informações sobre as mudanças ocorridas nas competências dos alunos, sujeitos dessa pesquisa. Essas informações consistiram no resultado da avaliação, onde foi identificada a obtenção de sucesso (1) ou insucesso (0), na apresentação das respostas em cada nível do desenvolvimento cognitivo de Bloom.

A informação sobre o desempenho obtido pelos alunos nas avaliações foi coletada após correção das questões pela professora que ministrou as aulas, elaborou a avaliação, desta forma, o julgamento sobre as respostas se deu de maneira homogênea em todos os casos.

A aplicação da avaliação foi feita antes e depois da participação dos alunos no jogo simulado, em que cada aluno foi considerado como controle de si mesmo, para comparação dos momentos antes e depois do tratamento. O tratamento nesse estudo foi a atividade construtivista, a condição experimental imposta aos sujeitos para verificação da existência de mudança após sua aplicação.

Para tentar garantir a mínima homogeneidade das unidades amostrais (os alunos), trabalhou-se no sentido de controlar os seguintes aspectos: as aulas foram ministradas pela mesma professora (a autora deste trabalho), da mesma forma que a elaboração e avaliação das provas também foram realizadas pela autora. Outro aspecto ao qual se buscou homogeneidade foi quanto ao conhecimento prévio dos sujeitos da pesquisa, esse controle se deu pela observação de alunos de cursos de graduação em Engenharia de Produção matriculados na disciplina PCP, garantindo assim que os sujeitos da pesquisa estejam no mesmo nível de informação.

Ao final das avaliações, os resultados obtidos mostraram os ganhos de competências adquiridos pelos alunos que participaram do experimento. Os dados gerados nessa pesquisa são do tipo – sim ou não (variáveis dicotômicas).

3.3.1.3.1 Análise Estatística dos Dados

Foram feitos dois tipos de análises. A primeira análise foi feita no sentido de comparar os ganhos obtidos entre dois grupos de alunos que fizeram provas diferentes no primeiro

momento, e provas iguais no segundo momento. Esta análise foi realizada no sentido de garantir que a atividade construtivista seria a principal fonte de mudanças verificadas na segunda avaliação, sendo assim verificada a influência da primeira avaliação no resultado obtido na segunda.

Para tanto, foi feita a análise sobre a diferença média entre as notas obtidas nas duas avaliações por dois grupos, em um teste piloto. Para isto foi realizada a divisão da turma em dois grupos, onde o primeiro grupo fez duas provas diferentes, e o outro fez duas provas iguais. Dessa forma a hipótese testada, foi de que:

H_0 : As médias obtidas pelos dois grupos seriam iguais.

Para tanto foi utilizado o Teste-t para duas amostras pequenas ($n < 30$), presumindo variâncias diferentes, onde o resultado para aceitação da hipótese nula aconteceu quando a probabilidade com que a estatística de teste ($P(T \leq t)$) apresentou valor maior do que o nível de significância ($\alpha = 0,05$), indicando assim que a hipótese nula é verdadeira.

A segunda análise, objeto principal desta pesquisa, partiu dos dados obtidos nas avaliações, sendo estes considerados de natureza qualitativa ou categórica, pois classificam o sucesso (1) ou insucesso (0) do aluno na apresentação das respostas da avaliação. A obtenção desses dados se deu pela correção das avaliações aplicadas, após a aula tradicional e a execução do Jogo Gestão da Produção. Sendo as respostas geradas do tipo 0 – para insucesso e 1 – sucesso. Esta classificação pressupõe a utilização de testes não-paramétricos para análise estatística dos dados.

Para proceder à análise estatística, foi utilizado um teste para comparação entre os dados categóricos e independentes, ou seja, quando a variável é categorizada segundo duas situações. Dessa forma, o teste não-paramétrico empregado é o Teste de McNemar, sendo que ele só pode ser utilizado quando a frequência de mudança registrada for maior do que 10, para os casos onde houve frequência de mudança menor, foram utilizados o teste Binomial, como alternativa ao teste McNemar.

A análise dos dados para fins de comparação entre os resultados obtidos nas duas avaliações foi feita utilizando-se o software SPSS 13.0.

3.3.1.4 Dimensionamento amostral

Para dimensionar o tamanho mínimo de uma amostra necessária em estudos onde é utilizado o teste McNemar é aplicado para comparar proporções nas situações antes e depois de um tratamento, Arango (2005) sugere o emprego da seguinte expressão:

$$n = \frac{(z_{\alpha/2} + 2 \times z_{1-\beta} \times \sqrt{p_A \times q_A})^2}{4 \times (p_A - 0,5)^2 \times p_D} \quad (\text{eq. 2})$$

Assim, para efetuar o cálculo do tamanho mínimo da amostra, foram ser determinados:

- o nível de significância $\alpha = 5\%$ e o poder do teste $\beta = 90\%$,
- estimou-se a proporção de unidades amostrais que não sofreram alteração, sendo esse valor desconhecido, arbitrou-se o valor mais desfavorável ou seja 50%, assim $p_D = 0,5$
- decidir com que proporção os indivíduos que mostraram mudanças após o tratamento, deverá rejeitar a hipótese de nulidade H_0 (10% - $p_A = 0,1$ e $q_A = 0,9$).

$$n = \frac{(1,96 + 2 \times 1,28 \times \sqrt{0,1 \times 0,96})^2}{4 \times (0,1 - 0,5)^2 \times 0,5} = 23,68 \text{ alunos}$$

Assim o tamanho da amostra para este estudo foi considerado de no mínimo 24 alunos.

3.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA PESQUISA QUALITATIVA

Para entender o comportamento e investigar a opinião dos alunos referente à metodologia construtivista, foi pedido que os alunos que participaram do experimento, respondessem um questionário semi-estruturado (Apêndice C), onde foram levantadas questões relativas, à:

- Participação em atividades de ensino com características construtivistas que proporcionem a vivência do aluno com elementos da realidade dos conceitos apreendidos em sala de aula.
- Opinião dos alunos sobre a utilização da metodologia construtivista no ensino de Engenharia de Produção;

O questionário foi enviado para os alunos por e-mail, após a segunda etapa do experimento.

4 RESULTADOS

4.1 O EXPERIMENTO

Para obter informações que possibilitassem proceder à comparação sobre o desempenho nas avaliações, foi planejado dois momentos (Quadro 17) nos quais foram apresentados os conceitos relativos ao conteúdo Filosofia Just In Time, tópico contido nas ementas da disciplina Planejamento e Controle da produção.

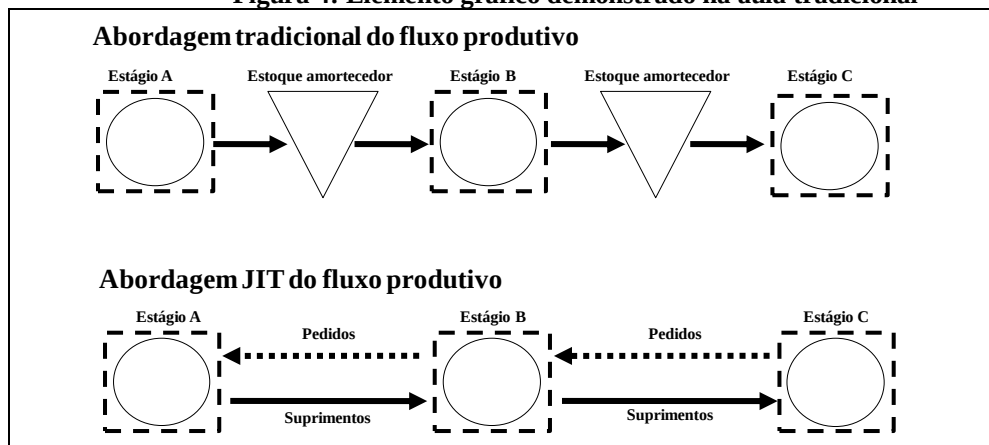
Quadro 17: Conteúdo, método de ensino e instrumento de coleta, utilizados no experimento

Fase do experimento	Conteúdo abordado	Método de ensino	Instrumento de coleta de dados
1º Momento	• Princípios da Filosofia JIT, • Modelo de gestão e métodos adequados a Filosofia JIT; • Programação tradicional x Programação JIT, • 7 Desperdícios da produção. • Kanban (tipos e lógica de funcionamento).	Aula tradicional (expositiva).	Avaliação
2º Momento		Aula construtivista (simulação).	

Fonte: Elaboração do autor.

O primeiro momento foi planejado utilizando-se da metodologia tradicional, sendo conduzida tentando não contextualizar os conceitos com situações reais. A aula foi ministrada durante uma hora e meia, onde foi abordado tema relativo à Filosofia JIT e sua lógica de funcionamento. Foram utilizados para a exposição do conteúdo relativo à Filosofia JIT os seguintes recursos: equipamento data show para apresentação de slides preparados com o assunto da aula e quadro branco, para demonstração da lógica do funcionamento do kanban, por meio de elementos gráficos (Figura 4).

Figura 4: Elemento gráfico demonstrado na aula tradicional



Fonte: Elaboração do autor.

O segundo momento foi planejado utilizando-se de uma atividade construtivista. Nela os alunos participariam diretamente do jogo como atores do processo, e deveriam se utilizar dos conceitos absorvidos na aula anterior e lembrados nesse momento pela professora, para inserir melhorias ao processo imposto inicialmente. Dessa forma, os alunos eram colocados como agentes diretos do processo de aprendizagem, utilizando as técnicas aprendidas para melhoria do processo, e a discussão em grupo para justificar cada elemento utilizado e para explicar as melhorias observadas durante o jogo.

Ao final de cada momento foi aplicada a avaliação, que continha os mesmos questionamentos. Assim, a questão apresentada aos alunos nos dois momentos, foi:

“Descreva tudo o que você aprendeu nessa aula sobre os desperdícios da produção, citando, conceituando, exemplificando cada um deles. Por fim fale sobre as implicações dos desperdícios no sistema de produção e como eles podem ser eliminados.”

4.1.2 O Jogo Gestão da Produção

O Jogo Gestão da Produção foi idealizado para ser aplicado em disciplinas que tenham como tópico os conceitos relativos à Filosofia Just In Time. Consiste em uma simulação de uma linha de montagem que expõe aspectos relacionados aos 7 Desperdícios da Produção, suas implicações e os meios para solucioná-los.

O objetivo é reproduzir uma situação que retrate atividades típicas de uma linha de montagem no ambiente de sala de aula, expondo os conceitos relativos à Filosofia Just In Time, nos quais os alunos pudessem visualizar as diferenças entre a programação puxada e a programação empurrada; os efeitos do tamanho do lote e do gargalo sobre a capacidade do sistema de produção e o fluxo produtivo; as implicações dos sete desperdícios da produção na visão do JIT, onde são identificadas atividades que adicionam custo, aumentam o tempo de processamento dos produtos, reduzem a qualidade do processo e dos produtos e diminuem a flexibilidade e confiabilidade do sistema, sem agregar valor à produção. Por fim, ainda é apresentada aos alunos a lógica de funcionamento do controle da produção, através da ferramenta kanban, que possibilita a redução dos desperdícios.

O jogo idealizado para a simulação da linha de montagem apresenta como características três componentes listados por Barçante e Pinto (2007), descritos a seguir:

Mapa – por representar de forma reduzida os postos de trabalho de uma montadora de automóveis, com suas operações e layout;

Drama – por envolver os alunos em ações, diálogos e decisões que se dão livremente;

Jogos – por apresentar regras impostas para execução das tarefas, e para implantação das soluções indicadas pelos alunos.

As três características são bem visíveis na realização do jogo, porém o componente drama pode ser considerado como característica de melhor identificação, pois cada aluno se coloca em um papel, como atores que têm suas funções bem definidas e reconhecidas pelos demais atores em sua atuação, para que o mesmo aconteça a contento.

O jogo é realizado em quatro rodadas e os alunos são indicados a assumirem os seguintes papéis:

O Programador, que tem como função emitir e liberar as ordens de montagem, especificando a carga de trabalho de cada operador, além de abastecer os operadores;

Os Operadores são responsáveis pela montagem dos produtos;

O Croanalista é responsável por medir o Lead Time; o tempo das operações 1, 2 e 3 e o tempo em que o primeiro carro é finalizado. Para essa função é colocado mais que um croanalista, se não houver alunos suficiente os professores são colocados para assumir essa atividade;

O inspetor da qualidade tem como função verificar a conformidade dos produtos de acordo com as especificações pré-estabelecidas;

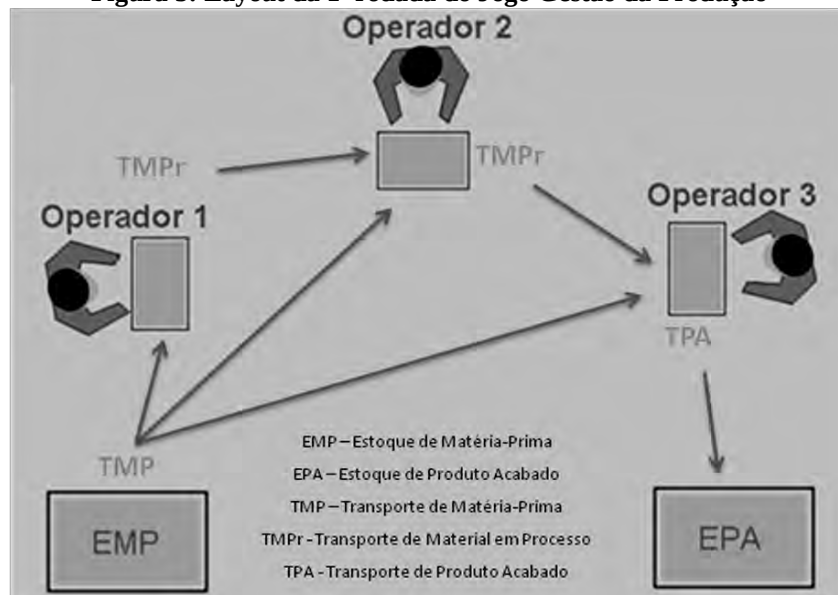
Os Consultores são responsáveis pela coleta das informações geradas durante cada rodada (os tempos de operação, os produtos com defeitos, o tipo de programação) a fim de utilizá-las como subsídios, quando da escolha das soluções que podem ser implantadas para melhoria do processo. Nesse caso, todos os demais alunos da turma são colocados como consultores.

Cada rodada tem regras e momentos de decisão definidos antes do início do jogo.

1ª Rodada – Produção Empurrada em Grandes Lotes

Na primeira rodada é apresentada uma linha de produção com características tradicionais, com programação empurrada, processamento de grandes lotes de produção, layout que implica em maiores esforços de transporte (Figura 5), acumulação de estoques entre os estágios de produção, atividades complexas, inspeção de qualidade do produto ao fim do processo.

Figura 5: Layout da 1ª rodada do Jogo Gestão da Produção



Fonte: Elaboração do autor.

Antes de iniciar o jogo, pede-se aos alunos que observem todo o fluxo de produção, a fim de auxiliar os consultores na indicação de possíveis problemas no modelo proposto, levando em consideração os sete desperdícios apontados pela filosofia JIT. Ao final da primeira rodada os consultores apresentam e discutem juntamente com o professor e demais alunos alguns indicadores, tais como, lead time da primeira peça, peças em conformidade e pontos de formação de estoque no processo.

Regras da 1ª rodada

- O programador recebe um pedido de 10 carros;
- Devem ser emitidas três ordens de montagem, uma para cada operador, contendo a quantidade de peças a serem montadas em cada lote (10 peças) e os itens necessários para cada operação;
- O programador deve conferir a quantidade de itens em cada bandeja e entregar a matéria-prima a cada operador, assim que for dada a ordem de início do jogo;
- Ao ser dada a ordem de início do jogo o cronometrista aciona o cronômetro para medição do lead time e os outros cronometristas se preparam para medir o tempo de cada operação. No fim de cada medição os cronometristas devem passar a informação aos consultores;
- Os operadores devem executar as suas tarefas da forma como foi mostrada pela professora; sem alterar o processo, mesmo que identifique um modo melhor de fazê-lo;

- Ao fim da montagem do lote, o operador deverá transportá-lo para o operador seguinte, empurrando a produção;
- Os operadores devem executar apenas as atividades que lhes foram atribuídas, sem realizar correções das atividades anteriores, caso recebam produtos com defeitos de montagem, rejeitando o produto;
- O inspetor da qualidade deve aguardar a entrega do lote para iniciar a conferência dos itens de conformidade.

2ª Rodada – Produção Empurrada em Pequenos Lotes

Na segunda rodada, é imposta a mudança relativa ao tamanho do lote, onde o mesmo deve ser diminuído, para que os alunos consigam observar as implicações que essa decisão pode promover. Assim, são colocados mais dois atores no jogo, na função de auxiliares do programador, já que o número de lotes aumenta de um, contendo 10 carros, para cinco contendo 2 carros cada. As regras para essa rodada são as mesmas que as indicadas para a rodada anterior.

Ao fim dessa rodada, os alunos são motivados a discutir sobre as mudanças observadas, as implicações das mudanças para a melhoria do sistema. Nesse momento é pedido que os consultores indiquem as soluções que podem ser implantadas para melhor funcionamento do sistema, e então é aberta a discussão sobre as técnicas que podem ser utilizadas.

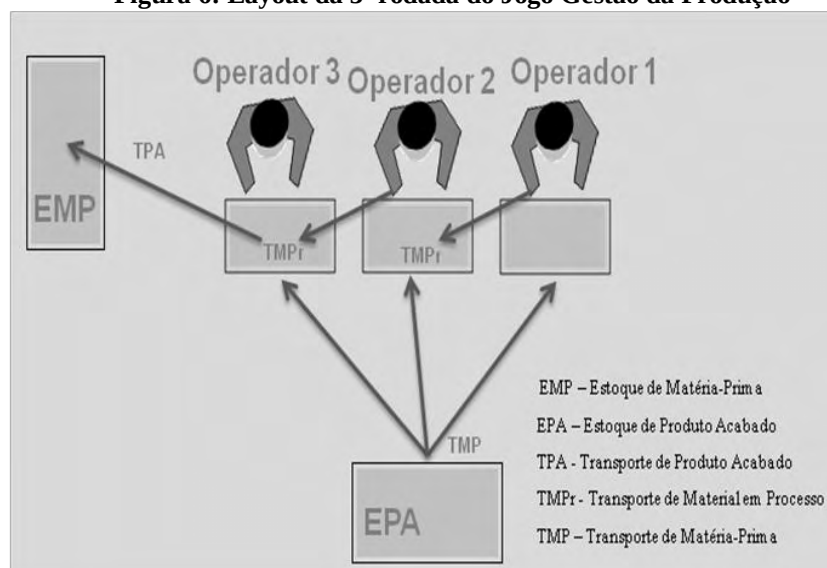
Regras da 2ª rodada

- O programador recebe um pedido de 10 carros,
 - Devem ser emitidas cinco ordens de montagem para cada operador, correspondendo à quantidade de lotes a ser processados, contendo a informação sobre a quantidade de peças a ser montada por lote (2 peças) e os itens necessários para cada operação;
 - O programador e seus auxiliares devem conferir a quantidade de itens nas bandejas e entregar a matéria-prima aos operadores, assim que for dada a ordem de início do jogo, a reposição de peças junto aos operadores é feita à medida que eles entregam cada lote;
 - O programador e seus auxiliares fazem o transporte dos lotes entre as operações;
- As demais regras descritas na primeira rodada continuam valendo para a segunda rodada.

3ª Rodada – Produção Empurrada em Pequenos Lotes

A terceira rodada se inicia com a implantação das mudanças sugeridas pelos alunos, de modo a reduzir e/ou eliminar desperdícios verificados nas duas rodadas anteriores. Com isso, os alunos implantam mudanças no layout, alterando a posição dos postos de montagem, sugerem a colocação de outros operadores nas operações gargalo na tentativa de sincronizar as operações, mudam a disposição dos objetos dentro dos postos de trabalho, reduzindo os alcances do operado (Figura 6). Também são feitas mudanças na operação, tentando eliminar etapas do processo, tornando-as mais simples, e reduzindo o tempo de operação.

Figura 6: Layout da 3ª rodada do Jogo Gestão da Produção



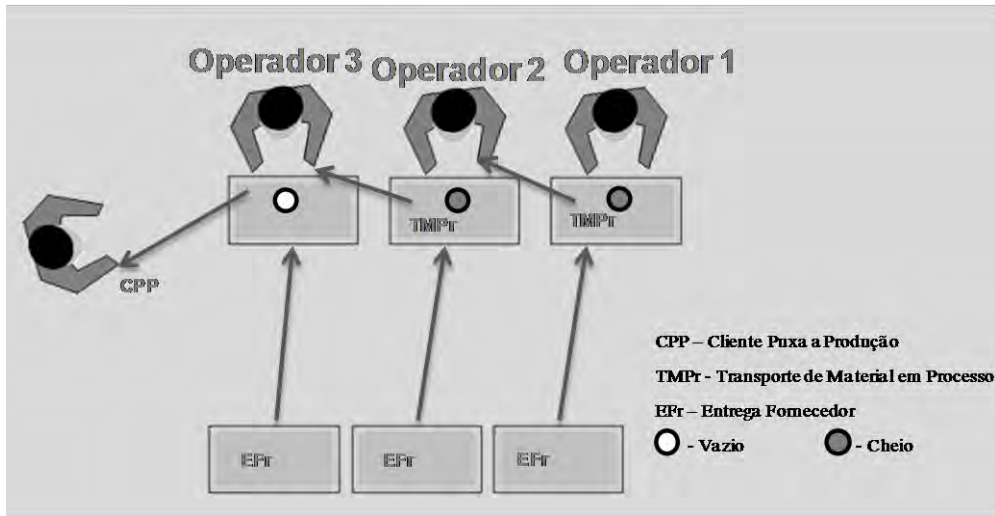
Fonte: Elaboração do autor.

Nessa rodada, as regras referentes ao tamanho do lote, à função do programador e seus auxiliares, continuam sendo as mesmas da rodada anterior. No entanto, as mudanças sugeridas pelos alunos são todas acatadas, sendo dada a eles total liberdade para alterar qualquer elemento dentro do jogo.

4ª Rodada – Produção Empurrada em Pequenos Lotes

Na quarta rodada, é mostrada aos alunos a lógica de funcionamento da programação puxada, sendo utilizados cartões kanban para controlar o ritmo da produção, sincronizando-a, e produzir apenas quando o cliente sinaliza a necessidade, dessa forma os desperdícios são reduzidos e a qualidade dos produtos é controlada em cada posto.

Figura 7: Layout da 4ª rodada do Jogo Gestão da Produção



Fonte: Elaboração do autor.

Nessa rodada, a intenção é de mostrar a lógica de funcionamento do kanban, onde o cliente puxa a produção, gerando espaços vazios na operação final de montagem dos automóveis, indicando assim que a produção de um novo veículo pode ser iniciada (Figura 7). Para operacionalizar esse fluxo, além dos operadores, são colocados fornecedores de matéria-prima (externos) e o professor faz o papel do cliente, puxando a produção.

De forma análoga às demais rodadas, os indicadores de desempenho são mensurados e comparados com os valores alcançados anteriormente.

Finalizada a quarta rodada, os alunos são incentivados a discutir sobre os ganhos conseguidos em cada etapa do jogo, as vantagens da utilização do sistema de controle kanban, e os meios necessários para que ele funcione adequadamente.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS ANTES E DEPOIS DO JOGO GESTÃO DA PRODUÇÃO

A análise quantitativa se deu através da comparação entre as respostas dadas pelos alunos antes e depois do Jogo Gestão da Produção. Para tanto, o experimento foi realizado em turmas de alunos da disciplina Planejamento e Controle da Produção, em três universidades, a saber: Universidade Federal Fluminense, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e na Universidade Federal Rural do Semi Árido.

Foi verificada a ocorrência de sucesso (1) e insucesso (0) nas respostas dadas pelos alunos nas avaliações aplicadas após aula tradicional, e após aula construtivista, para os seis níveis do desenvolvimento cognitivo descritos na Taxonomia de Bloom.

Assim, foram analisados os dados coletados em cada universidade de forma separada, utilizando-se dos testes não-paramétricos McNemar e Binomial.

4.2.1 Teste piloto realizado na Universidade Federal Fluminense UFF

O experimento realizado na UFF teve função de teste piloto para o experimento, a fim de verificar a influência da primeira avaliação na segunda, uma vez que as duas avaliações levantam os mesmos questionamentos. Outro ponto de ajuste do experimento foi em relação à duração dos momentos tradicional e construtivista e o intervalo dado entre os dois. Além disso, foi possível a partir de sugestões dos alunos, fazer observações relativas à estrutura de desenvolvimento do jogo para o melhor entendimento dos conceitos abordados.

A aula disponibilizada para realização do experimento na UFF, dentro do programa da disciplina Planejamento e Controle da Produção, tinha duração de 4 horas. No entanto, a aula se iniciou com 40 minutos de atraso, por falta de alunos suficiente. Com isso, a professora decidiu diminuir o tempo da aula tradicional, que havia sido planejada para ser ministrada em uma hora e meia. Assim, a aula tradicional teve duração de 45 minutos, sendo aplicada a primeira avaliação para um grupo de 24 alunos, com duração de 30 minutos.

Para verificar a influência da primeira avaliação sobre os ganhos obtidos na segunda, procedeu-se a divisão da turma em dois grupos, onde o Grupo 1 (12 alunos) fez uma avaliação referente aos conceitos da Filosofia JIT de uma forma mais abrangente, e o Grupo 2 (12 alunos) fez uma avaliação sobre os 7 Desperdícios da Produção.

Após o término do tempo estipulado para a primeira avaliação, deu-se início ao Jogo Gestão da Produção às 16 horas, tendo duração de uma hora. Logo em seguida foi iniciada a segunda avaliação (duração de 30 minutos), que continha as mesmas questões levantadas na avaliação sobre os 7 Desperdícios da Produção, com toda a turma. Ao final do experimento, foram obtidos dados de um grupo que fez duas provas diferentes (Grupo 1) e de outro que fez duas provas iguais (Grupo 2).

A coleta desses dados possibilitou verificar se o Grupo 2, ao fazer duas provas iguais, teria ganhos muito diferentes do Grupo 1, que fez duas provas diferentes, o que poderia indicar que a realização da primeira prova poderia contribuir para a realização da segunda prova. Para isso, foi feita uma análise sobre a diferença entre as notas obtidas nos dois

momentos pelos dois grupos. Assim procedeu-se o cálculo do teste de hipótese para duas amostras pequenas e com variâncias diferentes utilizando a ferramenta de análise de dados do Excel, para a seguinte hipótese:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ - não existe diferença as médias obtidas pelos dois grupos;

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ - existe diferença entre as médias obtidas pelos dois grupos.

Para isso foi aplicado o Teste T, utilizando os dados referentes à diferença entre as médias obtidas pelos dois grupos e nível de significância (α) igual a 0,05. O nível de significância determina a probabilidade com que a estatística de teste deverá estar contida na região crítica, indicando assim que a hipótese nula é verdadeira, então a hipótese nula (H_0) será aceita para valores de $(P(T \leq t))$ maiores que 0,05.

Assim, foi gerada a Tabela 1.

Tabela 1: Teste-t para duas amostras presumindo variâncias diferentes

Dados	Grupo 1	Grupo2
Média	-0,12	0,14
Variância	3,76	2,41
Observações	12,00	12,00
Teste de Hipótese da diferença de média		
$H_0: \mu_1 = \mu_2$		
$\alpha =$		0,05
Gl =		21,00
Stat t =		-0,36
$P(T \leq t)$ bi-caudal =		0,72
t crítico bi-caudal =		2,08

Fonte: Elaboração do autor.

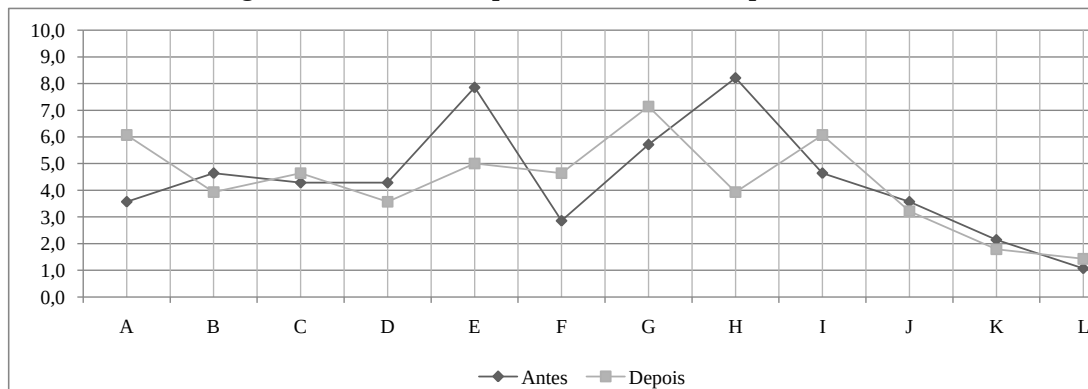
O resultado do teste apresenta o valor de $P(T \leq t) = 0,72$, portanto maior do que α , o que permite aceitar a hipótese nula. Isto significa que a diferença entre as médias não é significativa. Assim, pode-se dizer que os alunos do Grupo 2 não obtiveram notas maiores na segunda prova por influência da primeira prova.

Esse resultado implicou no ajuste do planejamento do experimento, no sentido de aplicar as duas avaliações iguais nas duas etapas dos experimentos realizados após essa verificação, com o objetivo de observar as mudanças ocorridas antes e depois da atividade construtivista.

Os resultados observados nas avaliações (Figura 8) do grupo que fez duas provas iguais, onde 50% dos alunos obtiveram notas piores após a segunda aula, pôde-se atentar para

outros aspectos que deveriam ser melhorados não só na estrutura do experimento, mas também para os pontos da teoria abordados durante a aula tradicional e construtivista.

Figura 8: Notas obtidas pelos alunos antes e depois da AC



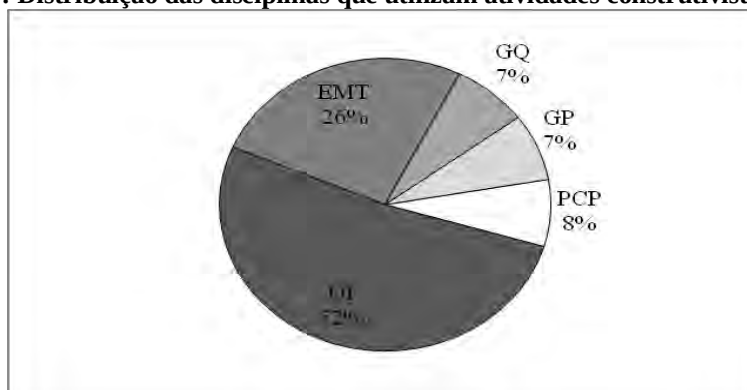
Fonte: Elaboração do autor.

No teste piloto realizado na UFF, durante a realização do jogo, foi dado maior enfoque aos conceitos, qualidade, espera, transporte e movimentação. Com isso, boa parte dos alunos não conseguiu fazer a relação da teoria com a prática realizada durante a AC, ou confundiram os conceitos “movimentação” e “transporte”, ou “estoque” e “superprodução”, por terem poucas diferenças entre eles, ou por um conceito ter implicação no outro. Essa análise possibilitou melhorar e ampliar a abordagem de todos os conceitos durante o jogo, tentando deixá-los mais claros.

4.2.1.1 Opinião dos alunos da Universidade Federal Fluminense - UFF

Os alunos participantes da pesquisa de opinião sobre o uso da metodologia construtivista no ensino de Engenharia de Produção são alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção, matriculados na disciplina Planejamento e Controle da Produção. As questões respondidas por esses alunos revelaram: a participação dos mesmos, em atividades construtivistas ofertadas por outras disciplinas do curso e sugestões de melhoria para os dois momentos do experimento.

Sobre a participação em aulas que promoveram algum tipo de atividade construtivista, como o jogo simulado apresentado neste trabalho, 60% dos alunos declararam ter participado de alguma disciplina que apresentou atividade semelhante (Figura 9).

Figura 9: Distribuição das disciplinas que utilizam atividades construtivistas na UFF

Fonte: Elaboração do autor.

As disciplinas que promoveram esse tipo de atividades, segundo os alunos, foram Organização Industrial (52%), Engenharia de Métodos (26%), Planejamento e Controle da Produção (8%), Gestão da Qualidade (7%) e Gestão de Projetos (7%). Quando perguntados sobre a contribuição desse tipo de atividade para absorção dos conceitos abordados nas aulas, 76,7% dos alunos consideraram que a atividade construtivista contribui mais.

A atividade vivida durante o experimento não constituiu para a maioria da turma pesquisada como uma novidade, já que estes alunos já haviam tido contato com atividades desse tipo oferecidas por outras disciplinas, o que pode indicar que a avaliação sobre o método construtivista pode ser também em consequência da experiência vivida anteriormente.

Esse grupo de alunos também indicou sugestões de melhoria para os dois momentos. Para o momento tradicional, 20% dos alunos deram sugestões de melhoria no sentido de serem apresentados exemplos práticos para melhor visualização dos conceitos. Isso mostra que o caráter tradicional planejado para esse momento foi conseguido, não sendo alterado para as aplicações seguintes.

Quanto ao segundo momento, 40% dos entrevistados deram sugestões de melhorias, sendo sugeridas as seguintes modificações na estrutura do jogo:

Sugestão 1. Trocar as equipes que participam diretamente das rodadas, e não deixar só um grupo de alunos nas funções diretas e os demais como consultores;

Sugestão 2. Melhorar a ligação dos conceitos vistos na aula tradicional com as atividades vistas no jogo, discutindo os conceitos em cada rodada;

Sugestão 3. Utilização de um slide mostrando as informações vistas durante o jogo (lead time, produtos defeituosos, etc).

Para a sugestão 1, a mudança realizada foi relativa aos consultores, dividindo-os em três grupos, que ficariam próximos a cada um dos operadores, promovendo assim maior

interação dos grupos com as atividades, sendo questionados ao fim de cada rodada sobre as informações (sugestões) que eles identificaram durante a simulação. Essa mudança foi pensada no sentido de fazer com que os alunos que eram colocados como consultores interagissem mais ao jogo, sendo dada a eles a responsabilidade pela indicação de melhorias no sistema. A troca dos operadores, como sugerido, não foi acatada, pois implicaria na necessidade de maior tempo para treinamento dos operadores, o que poderia prejudicar o experimento.

Para as sugestões dois e três foram elaboradas fichas contendo os itens que deveriam ser verificados pelos consultores em cada rodada e elaboração de uma ficha (projetada por equipamento multimídia) onde as informações eram registradas, a fim de discutir as mudanças conseguidas com as alterações implantadas, tendo por base os conceitos abordados no jogo.

O experimento também foi reformulado em relação ao intervalo entre aula tradicional e construtivista, passando a acontecer em dois dias, segunda e quarta e terça e quinta, já que 29% dos alunos perceberam que o pouco tempo disponível para a atividade pode ter contribuído negativamente para o aprendizado, isso pode ter ocorrido devido ao modo como a aula ocorreu, sendo apresentados os dois métodos no mesmo dia. Desse modo, o experimento passou a acontecer em dois dias diferentes, aumentando o tempo e o intervalo entre as aulas, onde cada aula teria duas horas de duração e passaram a ter um intervalo de um dia.

4.2.2 Experimento realizado no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET- RJ

O experimento realizado na turma de alunos da disciplina PCP do CEFET-RJ ocorreu em duas aulas (segunda-feira e quarta-feira) dentro do programa da disciplina, com duração de 2 horas cada uma. Na primeira aula (tradicional) compareceram 20 alunos, sendo estes avisados da programação para os dois dias. Todos os alunos fizeram a avaliação ao final de 1 hora e 20 minutos de aula tradicional.

No segundo dia de experimento (aula construtivista), compareceram à aula 29 alunos, no entanto cinco dos alunos que assistiram à aula tradicional faltaram no segundo dia. Com isto, apenas 15 alunos participaram dos dois momentos do experimento, possibilitando assim a comparação entre o rendimento desses alunos nos dois momentos.

Dos dados coletados nas duas avaliações, apenas duas das 35 variáveis apresentaram ocorrência de mudança maior do que 10, quais sejam: Aplicação – Transporte e Avaliação – Superprodução. Esse fato se deu em decorrência do número reduzido de alunos que participou

dessa pesquisa, o que implica no uso do teste McNemar para essas duas variáveis, e do teste Binomial para as demais (Quadro 18).

Quadro 18: Teste estatístico utilizado por variável – CEFET-RJ

NDC's	Conhecimento	Compreensão	Aplicação	Análise/Síntese	Avaliação
Conceitos					
Superprodução					
Estoque					
Movimentação					
Processamento					
Defeituosos					
Espera					
Transporte					

Legenda

Teste McNemar

Teste Binomial

Fonte: Elaboração do autor.

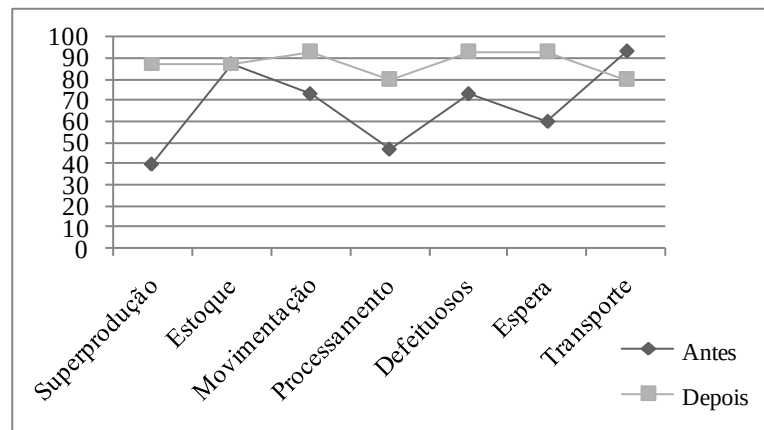
O procedimento de cálculo dos dados coletados através do teste McNemar e do teste Binomial foi feitos por meio do software SPSS 13.0, para cada nível do desenvolvimento cognitivo separadamente.

NDC – Conhecimento

A comparação entre as proporções de sucesso e insucesso, contidas no Apêndice A1, para a aula tradicional (antes) e para a aula construtivista (depois), no nível do desenvolvimento cognitivo “Conhecimento”, para os sete conceitos abordados, foi feita aplicando apenas o teste Binomial, que indicou a presença de diferença significativa entre as proporções de antes e depois, para os 7 conceitos levantados.

Foi identificado para este nível ganhos significantes obtidos após a segunda aula para cinco dos conceitos levantados na avaliação, sendo observada igualdade na frequência de proporções para os dois momentos para o conceito “estoque”, o que significa que não houve mudança. No total, o ganho médio obtido após o jogo foi de 20% para o NDC Conhecimento.

Figura 10: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Conhecimento – CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

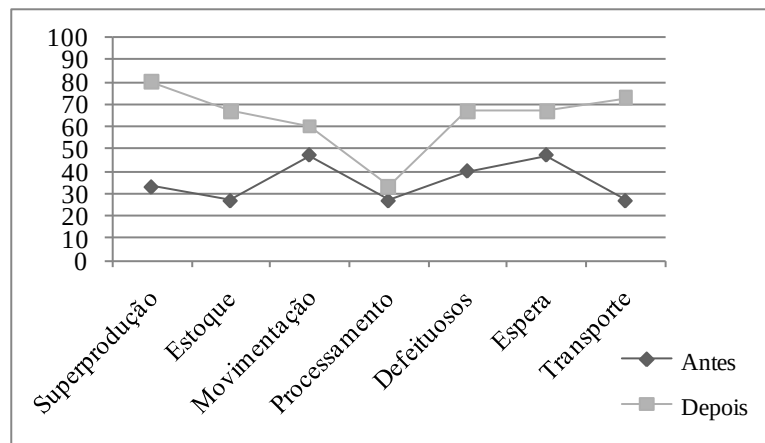
Por meio da Figura 10 é fácil observar as linhas que representam as frequências de sucesso antes e depois do jogo, que representam os ganhos obtido no segundo momento. Apenas para o conceito “transporte” foi identificada mudança significativa negativa entre sucesso e insucesso. Para este conceito, foi verificada maior proporção de sucesso na primeira avaliação, sendo verificada uma diferença de 13% entre as ocorrências de sucesso antes e depois da atividade construtivista.

NDC - Compreensão

O teste Binomial foi aplicado à todos os conceitos do NDC “Compreensão”, uma vez que não foi verificada frequência de mudanças maior ou igual a 10. Os resultados do teste indicam mudança significativa apenas para o conceito “superprodução” (Apêndice A2).

Para os demais conceitos, não foi indicada significância entre as proporções de sucesso e insucesso. No entanto, pode-se observar que houve mudanças entre essas proporções (Figura 11). Para o conceito “transporte” as proporções se inverteram após atividade construtivista, onde a ocorrência de sucesso e insucesso antes foi de 27% e 73%, respectivamente, e após a realização do jogo a ocorrência de sucesso passou a ser de 73%.

Figura 11: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Compreensão – CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

Mesmo com a verificação, de mudança significativa apenas para o conceito “superprodução”, foi possível observar por meio da comparação entre as frequências de sucesso entre os dois momentos que houve ocorrência de mudança, mesmo que em menores proporções, para os demais conceitos. Dessa forma, foi identificada uma média de 29% nos ganhos obtidos para os conceitos levantados nesse nível de desenvolvimento cognitivo após a realização do jogo.

NDC – Aplicação

Para o nível cognitivo “aplicação”, onde os alunos deveriam se mostrar capazes de dar exemplos de situações que descrevessem cada um dos conceitos explorados durante o experimento, foi aplicado o teste Binomial para os seis dos sete conceitos abordados na avaliação. Dessa forma, para o conceito “Espera” foi aplicado o teste McNemar, uma vez que essa foi a única variável que apresentou frequência de mudança igual a 10 (Tabela 2).

Tabela 2: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Aplicação – CEFET-RJ

Espera	Depois	
	Antes	Depois
0	2	10
1	0	3
Exact Sig. (2-tailed)		0,002

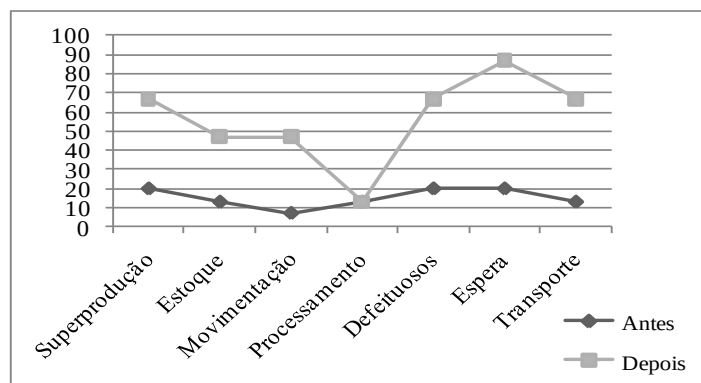
Fonte: Elaboração do autor.

O teste McNemar revelou mudança significativa após atividade construtivista para o NDC Aplicação, onde 10, de uma amostra de 15 alunos, só conseguiram apresentar exemplos do conceito espera após o jogo.

O resultado obtido com o teste Binomial para o NDC Aplicação (Apêndice A3) não revelou mudança significativa para os conceitos analisados através desse teste. Os valores encontrados menores do que α (0,05) para os conceitos “superprodução”, “estoque”, “movimentação”, “defeituosos” e “transporte”, correspondem à diferença significativa entre sucesso e insucesso antes do jogo, onde a ocorrência de sucesso foi menor nesses casos.

Já para o conceito “processamento” apesar da diferença entre sucesso e insucesso serem significativas nos dois momentos, os valores apresentados não revelam ganhos, contudo, é possível observar que não houve mudança, já que as proporções se mantiveram iguais antes e depois do jogo.

Figura 12: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Aplicação – CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

Mesmo não tendo ocorrido mudança significativa ao nível de 5%, conforme se esperava, foi possível observar ganhos médios, para este NDC de 41% após a aula construtivista (Figura 12).

NDC – Análise e Síntese

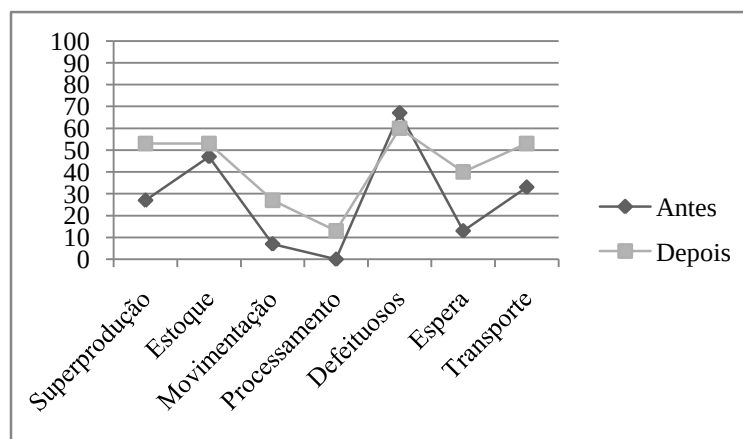
Os níveis Análise e Síntese foram agrupados em uma questão em que os alunos deveriam se revelar capazes de compreender os conceitos separadamente e inferir sobre as implicações dos mesmos no sistema de produção.

Após execução do cálculo do teste Binomial foi verificada diferença significativa entre os casos de sucesso e insucesso para os conceitos “movimentação e processamento” (Apêndice A4). Os demais conceitos não apresentaram diferença significativa ao nível de 5%.

Para os conceitos que apresentaram valores significantes para a diferença entre sucesso e insucesso, o conceito movimentação revelou diferença significativa antes do jogo, onde a frequência de sucesso foi de apenas 7%. Já para o conceito processamento, observou-se diferença significativa entre sucesso e insucesso nos dois momentos do experimento. No

entanto, os valores revelam que antes do jogo nenhum aluno obteve sucesso em indicar as implicações que o desperdício de processamento pode provocar no sistema após o jogo 13% dos alunos conseguiram responder a questão.

Figura 13: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Análise/Síntese – CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

Dos valores observados entre as frequências de sucesso e insucesso para esse NDC (Figura 13), foi identificado um decaimento na proporção de casos de sucesso após o jogo para o conceito defeituosos, representando uma diferença de 7% sobre o resultado.

NDC - Avaliação

A avaliação dos dados obtidos para o nível do desenvolvimento cognitivo “avaliação”, foi feita pela análise dos resultados obtidos utilizando-se os testes McNemar e Binomial.

O cálculo dos dados obtidos para o conceito “superprodução” foi realizado por meio do teste McNemar, que apresentou mudança significativa após o jogo. Na Tabela 3 é possível verificar que de um total de 15 alunos, 10 só conseguiram indicar soluções para eliminação do desperdício de superprodução após participação no Jogo Gestão da Produção.

Tabela 3: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Avaliação – CEFET-RJ

Superprodução	Depois	
	Antes	
0	0	1
	3	10
1	1	1
Exact Sig. (2-tailed)		0,012

Fonte: Elaboração do autor.

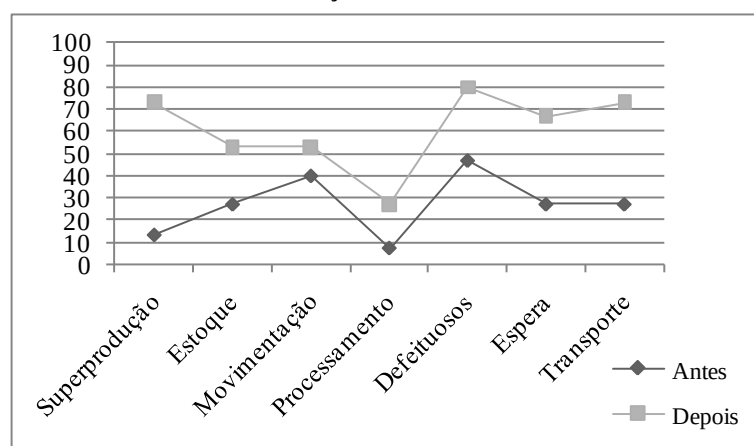
Os demais conceitos foram analisados por meio do teste Binomial, sendo identificadas diferenças significativas entre as proporções relativas aos conceitos “processamento e

defeituosos”. Para o conceito “processamento”, a significância foi verificada para os dados referentes à primeira avaliação, onde a ocorrência de insucesso foi maior. Após o jogo a proporção de sucesso aumentou 20% em relação à primeira avaliação, o que indica ganhos obtidos após a AC (Apêndice A5).

Para o conceito “defeituosos” constatou-se que após a atividade construtivista a proporção de casos de sucesso foi significativamente maior, onde a diferença entre sucesso e insucesso no primeiro momento foi de 6%, sendo a frequência de insucesso maior e a diferença entre os casos de sucesso e insucesso no segundo momento foi de 60%.

Mesmo sendo verificada ocorrência de diferença significativa apenas para o conceito “defeituosos”, foi possível verificar que todos os conceitos abordados nesse nível de desenvolvimento cognitivo apresentaram ganhos maiores na segunda avaliação (Figura 14).

Figura 14: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Avaliação – CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

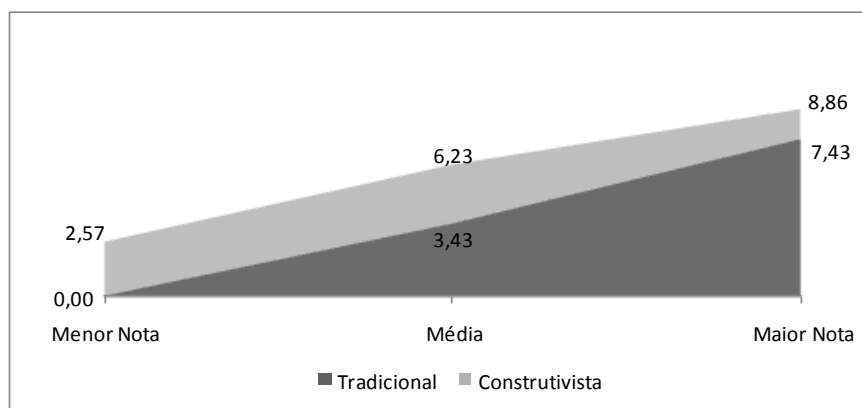
O ganho médio para os casos de sucesso, obtido para o NDC Avaliação foi de 40%, em que, um número maior de alunos se mostrou capaz julgar quais soluções seriam mais adequadas para minimização ou eliminação dos efeitos que os 7 Desperdícios da Produção podem provocar no sistema.

4.2.2.1 Discussão dos resultados quantitativos obtidos no CEFET

As observações geradas a partir da análise quantitativa dos dados coletados durante o experimento realizado na turma de PCP do CEFET-RJ, possibilitaram a constatação de que as notas obtidas pelos alunos na segunda prova foram maiores do que na primeira, para 93% dos alunos participantes dessa amostra. Apesar de ter sido verificada significância para mudança

ocorrida em apenas 26% das variáveis estudadas, um fato que deve ser observado é sobre os ganhos obtidos pelos alunos na avaliação aplicada após a aula construtivista, onde nenhum dos alunos obteve notas menores na segunda avaliação. Fazendo uma análise das notas obtidas nos dois momentos, através de estatística descritiva, podemos observar que a mudança ocorrida com a introdução da atividade construtivista é positiva (Figura 15)

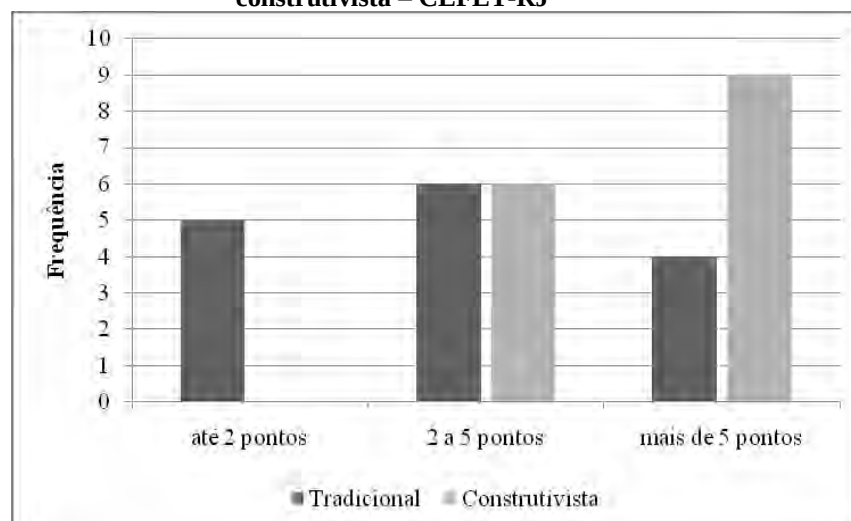
Figura 15: Diferença entre as notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

Os dados contidos na Figura 15 mostram que as notas obtidas após aula construtivista foram maiores. A diferença entre a menor nota tradicional e a menor nota construtivista é de 2,57 pontos. Para as médias conseguidas pela amostra nos dois momentos, a diferença é de 2,8 pontos. E a diferença entre a maior nota é de 1,43 pontos. Esses dados indicam que houve uma melhoria no entendimento dos conceitos abordados durante o experimento realizado.

Figura 16: Diferença entre a frequência de notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – CEFET-RJ

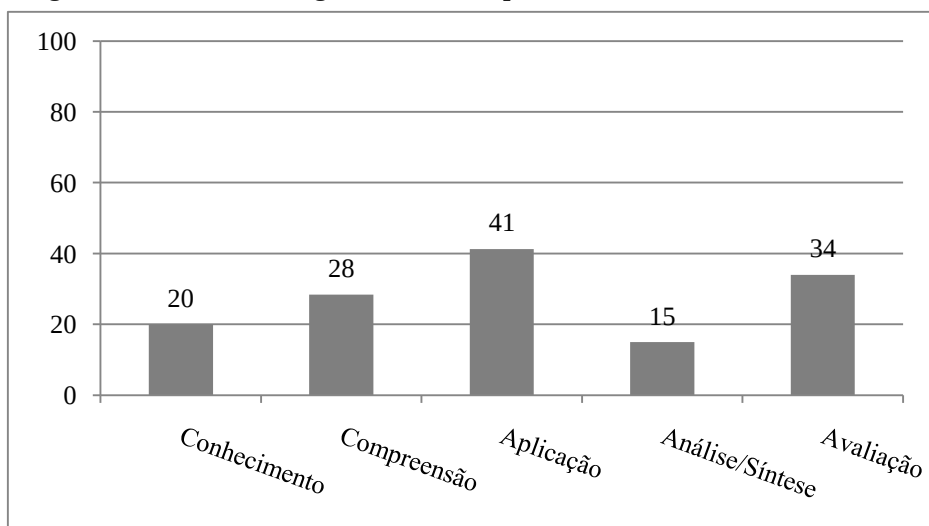


Fonte: Elaboração do autor.

Ainda com relação aos ganhos obtidos após a aula construtivista, foi possível observar que do grupo de alunos que obteve notas maior que 5 pontos (Figura 16), a frequência do momento construtivista é bem maior, sendo a diferença de 33% a mais. Outro fato a ser destacado é que no momento construtivista nenhum aluno apresentou nota 0 (zero), o que ocorreu no momento tradicional.

Sobre a contribuição da atividade construtivista (AC) para cada um dos níveis de desenvolvimento cognitivo (NDC), foi possível identificar o ganho obtido em cada um dos níveis (Figura 17). Esse ganho significa a diferença entre os casos de sucesso obtidos antes e depois da AC, indicando que a atividade desenvolvida no segundo momento do experimento contribuiu para o entendimento dos conceitos explorados durante a aula.

Figura 17: Percentual de ganhos obtidos após AC em cada NDC no CEFET-RJ



Fonte: Elaboração do autor.

O destaque nesta amostra em relação aos ganhos observados foi para o NDC Aplicação. Neste nível o objetivo de tornar os alunos capazes de representar os conceitos abordados por meio de uma situação nova apresentou ganhos de 41% após a participação no jogo, onde esse percentual de alunos só conseguiu descrever exemplos que ilustrassem os 7 Desperdícios da Produção, na segunda avaliação. Os outros dois níveis com maior percentual de contribuição foram “avaliação” com 34% e “compreensão” com 28%.

No nível “compreensão” foi possível verificar que os alunos apresentaram maior capacidade de conceituar os 7 Desperdícios com precisão, na segunda avaliação. Isso significa que a participação na atividade construtivista, contribuiu para o melhor entendimento desses conceitos.

No nível avaliação, o objetivo desenvolver nos alunos a capacidade de confrontar um conjunto de informações sobre as implicações dos 7 Desperdícios da Produção e as técnicas levantadas durante o experimento, ou que eles resgatassem de conhecimentos adquiridos anteriormente, para indicar a melhor solução para redução ou eliminação dos desperdícios no sistema.

4.2.3 Experimento realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

O experimento realizado com a amostra da UFERSA seguiu o mesmo roteiro aplicado na turma do CEFET-RJ. A aula tradicional teve duração de 1 hora e 20 minutos, nas duas turmas, sem interrupções dos alunos, sendo evitada a contextualização dos conceitos com situações reais, evitando assim a motivação para participação dos alunos no processo de ensino/aprendizagem. Ao fim da aula tradicional, foi aplicada a primeira avaliação com duração de 30 minutos.

A aula construtivista também ocorreu conforme o previsto no planejamento, sendo executadas as quatro rodadas do jogo e discussão dos conceitos. Ao final da segunda aula foi aplicada a segunda avaliação, como duração de 30 minutos.

Dos dados coletados nas duas avaliações, 13 variáveis apresentaram ocorrência de mudança maior do que 10, depois da segunda aula. Para estas variáveis, a comparação entre os dois momentos foi verificada por meio do teste McNemar. Para as outras 22 variáveis foi executado o teste Binomial. (Quadro 19).

Quadro 19: Teste estatístico utilizado por variável – UFERSA

NDC's Conceitos	Conhecimento	Compreensão	Aplicação	Análise/Síntese	Avaliação
Superprodução					
Estoque					
Movimentação					
Processamento					
Defeituosos					
Espera					
Transporte					

Legenda

Teste McNemar

Teste Binomial

Fonte: Elaboração do autor.

NDC – Conhecimento

Para o nível do desenvolvimento cognitivo Conhecimento, foi possível executar o cálculo do teste McNemar para os dados coletados antes e depois da atividade construtivista, apenas para o conceito “espera” (Tabela 4).

Tabela 4: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Conhecimento - UFERSA

Espera	Depois	
	Antes	Depois
0	0	10
1	1	13
Exact Sig. (2-tailed)		0,012

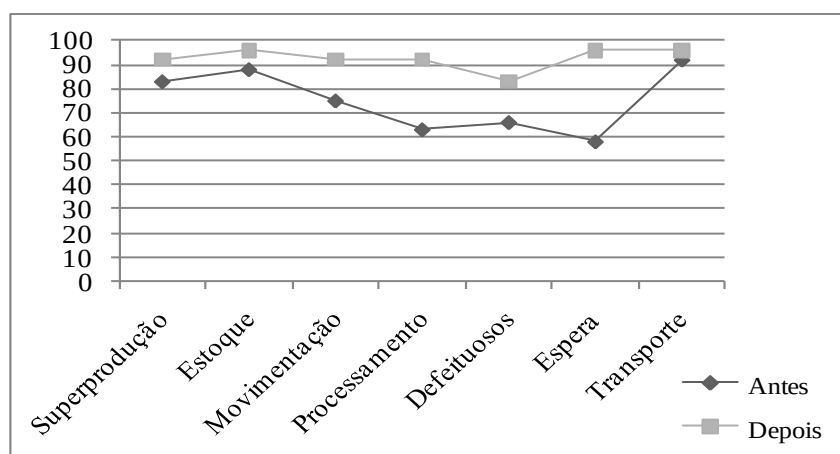
Fonte: Elaboração do autor.

Para este conceito foi verificada mudança significativa, mostrando assim a contribuição da AC para os ganhos obtidos na segunda avaliação, pelos alunos.

Para as demais variáveis, após a execução do cálculo do teste Binomial, constatou-se que, para os conceitos “superprodução”, “estoque” e “transporte”, as diferenças entre sucesso e insucesso em cada um dos momentos são significantes, onde a ocorrência de sucesso é bastante elevada antes e depois do jogo (Apêndice B1). No entanto, os valores das proporções de sucesso permanecem praticamente as mesmas para os três conceitos, sendo que para o conceito transporte a diferença foi de apenas 4%.

Para os conceitos, “movimentação”, “processamento” e “defeituosos” foi verificada mudança significativa entre os fatores sucesso e insucesso após o jogo, sendo verificada maior ocorrência de sucesso. Esses dados revelam contribuição significativa para a fixação desses conceitos com a realização da AC.

Figura 18: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Conhecimento - UFERSA



Fonte: Elaboração do autor.

A observação da Figura 18 permite visualizar de forma rápida como a ocorrência de sucesso entre os alunos, foi superior depois da aula construtivista, onde a menor diferença observada foi para o conceito transporte, com 4% de frequência de sucesso após o jogo, e a maior diferença foi de 38%, para o conceito espera.

NDC – Compreensão

A análise dos dados coletados para o nível compreensão por meio do teste McNemar, foi possível para os conceitos “defeituosos”, “espera” e “transporte”, sendo verificada mudança significativa para a ocorrência de sucesso após a atividade construtivista para os conceitos defeituosos e espera (Tabela 5).

Tabela 5: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Compreensão - UFERSA

Defeituosos Antes	Depois	
	0	1
0	7	11
1	1	5
Exact Sig. (2-tailed)		0,006

Espera Antes	Depois	
	0	1
0	1	17
1	1	5
Exact Sig. (2-tailed)		0,000

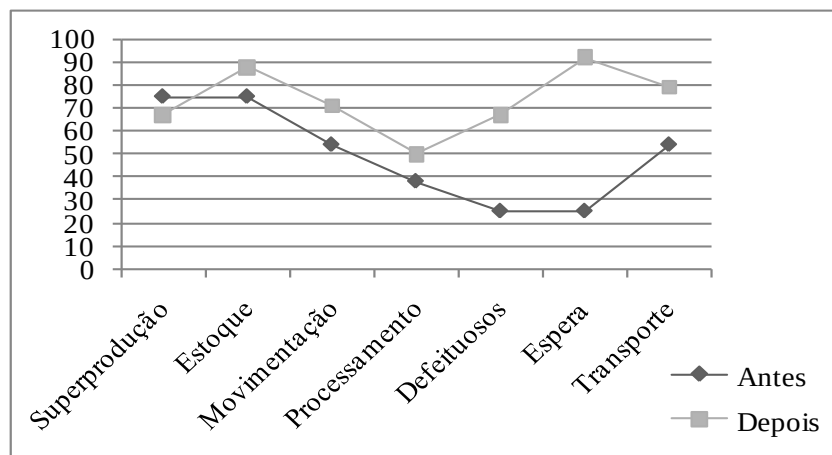
Transporte Antes	Depois	
	0	1
0	3	8
1	2	11
Exact Sig. (2-tailed)		0,109

Fonte: Elaboração do autor.

Para o conceito “transporte”, apesar de não ter sido verificada mudança significativa, ou seja, ao nível de 5%, pôde-se observar que, dos indivíduos que apresentaram resultados diferentes nas duas provas, 80% dos alunos desse grupo só conseguiu definir corretamente esse conceito após o jogo, apresentando assim mudança positiva após participação no jogo.

Com o teste Binomial foi verificada mudança significativa para os dados relativos ao conceito estoque, considerando que a proporção de casos de sucesso foi maior depois do jogo (Apêndice B2). Dos conceitos que não apresentaram mudança significativa depois da AC, mas que apresentaram ganhos na segunda avaliação em relação à primeira, têm-se as proporções referentes aos conceitos movimentação e processamento de 25% e 17% respectivamente, o que representa ganhos, mesmo que não significantes (Figura 19).

Figura 19: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Compreensão - UFERSA



Fonte: Elaboração do autor.

Dos conceitos avaliados para este nível, com a amostra da UFERSA, apenas o conceito “superprodução” apresentou um resultado negativo na segunda prova, ou seja, 8% dos alunos que conseguiram responder a questão antes erraram depois. Para os demais conceitos abordados nas duas avaliações, o ganho médio foi de 29% após atividade construtivista.

NDC - Aplicação

Para os dados coletados no nível aplicação, foi possível a aplicação do teste McNemar para os conceitos “superprodução”, “processamento”, “defeituosos” e “espera”. No entanto, foi detectada significância para a diferença entre os dois momentos para os conceitos defeituosos e espera (Tabela 6).

Tabela 6: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Aplicação - UFERSA

Superprodução			Depois		
Antes	0	1	Antes	0	1
	0	7		0	8
	1	5		1	1
Exact Sig. (2-tailed)			Exact Sig. (2-tailed)		
0,774			0,003		

Processamento			Depois		
Antes	0	1	Antes	0	1
	0	11		0	7
	1	3		1	2
Exact Sig. (2-tailed)			Exact Sig. (2-tailed)		
0,227			0,013		

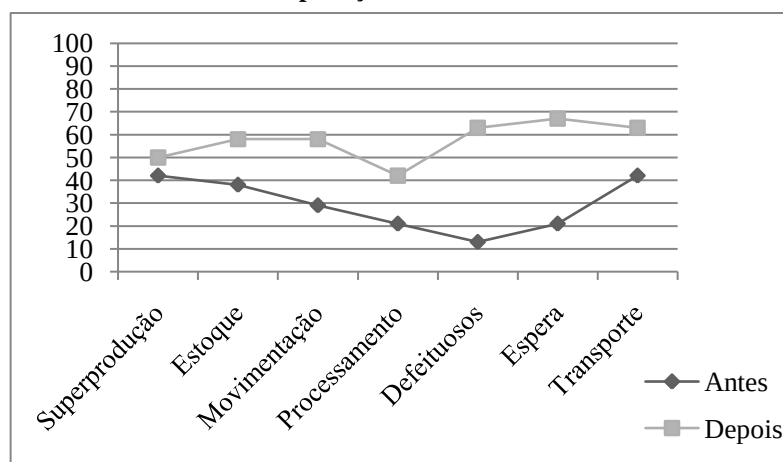
Defeituosos			Depois		
Antes	0	1	Antes	0	1
	0	8		0	7
	1	1		1	2
Exact Sig. (2-tailed)			Exact Sig. (2-tailed)		
0,003			0,013		

Fonte: Elaboração do autor.

Para os conceitos “estoque”, “movimentação” e “transporte”, foi efetuado o cálculo do teste Binomial, não sendo constatada diferença significativa em nenhum desses casos (Apêndice B3).

Mesmo não sendo constatada diferença significativa para cinco dos sete conceitos levantados, no nível cognitivo aplicação, foi possível observar os ganhos para o percentual de sucesso obtido pelos alunos ao descrever exemplos para os sete conceitos (Figura 20).

Figura 20: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Aplicação - UFERSA



Fonte: Elaboração do autor.

O ganho médio obtido pelo grupo foi de 28% no NDC Aplicação, sendo observada menor diferença entre as ocorrências de sucesso para o conceito superprodução, em que 8% dos alunos obtiveram sucesso em exemplificar esse conceito na segunda prova. A maior diferença registrada foi para o conceito defeituosos, onde 50% dos alunos obtiveram sucesso após a visualização desse conceito, através do Jogo Gestão da produção.

NDC - Análise/Síntese

Os conceitos analisados por meio do teste McNemar para o nível do desenvolvimento cognitivo, Análise/Síntese, foram: “superprodução”, “espera” e “defeituosos” (Tabela 7). Desses, apenas para o conceito espera foi identificada mudança significativa depois da execução da atividade construtivista.

Tabela 7: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Análise/Síntese - UFERSA

Superprodução		Depois	
Antes		0	1
	0	3	9
	1	7	5
Exact Sig. (2-tailed)		0,804	
Espera		Depois	
Antes		0	1
	0	3	14
	1	3	4
Exact Sig. (2-tailed)		0,013	
Defeituosos		Depois	
Antes		0	1
	0	11	7
	1	3	3
Exact Sig. (2-tailed)		0,344	

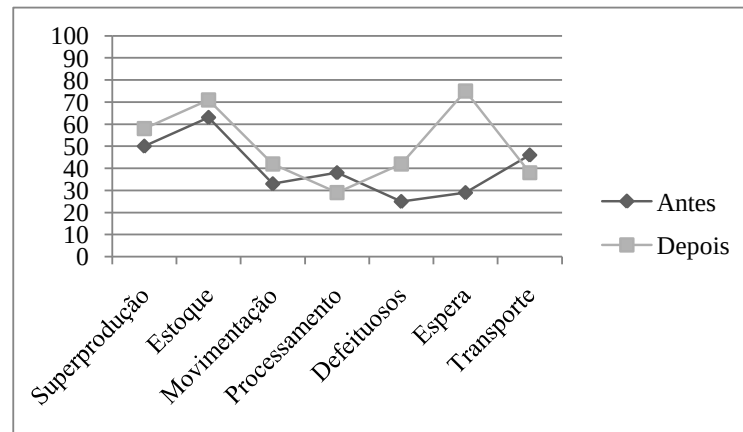
Fonte: Elaboração do autor.

Embora os outros dois conceitos não tenham apresentado significância na mudança ocorrida, foi possível observar que o número de casos de sucesso foi maior para os dados referentes à segunda avaliação. Essa observação foi possível a partir da análise dos casos em que houve mudança, onde nove dos dezesseis alunos só se mostraram capazes de indicar implicações referentes à presença do desperdício “superprodução” no sistema após a atividade construtivista. O mesmo aconteceu para o desperdício “defeituosos”, onde sete dos dez alunos que não souberam indicar implicações desse desperdício no sistema, o fizeram após a segunda aula.

Os conceitos: “estoque”, “movimentação”, “processamento” e “transporte”, foram analisados por meio da execução do cálculo do teste Binomial, já que para esses conceitos não foram verificadas frequências de mudança maiores do que 10 (Apêndice B4).

Para esses conceitos não foram identificadas mudanças significativas, após a segunda aula ministrada, utilizando-se a metodologia construtivista.

Figura 21: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Análise/Síntese - UFERSA



Fonte: Elaboração do autor.

As frequências de sucesso observadas nos dois momentos do experimento representados na Figura 21 para o nível do desenvolvimento cognitivo Análise/Síntese, revelam que os ganhos obtidos com a atividade construtivista, nesse caso, foram pequenos, sendo observado um ganho médio de apenas 10%. Também foi possível observar que houve dois pontos (conceitos: processamento e transporte) em que os alunos apresentaram melhores resultados antes do jogo.

NDC – Avaliação

Para análise dos dados coletados para o nível do desenvolvimento cognitivo Avaliação na UFERSA, foi executado o cálculo do teste McNemar para os conceitos: superprodução, estoque, defeituosos e espera. A análise dos resultados obtidos por meio do teste só não indica mudança significativa para o conceito superprodução, após a aula construtivista, onde os alunos conseguiram sucesso em escolher soluções adequadas, para os demais conceitos, só após vivenciar tais soluções durante a realização do Jogo Gestão da Produção (Tabela 8).

Tabela 8: Teste McNemar para o grupo de variáveis do nível Avaliação - UFERSA

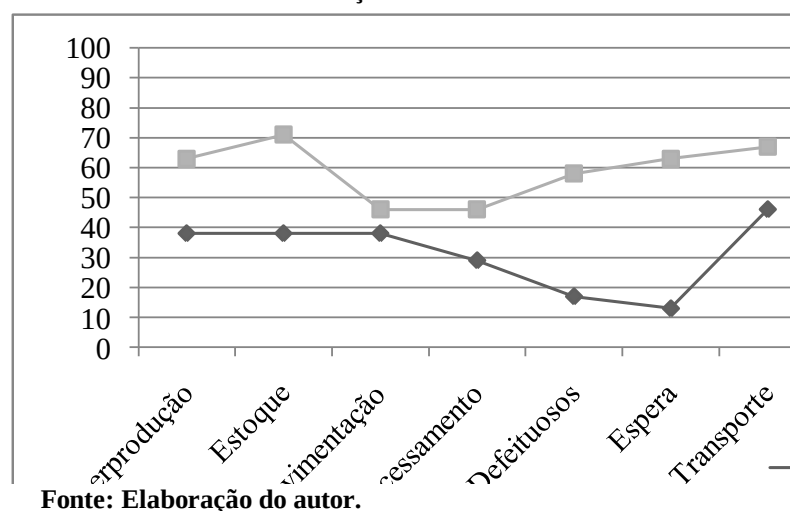
Superprodução	Depois	Defeituosos	Depois
Antes	0 1	Antes	0 1
	0 6 9		0 8 12
	1 3 6		1 2 2
Exact Sig. (2-tailed)	0,146	Exact Sig. (2-tailed)	0,013
Estoque	Depois	Espera	Depois
Antes	0 1	Antes	0 1
	0 5 10		0 8 13
	1 2 7		1 1 2
Exact Sig. (2-tailed)	0,039	Exact Sig. (2-tailed)	0,002

Fonte: Elaboração do autor.

Os conceitos “movimentação”, “processamento” e “transporte”, apresentaram frequência de mudança menor que 10, para este NDC. Com isto, foi feita a comparação entre os dois momentos do experimento através do teste Binomial (Apêndice B5), não sendo verificadas mudanças significativas em nenhum dos conceitos observados nesse nível.

O ganho médio obtidos para o NDC avaliação foi de 28%, onde a menor diferença entre as frequências de sucesso registrada foi para o conceito movimentação (8%) e a maior diferença foi para o conceito espera (50%), conceito que apresentou maior significância na mudança ocorrida após aula construtivista (Figura 22).

Figura 22: Diferença entre as frequências de sucesso antes e depois do Jogo Gestão da Produção ao nível Avaliação - UFERSA



Frequências maiores de sucesso foram registradas na segunda avaliação, mesmo sendo verificada significância para essa mudança apenas para três dos sete conceitos avaliados. Esses resultados podem indicar que a participação dos alunos na atividade construtivista realizada no segundo momento do experimento, contribuiu para o melhor entendimento de como a adoção de algumas estratégias (soluções) podem reduzir ou até mesmo eliminar os efeitos provocados pelos desperdícios da produção, melhorando assim o desempenho do sistema

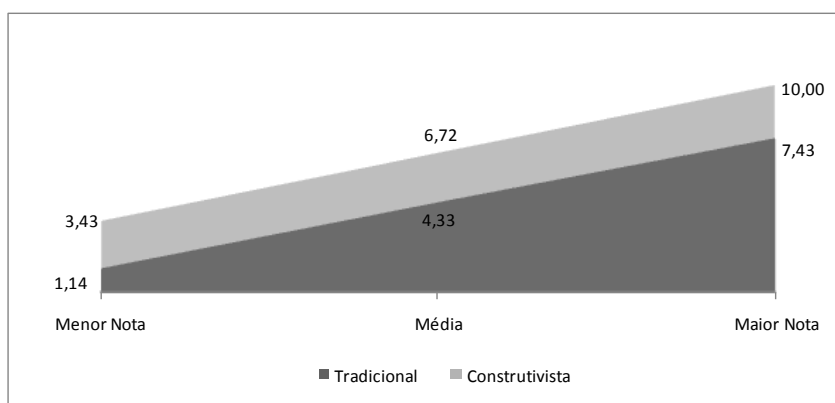
4.3.2.1 Discussão dos resultados quantitativos obtidos na UFERSA

Os resultados observados sobre as notas obtidas pelos alunos das duas turmas da UFERSA indicam que 92% dos alunos obtiveram notas melhores na segunda avaliação. Com os cálculos realizados identificou-se mudança positiva significativa depois da aula

construtivista, apoiada pelo Jogo Gestão da Produção, para treze dos 35 pontos analisados nessa pesquisa. O que indica a contribuição da atividade construtivista para 54% dos casos aqui avaliados.

Fazendo uma análise das notas obtidas nos dois momentos através de estatística descritiva, foi identificada a obtenção de notas maiores após participação dos alunos na atividade construtivista (Figura 23)

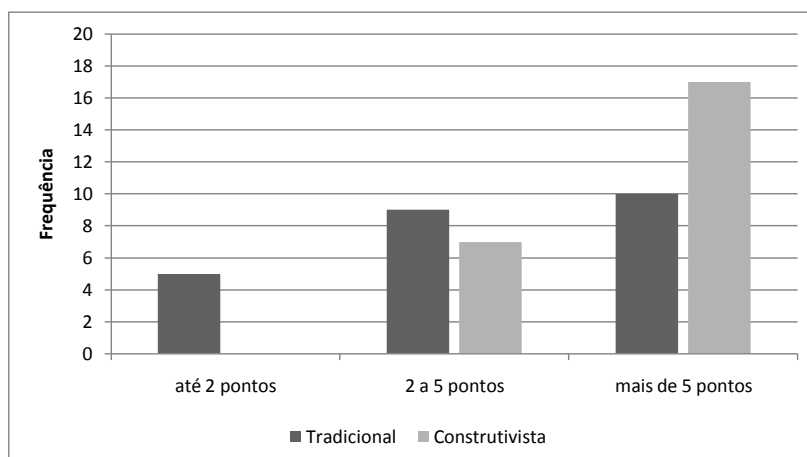
Figura 23: Diferença entre as notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – UFERSA



Fonte: Elaboração do autor.

Os dados contidos na Figura 23 mostram notas melhores após aula construtivista. A diferença entre a menor nota tradicional e a menor nota construtivista, é de 2,29 pontos. Para as médias das notas conseguidas pelos alunos nos dois momentos, a diferença foi de 2,39 pontos. Já a diferença entre a maior nota é de 2,57 pontos, entre os dois momentos. Esses dados mostram o crescimento das notas, consequência do melhor entendimento dos conceitos abordados durante o experimento realizado.

Figura 24: Diferença entre a frequência de notas obtidas pelos alunos nos momentos, tradicional e construtivista – UFERSA

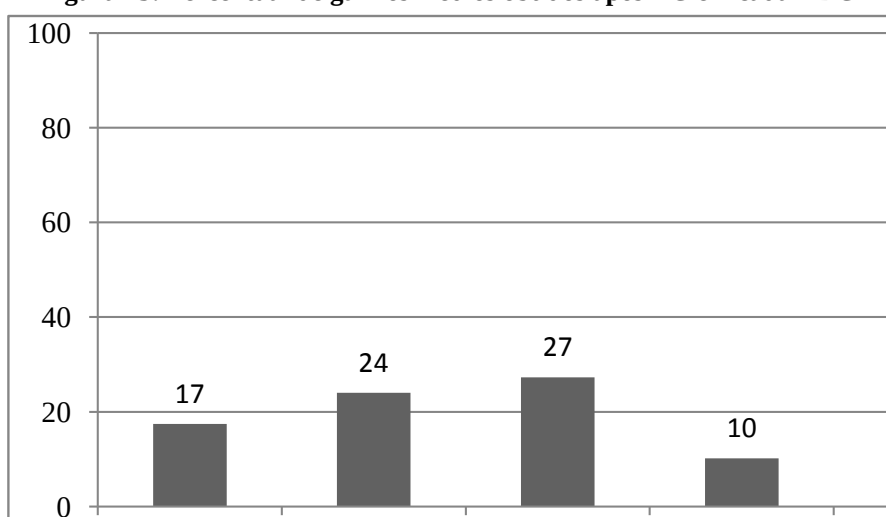


Fonte: Elaboração do autor.

Também foi observado que do grupo de alunos que obteve notas maiores que 5 pontos, a frequência do momento construtivista é bem maior, tendo o segundo momento 29% a mais na frequência de alunos. Outro fato a ser destacado é que no momento construtivista nenhum aluno apresentou nota 0 (zero), o que ocorreu no momento tradicional.

A avaliação a cerca da contribuição da atividade construtivista (AC) para o desenvolvimento cognitivo (NDC) dos alunos permitiu observar ganhos médios acima de 10% em todos os níveis avaliados. Esses ganhos foram calculados efetuando-se a diferença entre o percentual de sucessos obtidos antes e depois da realização da AC (Figura 25).

Figura 25: Percentual de ganhos médios obtidos após AC em cada NDC



Fonte: Elaboração do autor.

Os NDC's que apresentaram maior percentual de contribuição foram: Compreensão (24%), Aplicação (27%) e Avaliação (28%). Esses percentuais representam o melhor desempenho dos alunos na definição dos conceitos, na descrição de situações que representem os conceitos e no julgamento sobre as melhores estratégias a serem adotadas para reduzir ou eliminar os efeitos causados pela existência dos desperdícios da produção no sistema.

4.3 OPINIÃO DOS ALUNOS SOBRE A ADOÇÃO DA METODOLOGIA CONSTRUTIVISTA NO ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Os alunos participantes dessa pesquisa estavam matriculados na disciplina de Planejamento e Controle da Produção, sendo que na UFF e no CEFET – RJ, a disciplina é ofertada nos períodos finais do curso, entre o 8º e 9º período, e os alunos da UFERSA cursam essa disciplina no 6º período (metade do curso).

A grande maioria dos alunos que responderam o questionário enviado após o experimento já haviam realizado ou estavam realizando a atividade de estágio. Para os alunos que estão na fase de conclusão do curso, o estágio curricular supervisionado é conteúdo curricular obrigatório aos cursos de engenharia. Com isto, apenas 4% dos alunos declarou não ter realizado ainda tal atividade.

A realização da atividade de estágio proporciona aos alunos uma vivência com as atividades rotineiras da Engenharia de Produção, dando-lhes uma visão sobre as atribuições que desempenharam em seu futuro profissional. Dessa forma, uma característica do grupo pesquisado é de que 96% dos alunos já tiveram contato com atividades relacionadas às atribuições da Engenharia de Produção, conferindo-lhes o conhecimento sobre atividades reais da EP.

Quando perguntados sobre a participação em atividades complementares (não obrigatórias), apenas 26% dos alunos declararam não ter participado de atividades desse tipo. Os demais (74%) participaram de atividades, como: Iniciação Científica - IC, Programa de Extensão, Competições Acadêmicas - CA (Baja, Desafio SEBRAE, entre outros), Empresa Junior – EJ, Programa de Intercambio – PI. Desse grupo, 24% dos alunos participaram de mais um tipo de atividades complementares, a Figura 26 mostra a distribuição de alunos por atividade declarada.

Figura 26: Distribuição dos alunos que participaram de atividades curriculares



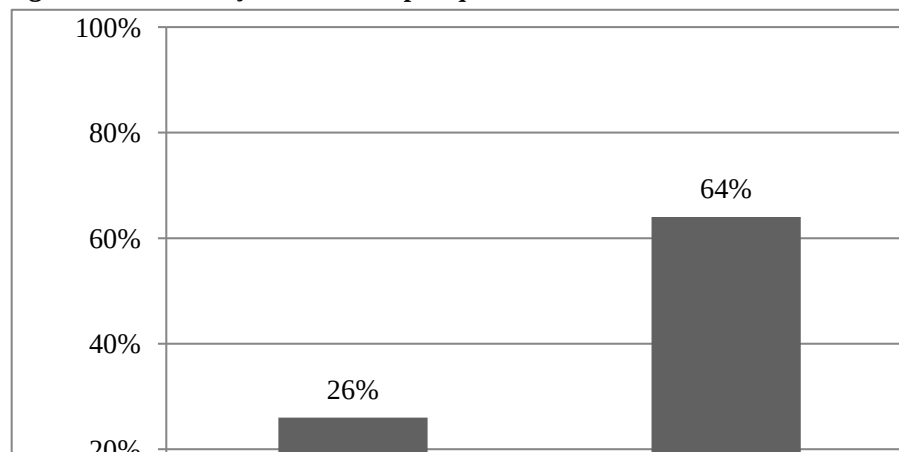
Fonte: Elaboração do autor.

A maior frequência de respostas para as atividades de Empresa Junior e Competição Acadêmica pode indicar a tendência dos alunos em buscar atividades que proporcionem um contato maior com problemas que permitam a aplicação dos conceitos aprendidos por meio da vivência empresarial, realização de projetos e serviços na área de atuação. Os programas de

intercâmbio além de proporcionar o contato dos alunos com outras culturas, cursar disciplinas nas universidades que os recebe e conferir aos alunos vantagens relativa ao conhecimento de línguas estrangeiras, também dão a esses alunos oportunidade de realização de estágio. Com relação à atividade de iniciação científica, o objetivo é inserir os alunos no processo de investigação científica, despertando a sua vocação científica e os incentivando para a carreira acadêmica.

Os alunos também foram questionados sobre a participação na atividade complementar Visita Técnica, onde eles responderam quantas visitas realizaram durante o curso. Dos alunos que participaram da pesquisa, 26% nunca fizeram visita técnica (Figura 27).

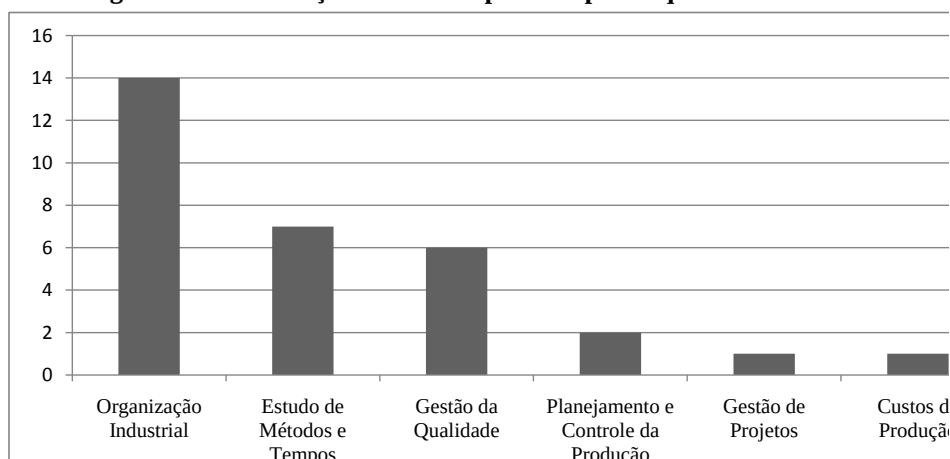
Figura 27: Distribuição dos alunos por quantidade de visitas técnicas realizadas



Fonte: Elaboração do autor.

A participação dos alunos em visitas técnicas depende da oferta de tal atividade aos alunos, o objetivo é possibilitar aos alunos visualizar a aplicação de conceitos ou técnicas de áreas específicas em cenários reais.

Do grupo de alunos que respondeu o questionário, 44% declararam não ter participado de nenhuma disciplina que tenha utilizado atividades construtivistas em sala de aula. Os alunos que participaram de alguma atividade construtivista (56%) indicaram as disciplina que promoveram tal atividade, a saber: Organização Industrial, Estudo de Métodos e Tempos, Gestão da Qualidade, Planejamento e Controle da Produção, Gestão de Projetos e Custos da Produção. A Figura 28 mostra a distribuição da quantidade de vezes em que cada disciplina foi citada, podendo ter sido citada mais de uma disciplina por cada aluno.

Figura 28: Distribuição dos alunos por disciplinas que adotaram AC

Fonte: Elaboração do autor.

Quando perguntados sobre qual metodologia eles consideraram que contribuiu mais para o entendimento dos conceitos levantados nos dois momentos do experimento, 80% dos alunos declararam que o momento construtivista contribuiu mais para o entendimento dos conceitos. Os alunos que escolheram a metodologia tradicional (20%), por julgar ter contribuído mais para o entendimento dos conceitos abordados, apresentaram três tipos de respostas para justificar a escolha por esta metodologia.

Uma das justificativas apresentada por 57% desse grupo foi à qualidade da aula tradicional, onde esses alunos consideraram que a explicação dos conceitos, dada no primeiro momento, foi suficiente para o entendimento.

“A abordagem conceitual foi bastante explícita em relação ao conteúdo que se queria passar”

Outra justificativa apresentada por 43% desse grupo de alunos, pode indicar um grupo de alunos que tenham preferência por aulas tradicionais, ou por alunos que não se sintam a vontade em participar de atividades em grupo.

“Considero que a metodologia da simulação tenha sido pouco entendida pelos alunos, apesar de a idéia ser excelente. Além disso, gosto bastante de aula expositiva, na qual os alunos têm maior contato com a teoria apresentada.”

Alguns dos alunos, apesar de terem escolhido o momento 1 como o momento que contribuiu mais para o entendimento dos conceitos abordados nas duas aulas, declararam que a inserção de atividade construtivista pode ser um bom método para exposição dos conceitos de Planejamento e Controle da Produção.

“Achei que o momento 2, apesar de aplicar o conceito bem, ajudar na visualização, foi um exemplo um pouco forçado. Um vídeo com aplicações industriais seria melhor.”

“Considero que a metodologia da simulação tenha sido pouco entendida pelos alunos, apesar de a idéia ser excelente. Além disso, gosto bastante de aula expositiva, na qual os alunos têm maior contato com a teoria apresentada.”

Isso pode indicar que esses alunos julgaram a idéia de montar em sala de aula, cenários para visualização dos conceitos, como complemento às aulas tradicionais, como facilitadores da compreensão dos conceitos abordados, apesar de não terem considerado a atividade adequada para o entendimento dos conceitos abordados.

A maioria dos alunos (80%) considerou que a metodologia construtivista contribuiu consideravelmente para o entendimento dos conceitos apresentados. Esse grupo de alunos preferiu o momento 2, pois julgaram que a atividade esclareceu bem os conceitos que ficaram apenas no campo da imaginação durante a aula tradicional. Eles declararam que a prática proporcionada pelo jogo, permitiu a visualização da aplicação dos conceitos nas atividades do engenheiro de produção.

“O momento 2 me auxiliou a entender melhor os conceitos explicados na parte teórica do momento 1. Embora eu tenha entendido bem a aula do momento 1, acredito que alguns conceitos só ficaram mais claros quando pude ver na prática (momento 2)”

Esses alunos também consideraram que a discussão sobre as dúvidas que eles levantavam durante a dinâmica ajuda na fixação dos conceitos, e que esse tipo de interação algumas vezes não é possível durante a aula tradicional, pois eles não encontram momento oportuno para tal. Essa justificativa remete às características das aulas tradicionais, onde o professor é tido como único detentor do conhecimento e que os alunos não participam do processo de aprendizagem, dificultando assim a dinâmica entre professores e alunos. Essa postura dos professores em sala de aula impede que os alunos se sintam motivados a participar do processo de ensino/aprendizagem, que deveria ser de duas vias.

“Por que as dúvidas são tiradas durante o andamento da dinâmica e com um teste você percebe suas dúvidas, mas não encontra momento oportuno para saná-las. Além disso, a prática serve para fixar melhor em sua memória os conceitos”

Outra justificativa interessante levantada por 21% dos alunos que escolheram a metodologia construtivista como mais adequada para o entendimento dos conceitos abordados nas aulas, foi sobre a importância dos dois momentos, colocando o momento 2 como

complementar da aula tradicional, e o momento 1 como indispensável para embasar o entendimento da aplicação dos conceitos no momento 2.

“Um momento complementa o outro. O momento 2 consolida os conceitos apresentados no momento 1.”

A idéia de complementação entre os dois momentos é possível através da ligação entre os dois momentos, proporcionada pelo professor, à medida que ele estimula os alunos a relembrar os conceitos apresentados na aula expositiva, motivando os alunos a identificar estes conceitos durante a realização da simulação. Dessa forma, os alunos se sentem incluídos no processo de ensino/aprendizagem, onde antes, mesmo tendo dúvidas sobre o assunto, não se sentiam a vontade para colocar suas dúvidas para o professor.

5 CONCLUSÃO

Os resultados observados nesta pesquisa vieram confirmar as expectativas da autora quanto à eficiência das atividades construtivistas na formação das competências dos futuros Engenheiros de Produção. Além da contribuição para a absorção do conhecimento, objeto do experimento realizado pela autora, também foi possível observar o maior interesse dos alunos pelo assunto, no momento em que eles foram colocados como protagonistas do processo de ensino/aprendizado, sentindo-se claramente responsáveis pelas ações que os levaria à compreensão do conteúdo.

Afora a motivação provocada pela atividade lúdica, que proporcionou maior interação entre colegas da turma e com o professor em sala de aula, também ficou evidente a importância do professor como guia desse processo, ao oferecer aos alunos atividades capazes de atrair sua atenção e conduzir as ações do jogo na direção do objeto da aula, transformando o que parecia uma brincadeira, em um instrumento que facilita a absorção dos conhecimentos programados para aquela aula.

Essas expectativas se consolidaram após o tratamento dos dados coletados através dos experimentos realizados em turmas da disciplina Planejamento e Controle da Produção nos cursos de graduação em Engenharia de Produção das IES, Universidade Federal Fluminense, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

O método de ensino adotado para realização do experimento se constituiu não só como instrumento de visualização da aplicação da teoria em atividades práticas, típicas da atuação profissional do engenheiro de produção, mas também como elemento motivador para a participação efetiva dos alunos no processo de aprendizagem que constitui sua formação. Abrindo espaço para discussão dos conceitos no momento de sua aplicação e desafiando os alunos a expor suas idéias e usar sua criatividade para identificar e solucionar os problemas enfrentados na simulação.

Esses aspectos caracterizam o método adotado no segundo momento do experimento como construtivista, por ter como objetivo desenvolver os conhecimentos e habilidades dos alunos através da interação com o objeto de sua formação em atividades que proporcionam a vivência prática dos conceitos abordados nos cursos de formação profissional. Pode-se dizer ainda que o método é significativo, pois se constitui de um instrumento que relaciona os

saberes do aluno aos novos conhecimentos explorados, dando sentido ao processo de ensino/aprendizado por meio do planejamento das práticas de ensino.

As análises quantitativas e qualitativas dos dados coletados mostraram que a atividade construtivista utilizada na disciplina alvo desse estudo contribuiu positivamente para o melhor entendimento dos conceitos explorados. Os resultados observados após realização do experimento, tanto no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET- RJ como na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, constataram a ocorrência de mudança significativa na absorção dos conceitos antes e depois da realização do Jogo Gestão da Produção.

No CEFET-RJ foram verificados 26% de contribuição após a realização do jogo, para uma amostra de 15 alunos. Já para a UFERSA, a contribuição verificada foi de 54%, para as variáveis analisadas em uma amostra de 24 alunos.

As observações realizadas durante o experimento, através das respostas escritas nas avaliações e até mesmo da opinião dos alunos sobre a prática, expressa, tanto nas aulas como

nos questionários, geraram algumas reflexões sobre os aspectos observados durante a realização do experimento nessas universidades.

Na aula tradicional as dúvidas que surgem vão se acumulando, em decorrência da não participação dos alunos no processo de aprendizagem. Dessa forma, alguns alunos podem não ter entendido as situações que ocorreram no jogo, sendo que o curto espaço de tempo dedicado às discussões provocadas no jogo pode não ser suficiente para o entendimento completo dos conceitos. Um exemplo desta situação foi à dificuldade que os alunos tiveram para entender a diferença entre os conceitos dos desperdícios de transporte e de movimentação. Essa falha observada durante o experimento talvez pudesse ser evitada se houvesse mais tempo para discussão da situação vivida durante o jogo. Com isso, a inclusão de um terceiro momento para consolidação e análise geral dos conceitos poderia contribuir para a melhor compreensão do assunto abordado.

Um fato que deve ser ressaltado nesse estudo está relacionado à baixa ocorrência encontrada para as frequências de mudança das variáveis analisadas, ou seja, os casos em que os alunos obtiveram insucesso antes e sucesso depois, somados aos casos em que eles obtiveram sucesso antes e insucesso depois. Foram registradas frequências de mudança maiores do que 10, possibilitando o uso do teste McNemar para avaliação do efeito da mudança, em apenas 6% das variáveis estudadas no CEFET-RJ e 43% na UFERSA.

Foi registrado um número considerável de ocorrências (34%) de casos de não mudança positiva (acertar antes e depois), concentrando-se, principalmente, nas questões referentes ao nível do desenvolvimento cognitivo “Conhecimento”, nas amostras analisadas nas duas universidades. Esse fato pode indicar que, para este NDC a aula expositiva seja suficiente para que os alunos se tornem capazes de lembrar os conceitos explorados em sala de aula, reproduzindo com exatidão a informação que lhes foi dada.

Ainda em relação ao desempenho dos alunos nas avaliações, o fato da grande maioria dos alunos ter obtido maiores notas na segunda avaliação (93% CEFET-RJ e 92% UFERSA), revela o aumento na obtenção de sucesso após a atividade construtivista. Esse dado pode indicar que a participação dos alunos na atividade construtivista pode ter contribuído para o melhor entendimento dos alunos a cerca dos conceitos abordados nas duas etapas do experimento.

Tomando por base o conceito de competências formulado por Perrenoud (1998), onde ele afirma que as competências se constituem por um conjunto de conhecimentos e habilidades necessários para identificar e buscar a solução adequada para um dado problema podemos concluir, que os alunos que participaram do experimento realizado no CEFET e na

UFERSA, tiveram uma contribuição significativa em 26% e 54%, respectivamente. Já que os alunos demonstraram ganhos significativos na realização da avaliação, revelando-se capazes de lembrar com exatidão, conceituar com suas palavras de forma resumida e descrever situações específicas relativas aos 7 desperdícios da produção. Eles ainda conseguiram relacionar esses conceitos às funções de desempenho do sistema de produção, reunindo-os para indicar suas implicações e indicando meios para solucionar possíveis problemas, ao confrontar informações do sistema.

5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A análise dos resultados e a observação geral da pesquisa, principalmente no que se refere à realização do planejamento, possibilitou a visualização de algumas limitações.

A inserção de uma atividade nova no programa da disciplina causou diferentes impressões nos alunos. Para alguns alunos a presença de uma professora nova que eles não conheciam, e a possibilidade de participar de um jogo que trabalhava os conceitos relativos à disciplina que eles estavam matriculados, e em alguns casos o tema de seus trabalhos de conclusão ou área em que estavam atuando na atividade de estágio, os motivou a participar da atividade. Enquanto que para outros alunos, a novidade de uma aula que não estava no programa deu a idéia de que eles não precisavam participar da atividade. Isso resultou na baixa adesão dos alunos nas aulas dificultando assim a obtenção de resultados mais consistentes.

A dificuldade de encaixar uma aluna de mestrado como professora convidada em uma turma, ou controlar o modo com que os conceitos seriam transmitidos para os alunos em turmas diferentes (com professores diferentes) foi uma das maiores dificuldades desse trabalho. Com isso, acredita-se que se esse experimento tivesse sido aplicado em turmas, onde a atividade já estivesse contida no programa e as aulas fossem conduzidas pelo professor das disciplinas, os alunos dariam maior importância, resultando assim, numa maior adesão.

Com a baixa adesão dos alunos, a aplicação do Teste McNemar para comparação dos momentos antes e depois da inserção da atividade construtivista, ficou comprometida, sendo necessário utilizar o Teste Binomial, que necessita de uma análise mais apurada para a observação do resultado, onde a análise é mais demorada e pode ser passível de erros quando da conclusão sobre a significância dos resultados.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o intuito de dar continuidade a esse trabalho, pode-se sugerir para estudos futuros:

- A aplicação do experimento planejado para este trabalho, utilizando outros jogos simulados, que abordem conceitos que estejam incluídos no conteúdo específico para formação profissional dos engenheiros de produção, consolidando a idéia de que o uso da metodologia construtivista contribui para a formação das competências desse profissional;
- O planejamento de experimentos que utilizem outros meios para avaliação das competências conseguidas pelos alunos, como a observação das ações desenvolvidas pelos alunos durante a aula construtivista, buscando identificar os conhecimentos, habilidades e atitudes intrínsecas a atividade do engenheiro de produção;
- A avaliação da atuação dos alunos que participaram de disciplinas, dentro do curso de engenharia de produção, que promoveram atividades construtivistas, buscando observar o desempenho desses alunos em comparação a alunos que não tiveram essa vivência.

5.3 IMPORTÂNCIA DO CONSTRUTIVISMO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Embora haja grupos consolidados que tratam do tema Educação em Engenharia de Produção, ainda são poucos os trabalhos publicados sobre como estão sendo formados os profissionais dessa área, sobre a importância de mostrar aos alunos como ele pode atuar na aplicação dos conceitos vistos em sala de aula.

As instituições de ensino deveriam não só formar profissionais, mas também se certificar de que o aluno será capaz de atuar de forma competente em sua carreira. A informação relativa aos conceitos que balizam as atividades de um Engenheiro de Produção pode ser obtida facilmente nas redes de computadores, nos livros. O que os educadores precisam, é dar condições aos alunos para que eles tenham senso crítico para analisar as situações que venham a encontrar na vida real e, com base nos conceitos que eles podem absorver sozinhos, criar soluções e oportunidades de crescimento.

As atividades construtivistas, através de simulações de cenários reais, proporcionam a atuação dos alunos (futuros profissionais) com a aplicação dos conceitos em atividades

práticas, e devem ser utilizadas, sempre que possível, para facilitar o entendimento dos conceitos objeto das disciplinas do núcleo profissional de qualquer que seja o curso.

REFERÊNCIAS

ABDURAHIMAN, V.; HIRATA, C. M.; KIENBAUM, G. et al. An Intelligent Simulation Modelling Environment. In: ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 20, ICIEOM, 6, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2000.

ABEPRO (a). Texto elaborado por Ricardo Naveiro Professor da UFRJ e Diretor Técnico da ABEPRO - GESTÃO 2004/ 2005. Disponível em: <www.abepro.org.br>. Acesso em: jan. 2010.

ABEPRO (b). Relatório do GT de graduação: laboratórios recomendados para o curso de Engenharia de Produção. Disponível em: <www.abepro.org.br>. Acesso em: maio 2009.

ABEPRO (c). Referências de Conteúdos de Engenharia de Produção Disponível em: <www.abepro.org.br>. Acesso em: maio 2009.

ABEPRO (d). Matriz de Conhecimentos – CREA's. Disponível em: <www.abepro.org.br>. Acesso em: maio 2009.

ALBERTINO, F. M. F; SOUZA, N. A. Avaliação da Aprendizagem: o portfólio como auxiliar na construção de um profissional reflexivo. **Estudos em Avaliação Educacional JCR**, São Paulo, p. 169-189, 2004.

ANTONIO D. G.; WERNECK A. M. F.; PIRES S. R. I. Simulação, cenários, jogos e cases aplicados no ensino da Engenharia de Produção. SIMPEP, 7, 2005, Bauru, SP. **Anais...** Bauru, SP , Brasil, 7 a 9 de novembro de 2005.

ARANGO, H. G. **Bioestatística**: Teórica e Computacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

ARENO, H. B. **Simulação como ferramenta de ensino em cursos de Engenharia de Produção e Administração**. São Paulo: Escola Politécnica de São Paulo, 2003. Trabalho de Graduação.

BARÇANTE, L. C.; CORREA, C. J. O Jogo Master de Gestão da Qualidade Total. In: ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 22, ICIEOM, 7, 2001. Salvador. **Anais...** Salvador, 2001.

BARÇANTE, L. C.; PINTO, F. A. N. C. **Jogos, Negócios e Empresas**: Business Games. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007. v. 2000.

BATISTA, J. B. V. Piaget e a Educação. In: Vilmária Fernandes Sales; Margarida S.M. do Monte Silva; Jaqueline Brito Vidal Batista. (Org.). **Psicologia na educação**: um referencial para professores. João Pessoa: Editora Universitária, 2004, p. 53-64. v. 1.

BELNOSKI, A. M.; DZIEDZIC, M. O ciclo de aprendizagem na prática de sala de aula. Athena. **Revista Científica de Educação (Online) JCR**, v. 8, p. 43-53, 2007.

BOUDOURIDES, M. A. Constructivism, Education, Science, and Technology. **Canadian Journal of Learning and Technology - RCAT**, v. 29, n. 3, p. 5-20, 2003.

BRANDAO, A. ; MUSA, D. L.; F, C. T. Metodologia para Elaboração de Objetivos Instrucionais de Cursos Hiperídia. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação JCR**, v. 6, p. 6, 2008.

CAPRARO, L. Técnicas de ensino a serviço do professor engenheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35, 2007. **Anais...** 2007.

CARMO, B. B. T.; PONTES, H. L. J. ; ALBERTIN, M. R. . Diagnóstico do perfil de aprendizagem dos alunos do curso de Engenharia de produção mecânica da UFC. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 2009, Bauru. São Paulo. **Anais...** SIMPEP, 2009.

CARRETERO, Mario. **Construtivismo e Educação**. Porto Alegre: Artmed. 2002.

CARVALHO, A. M.. Educação a Distância: esboço de uma análise ético-política. **PUCviva Revista**, São Paulo, v. 24, p. 35-45, 2005.

CEFET-RJ. Departamento de Engenharia de Produção: ementas das disciplinas Disponível em: < <http://depro.cefet-rj.br/moodle/mod/resource/view.php?id=12>> Acesso em: abr. 2011.

CEFET-RJ. Departamento de Engenharia de Produção: ementas das disciplinas. Disponível em: < <http://depro.cefet-rj.br/moodle/mod/resource/view.php?id=12>> Acesso em: abr. 2011.

CHAVES, S. M. Avaliação na aprendizagem no ensino superior: realidade, complexidade e possibilidades. In: ANPED, 2004, Caxambú. **Anais...** Caxambú, 2004.

CIECHALSKI, J., PINKNEY, J.; WEAVER, F. A Method for Assessing Change in Attitude: The McNemar Test. American Educational Research Association. 2002. Disponível em:<<http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=ED464933>>. Acesso em: abr. 2011.

COLL, C. et al. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 2001.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. Third Edition, New York: John Wiley & Sons. 1999.

COSTA, A. C. F.; JUNGLES A. E. O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Canetas Simulada. In: ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 27, ICIEOM, 22, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006.

COSTA, M. A. ; OLIVEIRA, V. F. Um estudo sobre a Engenharia de Produção e suas ênfases. In: SIMPEP - Bauru – SP. **Anais...** Bauru – SP : UNESP - Universidade Estadual Paulista, 2009.

CURA JUNIOR, C. ; NUNES, D. ; BONANO, E. ; SILVA, R. M. . Uma Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, Chile, v. I, p. 41-48, 2005.

DUARTE, R. C.; DELLAGNELO, E. H. L.. Novas e velhas competências e a implantação do Sap R/3: o caso da Vonpar Refrescos S/A. In: Encontro Anual da ANPAD, 25, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: ANPAD, 2001. 1 CD Rom.

DRISCOLL, M. **Psychology of learning for instruction**. Needham Heights: Allyn & Bacon, 2000. 476 p.

FAÉ, C. S.; RIBEIRO, J. L. D. Um Retrato da Engenharia de Produção no Brasil. **Revista Gestão Industrial (Online)**, Paraná, v. 01, p. 315-324, 2005.

FERNANDES, F. C. F. ; AZEKA, F. ; BARRETO, M.C.M. et al. Identificação dos principais autores em planejamento e controle da produção por meio de um survey mundial com pesquisadores da área. **Gestão e Produção (UFSCar)**, v. 14, p. 83-96, 2007.

FERRACIOLI, L.. Aprendizagem, Desenvolvimento e Conhecimento na Obra de Jean Piaget: Uma Análise do Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, DF, v. 80, n. 194, p. 5-18, 2001.

FERRAZ, A.P. C. M; BELHOT. R.V.. Bloom's taxonomy and its adequacy to define instructional objective in order to obtain excellence in teaching. **Revista Gestão da Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010 (2010)

FIGUEIREDO, R. S.; ZAMBOM, A. C.; SAITO, J. R. A introdução da simulação como ferramenta de ensino e aprendizagem. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21; INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 7, 2001.Salvador. **Anais...** Salvador, BA, Brasil, 17 a 19 de out. 2001.

FIGUEIREDO, R. S.; ZAMBOM, A. C.; SAITO, J. R. (2001) A introdução da simulação como ferramenta de ensino e aprendizagem. ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 21, ICIEOM, 7, 2001. Salvador. **Anais...** Salvador, BA, Brasil, 17 a 19 de outubro.

FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. C. C.. Construindo o Conceito de Competência. **Revista de Administração Contemporânea - RAC**, Edição Especial, v. 5, p 183-196, 2001.

FURLANETTO, E. L. ; MALZAC NETO, H. G. ; NEVES, C. P.. Engenharia De Produção no Brasil: reflexões acerca da atualização dos currículos dos cursos de graduação. **Revista Gestão Industrial (Online)**, v. 2, p. 38-50, 2006.

GIBSON, I. S. Assessment in Engineering Education - A European Perspective. **TEMPUS Publications Printed in Great Britain**. Int. J. Engng Ed. v. 18, n. 4, p. 465±471, 2002.

GUERRA, J. H. L. **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem**: uma aplicação em planejamento e controle da produção. São Carlos. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo. 2000.

HAIDT, Regina Célia Cazaux. **Curso de Didática geral**. São Paulo: Ática, 2002.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. **Theory in Practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

KRAEMER, M. E. P. A avaliação da aprendizagem como processo construtivo de um novo fazer. In: FÓRUM NACIONAL DE PROFESSORES DE CONTABILIDADE, 5,; SEMINÁRIO INTERAMERICANO DE CONTABILIDADE; ENCONTRO MINEIRO DE PROFESSORES DO CURSO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS, 3, 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2004.

KVAN, P. H.; VIDA KOVIC, B. Nonparametric Statistics with Applications to Science and Engineering. **Jonh Wiley & Sons, Inc.**, Hoboken, New Jersey. 2007.

LEWINSKI, S. M. ; PILATTI, Luiz Alberto ; KOVALESKI, João Luiz et al. Contribuição da Empresa Júnior para desenvolvimento das competências necessárias a formação de Engenheiros de Produção. In: SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 2009, Bauru. **Anais...** Bauru, 2009. p. 1-12.

LIMA, L; MARTINS, D. G. ; RIBEIRO, J. W. et al. Aspectos Pedagógicos da Aprendizagem Significativa e TIC na formação de Professores de Ciências. In: CONGRESSO TECNOLÓGICO DA INFOBRASIL, 3, 2010, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2010.

MACHADO, F. B.; MAIA, L. P. Um framework construtivista no aprendizado de sistemas operacionais - uma proposta pedagógica com o uso do simulador Sosim. In: WEI - WORKSHOP DE EDUCAÇÃO EM INFORMÁTICA, 7, 2004, Salvador. CONGRESSO DA SBC, 24, 2004. Salvador. **Anais...** Salvador, 2004.

MAGALHÃES, P. I. G. ; LIMA, L. F. ; FERRAZ, T. C. P. et al. Proposta de criação de um instrumento avaliativo para mensurar as competências na formação do Engenheiro de Produção. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - EMEPRO, 4, 2008, Ouro Preto. **Anais...** Juiz de Fora : FMEPRO, 2008.

MATTHEWS, M. Construtivismo e o ensino de Ciências: uma avaliação. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 17, n.3, dez. 2000.

MATUI, J. **Construtivismo** – teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino. São Paulo: Moderna, 1998.

MEDEIROS, M. G. **Construtivismo em Escola Pública**: fatores que dificultam o ensino da escrita, numa escola pública da Paraíba – um estudo de caso. João Pessoa. Dissertação de Mestrado em Educação Popular. 1997.

MESQUITA FILHO, A. **Teoria sobre o método científico**: Em busca de um modelo unificante para as ciências e de um retorno à universidade criativa. Disponível em: <<http://ecientificocultural.com/ECC2/artigos/metciem1.htm>>. Acessado em: 10 de fev. 2010.

MINTZBERG, H.; GOSLING, J. Educando administradores além das fronteiras. **RAE - revista de administração de empresas**, v. 43, n. 2, abr/jun. 2003.

MIYASHITA, R., Barbosa, V. de F.; Azeredo, S. M. Ensino através de jogos de empresas: proposta de uma meta-modelo para o desenvolvimento e para a avaliação do aprendizado. In: ENEGEP ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27,; ICIEOM, 23, Foz do Iguaçu, 2007. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2007.

MORAIS, M. F.. A Utilização de Métodos Participativos no Ensino de Engenharia de Produção: O Caso do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Fecilcam. In:

EPCT - ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2009, 4, 2009. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2009.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo. Cengage Learning. 2008.

MUNDIM, A. P. F.; ROZENFELD, H. Características da educação corporativa na perspectiva do engenheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais eletrônico**. Porto Alegre: ABENGE, 2001, p. ECO – 1 a ECO - 7 [CD-ROM].

OLIVEIRA, Vanderli Fava ; QUEIROS, Pedro L. ; BORGES, Mario Neto et. al. **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia**: Engenharias. Brasília: INEP/MEC, 2010. v. 1. 304 p. v.1.

OLIVEIRA, V. F.; BARBOSA, C. S.; CHRISPIM, E. M.. Cursos de Engenharia de Produção no Brasil: Crescimento e Projeções. In: ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, ICIEOM, 7, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

ORLANDELI, R. Utilização de jogos de Empresas envolvendo cadeia logística. **Revista Produção On-line**, UFSC, 2002.

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e Aprendizagem em Piaget e Vygotsky**. A relevância do social.. 3. ed. São Paulo: Summus, 2001. 160 p.

PANTALEAO, L. H.; OLIVEIRA, R. M.; ANTUNES JR., J. A. V. Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem de conceitos de Engenharia de Produção: o jogo do barco. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, Ouro Preto, 2003. **Anais...** Ouro Preto, 2003.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.;BARON, M.P. et. al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PIAGET, Jean. Development and learning. in LAVATELLY, C. S.; STENDLER, F. *Reading in child behavior and development*. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. Que, por sua vez, é a reimpressão das páginas 7-19 de: RIPPLE, R. e ROCKCASTLE, V. *Piaget rediscovered*. Cornell University, 1964. Tradução por Paulo Francisco Slomp. Disponível em: <http://livrosdamara.pbworks.com/f/desenvolvimento_aprendizagem.pdf>. Acesso em: abr. 2010.

PINHEIRO, M. A. **Aplicação de ferramentas de simulação no curso de MBA - Gestão de Operações** da Fundação Carlos Alberto Vanzolini, Mestrado profissionalizante em Gestão de Operações. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Ano de Obtenção: 2004.

PINHO, A. F.; LEAL, F; ALMEIDA, D. A.. Utilização de Bloquinhos de Montagem LEGO para o Ensino dos Conceitos do Sistema Toyota de Produção. **Revista Produção Online**, v. 5, n. 4, 2005.

PIRATELLI, C. L. ; SACOMANO, J. B. ; HERMOSILLA, J. L. G. A qualidade de um curso de Engenharia de Produção sob a ótica de Operações de Serviços e propostas para um Projeto Pedagógico diferenciado. **Revista UNIARA**, Araraquara-SP, v. 11, p. 33-49, 2002.

PONTES, A. C. F. ; PONTES JUNIOR, A. C. F. ; Pontes, L. O. Testes não-paramétricos: uma ferramenta para o ensino da Análise Combinatória. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2009. Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2009.

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem.** Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PRODUCAO. Disponível em: <www.ct.ufpb.br/producao>. Acesso em: maio 2009.

PROENÇA JÚNIOR, D. Critérios para o uso de jogos pedagógicos. ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 23, 2003. Ouro Preto, MG, Brasil. **Anais...** Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.

QUEIROZ, A. A.; LUCERO, A. G. R. ; BORGES, J. C. O jogo da produção - Uma ferramenta complementar ao ensino em Engenharia de sistemas de produção. In: COBEF-1 CONGRESSO BRASILEIRO DE FABRICAÇÃO, 1, 2001, Curitiba. **Anais...** Curitiba, Curitiba : ABCM-Associação Brasileira de Ciências Mecânicas, 2001. 1-CD-Rom-Sessões Técnicas-Gestão da Manufatura-GMF9.

REUNI - Reestruturação e Expansão das Universidades Federais. Disponível em: <<http://reuni.mec.gov.br/>>. Acesso: maio 2010.

RIBEIRO, R. P.; NUÑEZ, I. B. Pensando a aprendizagem significativa: dos mapas conceituais às redes conceituais. In: FUNDAMENTOS do Ensino-aprendizado das ciências naturais e da Matemática: o novo ensino médio, Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 201-225.

RODRIGUES, C.R.; MICHELS, L.; ANSUI, S. O novo projeto pedagógico do curso de Engenharia elétrica da Universidade Federal de Santa Maria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. 35, 2007. **Anais...** Santa Maria, 2007.

ROMPELMAN, O. Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. **European Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 4, p. 339-350, 2000. Disponível em: <<http://www.engenheiro2001.org.br/artigos/Rompelman.doc>>. Acesso em: abr. 2010.

SALIBA, N. A. ; MOIMAZ, S. A. S. ; RAPHAEL, H. S. et al. Métodos de avaliação de aprendizagem empregados no curso de graduação de odontologia. **Revista de Odontologia da UNESP (Online)**, v. 37, p. 79-83, 2008.

SANTANA JUNIOR, J.; PEREIRA, D. M. V. G; LOPES, J. E. G. Análise das habilidades cognitivas requeridas dos candidatos ao cargo de contador na Administração Pública Federal, utilizando-se indicadores fundamentados na visão da taxonomia de Bloom. **Revista Contabilidade & Finanças (Online)**, v. 19, p. 108-121, 2008.

SANTOS, L. Avaliar competências: uma tarefa impossível? Educação e Matemática, 74, 16-21. 2003. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/msantos/avaliacao.htm>>. Acesso em: ago. 2010.

SANTOS, S.; SILVA, M. A. Os cursos de Engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI. **Educação em Foco**, Belo Horizonte **JCR**, v. 12, p. 21-35, 2008.

SANTOS, W. L. S.; FONSECA, P.; TEIXEIRA, O. N. **Estágios de Desenvolvimento de Piaget: Um Diagnóstico a partir da Lógica Fuzzy**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 1999.

SILVA, L. M. F., PINTO M.de G., SUBRAMANIAN, A. Utilizando o software arena como ferramenta de apoio ao ensino em Engenharia de produção. ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007. **Anais...** 2007.

SILVA, L. P.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na Engenharia. **Educação em Revista**, UFMG, v. 45, p. 61-80, 2007.

SILVEIRA, M. A. **A Formação do Engenheiro Inovador**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2005. v. 1. 197 p.

TAVARES, R.; LIMA, C. C. O Mapa Conceitual Hierárquico e a Taxonomia de Bloom Modificada. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 6, 2010. São Paulo - SP. **Anais...** São Paulo, 2010.

TAVARES, R.; TAVARES, J. Concept map under modified Bloom taxonomy analysys. In: IV Concept Mapping Conference, 2010. Viña del Mar-Chile. Proceedings of the IV Concept Mapping Conference. Santiago-Chile.

TEIXEIRA, M. S. **Compilação de jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção na construção civil** – uma abordagem a partir dos conceitos lean. Fortaleza, 74 p., 2009. Monografia – Universidade Federal do Ceará.

TORREJON, R. A. O. ; SCHLÜNZEN JUNIOR, K. O Jogo do Alvo: Aprendendo Conceitos de Estatística em um Ambiente Virtual. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA – RIBIE, 6, 2002, Vigo – Espanha. **Anais...** 2002.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2008.

UFERSA. Curso de Graduação de Engenharia de Produção Projeto Pedagógico de curso. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/>> Acessado em: maio de 2011.

UFES. Engenharia de Produção, Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Disponível em: <<http://portais.ufes.br/EMC>>. Acesso em: maio 2011.

UFF. Disponível em: < <http://www.uff.br/producao>> Acessado em: jan. 2011.

UFMG. Disponível em: <www.dep.ufmg.br/graduacao/> Acesso em: maio 2011.

UFPB. **Estrutura Curricular** - Engenharia de Produção Mecânica. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/producao/graduacao/>>. Acesso em: jan. 2011.

UFPE. Disponível em: < <http://www.ufpe.br/dep/>>. Acesso em: maio de 2011.

UFRJ. **Ênfase de Graduação em Eng de Produção - Área:** Gerência de Produção Disponível em: < http://www.poli.ufrj.br/graduacao_cursos_engenharia_producao.php> Acesso em: jan. 2011.

UFSCAR. **Grade Curricular**. Disponível em: <<http://www.dep.ufscar.br/grade.php>>. Acesso em: maio de 2011.

UNICAMP. **Catalogo de Graduação 2011- Ementas de disciplinas ER**. Disponível em: <<http://www.dac.unicamp.br/sistemas/catalogos/grad/catalogo2011/ementas/todaser.html>>. Acesso em: maio 2011.

USP-SP. **Estrutura Curricular**. Disponível em: < <http://www.prd.usp.br/> > Acesso em: maio 2011.

VACCARO, G. L. R. **Modelagem e análise de dados em simulação**. 1999. 129 f. Tese (Doutorado em Computação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

VASCONCELOS, M. B. F. **A contextualização e o ensino de matemática: um estudo de caso 2008**. (Dissertação).

VIEIRA, M. G. **Construção coletiva do conhecimento: todos aprendem e todos ensinam**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil. Ano de Obtenção: 2007. Doutorado em Educação (Conceito CAPES 4).

YOSHITAKE, M. . Controle de gestão na taxonomia de domínio cognitivo. In: CONGRESO DEL INSTITUTO INTERNATIONAL DE COSTOS, 7, ; CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN URUGUAYA DE COSTOS, 1, 2003, Punta Del Este - Uruguai. **Anais...** Punta Del Este – Uruguai, 2003.

ZAINAGHI, Gislaine ; BREMER, Carlos Frederico ; AKAMINE, Erico Gustavo . Análise do perfil profissional do engenheiro de produção adquirido nas atividades extracurriculares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA - COBENGE, 29, 2001, Porto Alegre – RS. **Anais...** Porto Alegre – RS, 2001.

WEATHINGTON, B. L.; CUNNINGHAM, C. J. L.; PITTENGER, D. J. **Research methods for the behavioral and social sciences**. New Jersey. Inc. Hoboken, John Wiley & Sons, 2010.

**APÊNDICE A - Tabelas do Teste Binomial para os dados coletados no Centro Federal
de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET- RJ**

Apêndice A1: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Conhecimento

Conhecimento		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2- tailed)
Superprodução	Sucesso	1	6	0,40	0,607
	Antes Insucesso	0	9	0,60	
	Sucesso	1	13	0,87	0,007
	Depois Insucesso	0	2	0,13	
Estoque	Sucesso	1	13	0,87	0,007
	Antes Insucesso	0	2	0,13	
	Sucesso	1	13	0,87	0,007
	Depois Insucesso	0	2	0,13	
Movimentação	Sucesso	1	11	0,73	0,118
	Antes Insucesso	0	4	0,27	
	Sucesso	1	14	0,93	0,001
	Depois Insucesso	0	1	0,07	
Processamento	Sucesso	1	7	0,47	1,000
	Antes Insucesso	0	8	0,53	
	Sucesso	1	12	0,80	0,035
	Depois Insucesso	0	3	0,20	
Defeituosos	Sucesso	1	11	0,73	0,118
	Antes Insucesso	0	4	0,27	
	Sucesso	1	14	0,93	0,001
	Depois Insucesso	0	1	0,07	
Espera	Sucesso	1	9	0,60	0,607
	Antes Insucesso	0	6	0,40	
	Sucesso	1	14	0,93	0,001
	Depois Insucesso	0	1	0,07	
Transporte	Sucesso	1	14	0,93	0,001
	Antes Insucesso	0	1	0,07	
	Sucesso	1	12	0,80	0,035
	Depois Insucesso	0	3	0,20	

Apêndice A2: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Compreensão

Compreensão		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Superprodução	Sucesso	1	5	0,33	0,302
	Antes Insucesso	0	10	0,67	
	Sucesso	1	12	0,80	
	Depois Insucesso	0	3	0,20	
Estoque	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Sucesso	1	10	0,67	
	Depois Insucesso	0	5	0,33	
Movimentação	Sucesso	1	7	0,47	1,000
	Antes Insucesso	0	8	0,53	
	Sucesso	1	9	0,60	
	Depois Insucesso	0	6	0,40	
Processamento	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Depois Sucesso	1	5	0,33	
	Insucesso	0	10	0,67	
Defeituosos	Sucesso	1	6	0,40	0,607
	Antes Insucesso	0	9	0,60	
	Sucesso	1	10	0,67	
	Depois Insucesso	0	5	0,33	
Espera	Sucesso	1	7	0,47	1,000
	Antes Insucesso	0	8	0,53	
	Sucesso	1	10	0,67	
	Depois Insucesso	0	5	0,33	
Transporte	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Sucesso	1	11	0,73	
	Depois Insucesso	0	4	0,27	

Apêndice A3: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Aplicação

Aplicação		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Superprodução	Sucesso	1	3	0,20	0,035
	Antes Insucesso	0	12	0,80	
	Sucesso	1	10	0,67	
	Depois Insucesso	0	5	0,33	
Estoque	Sucesso	1	2	0,13	0,007
	Antes Insucesso	0	13	0,87	
	Sucesso	1	7	0,47	
	Depois Insucesso	0	8	0,53	
Movimentação	Sucesso	1	1	0,07	0,001
	Antes Insucesso	0	14	0,93	
	Sucesso	1	7	0,47	
	Depois Insucesso	0	8	0,53	
Processamento	Sucesso	1	2	0,13	0,007
	Antes Insucesso	0	13	0,87	
	Sucesso	1	2	0,13	
	Depois Insucesso	0	13	0,87	
Defeituosos	Sucesso	1	3	0,20	0,035
	Antes Insucesso	0	12	0,80	
	Sucesso	1	10	0,67	
	Depois Insucesso	0	5	0,33	
Transporte	Sucesso	1	2	0,13	0,007
	Antes Insucesso	0	13	0,87	
	Sucesso	1	10	0,67	
	Depois Insucesso	0	5	0,33	

Apêndice A4: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Análise/Síntese

Análise/Síntese		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Superprodução	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Sucesso	1	8	0,53	
Depois	Insucesso	0	7	0,47	1,000
	Sucesso	1	7	0,47	
	Antes Insucesso	0	8	0,53	
Estoque	Sucesso	1	8	0,53	1,000
	Depois Insucesso	0	7	0,47	
	Sucesso	1	1	0,07	0,001
Movimentação	Antes Insucesso	0	14	0,93	
	Sucesso	1	4	0,27	
Depois	Insucesso	0	11	0,73	0,000
	Processamento Sucesso	1	0	0,00	
	Antes Insucesso	0	15	1,00	
Processamento	Sucesso	1	2	0,13	0,007
	Depois Insucesso	0	13	0,87	
	Defeituosos Sucesso	1	10	0,67	0,302
Defeituosos	Antes Insucesso	0	5	0,33	
	Sucesso	1	9	0,60	
Depois	Insucesso	0	6	0,40	0,607
	Espera Sucesso	1	2	0,13	
	Antes Insucesso	0	13	0,87	
Espera	Sucesso	1	6	0,40	0,607
	Depois Insucesso	0	9	0,60	
	Transporte Sucesso	1	5	0,33	0,302
Transporte	Antes Insucesso	0	10	0,67	
	Sucesso	1	8	0,53	
Depois	Insucesso	0	7	0,47	1,000

Apêndice A5: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Avaliação

Avaliação		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Estoque	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Sucesso	1	8	0,53	1,000
	Depois Insucesso	0	7	0,47	
Movimentação	Sucesso	1	6	0,40	0,607
	Antes Insucesso	0	9	0,60	
	Sucesso	1	8	0,53	1,000
	Depois Insucesso	0	7	0,47	
Processamento	Sucesso	1	1	0,07	0,001
	Antes Insucesso	0	14	0,93	
	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Depois Insucesso	0	11	0,73	
Defeituosos	Sucesso	1	7	0,47	1,000
	Antes Insucesso	0	8	0,53	
	Sucesso	1	12	0,80	0,035
	Depois Insucesso	0	3	0,20	
Espera	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Sucesso	1	10	0,67	0,302
	Depois Insucesso	0	5	0,33	
Transporte	Sucesso	1	4	0,27	0,118
	Antes Insucesso	0	11	0,73	
	Sucesso	1	11	0,73	0,118
	Depois Insucesso	0	4	0,27	

**APÊNDICE B - Tabelas do Teste Binomial para os dados coletados na Universidade
Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA**

Apêndice B1: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Conhecimento

Conhecimento		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Superprodução	Sucesso	1	21	0,88	0,000
	Antes Insucesso	0	3	0,13	
	Sucesso	1	21	0,88	0,000
	Depois Insucesso	0	3	0,13	
Estoque	Sucesso	1	22	0,92	0,000
	Antes Insucesso	0	2	0,08	
	Sucesso	1	22	0,92	0,000
	Depois Insucesso	0	2	0,08	
Movimentação	Sucesso	1	19	0,79	0,007
	Antes Insucesso	0	5	0,21	
	Sucesso	1	21	0,88	0,000
	Depois Insucesso	0	3	0,13	
Processamento	Sucesso	1	15	0,63	0,307
	Antes Insucesso	0	9	0,38	
	Sucesso	1	22	0,92	0,000
	Depois Insucesso	0	2	0,08	
Defeituosos	Sucesso	1	16	0,67	0,152
	Antes Insucesso	0	8	0,33	
	Sucesso	1	20	0,83	0,002
	Depois Insucesso	0	4	0,17	
Transporte	Sucesso	1	23	0,96	0,000
	Antes Insucesso	0	1	0,04	
	Sucesso	1	22	0,92	0,000
	Depois Insucesso	0	2	0,08	

Apêndice B2: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Compreensão

Compreensão	Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Superprodução	Sucesso	1	18	0,75
	Antes Insucesso	0	6	0,25
	Sucesso	1	16	0,67
	Depois Insucesso	0	8	0,33
Estoque	Sucesso	1	18	0,75
	Antes Insucesso	0	6	0,25
	Sucesso	1	21	0,88
	Depois Insucesso	0	3	0,13
Movimentação	Sucesso	1	13	0,54
	Antes Insucesso	0	11	0,46
	Sucesso	1	17	0,71
	Depois Insucesso	0	7	0,29
Processamento	Sucesso	1	9	0,38
	Antes Insucesso	0	15	0,63
	Sucesso	1	12	0,50
	Depois Insucesso	0	12	0,50

Apêndice B3: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Aplicação

Aplicação		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Estoque	Sucesso	1	9	0,38	0,307
	Antes Insucesso	0	15	0,63	
	Sucesso	1	14	0,58	
Movimentação	Depois Insucesso	0	10	0,42	0,064
	Sucesso	1	7	0,29	
	Antes Insucesso	0	17	0,71	
Transporte	Sucesso	1	10	0,42	0,541
	Antes Insucesso	0	14	0,58	
	Sucesso	1	10	0,42	
	Depois Insucesso	0	14	0,58	0,541
	Sucesso	1	9	0,38	
	Depois Insucesso	0	15	0,63	

Apêndice B4: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Análise/Síntese

Análise/Síntese		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Estoque	Sucesso	1	15	0,63	0,307
	Antes Insucesso	0	9	0,38	
	Sucesso	1	17	0,71	
Movimentação	Depois Insucesso	0	7	0,29	0,064
	Sucesso	1	8	0,33	
	Antes Insucesso	0	16	0,67	
Processamento	Sucesso	1	10	0,42	0,541
	Antes Insucesso	0	14	0,58	
	Sucesso	1	9	0,38	
Transporte	Depois Insucesso	0	15	0,63	0,307
	Sucesso	1	7	0,29	
	Depois Insucesso	0	17	0,71	
	Sucesso	1	11	0,46	0,839
	Antes Insucesso	0	13	0,54	
	Sucesso	1	9	0,38	
	Depois Insucesso	0	15	0,63	0,307
	Sucesso	1	9	0,38	
	Depois Insucesso	0	15	0,63	

Apêndice B5: Teste Binomial aplicado ao grupo de variáveis do NDC Avaliação

Avaliação		Categoria	N	Prop. Observadas	Exact Sig. (2-tailed)
Movimentação	Sucesso	1	9	0,38	0,307
	Antes Insucesso	0	15	0,63	
	Sucesso	1	11	0,46	0,839
	Depois Insucesso	0	13	0,54	
Processamento	Sucesso	1	7	0,29	0,064
	Antes Insucesso	0	17	0,71	
	Sucesso	1	11	0,46	0,839
	Depois Insucesso	0	13	0,54	
Transporte	Sucesso	1	11	0,46	0,839
	Antes Insucesso	0	13	0,54	
	Sucesso	1	16	0,67	0,152
	Depois Insucesso	0	8	0,33	

**APÊNDICE C – Questionário semi-estruturado – Perfil e Opinião dos alunos sobre
Atividade Construtivista no Ensino de Engenharia de Produção**

Perfil Alunos Curso de Graduação em Engenharia de Produção

Os dados coletados neste questionário serão utilizados para descrever o perfil de uma turma matriculada na disciplina de Programação e Controle da Produção do CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

A identificação dos alunos nesse questionário será utilizada apenas para possibilitar a atribuição da frequência dos alunos que participaram das aulas dos dias 16 e 18 de maio de 2011.

Os nomes dos alunos não serão divulgados nessa pesquisa.

Agradeço a participação de todos.

Obs: entendam nesse questionário entendam "Momento 1", como sendo a aula do dia 16, e "Momento 2", como sendo a aula do dia 18.

***Obrigatório**

Nome: *

Período *

Já estagiou? *

- ☐ SIM
☐ NÃO

Participa ou participou

- ☐ Iniciação Científica - IC
☐ Programa de Extensão - PE
☐ Empresa Junior - EJ
☐ Programa de Intercambio
☐ Competições Acadêmicas (Baja, Aerobaja, Desafio Sebrae...)

Se participou de IC, PE ou EJ, em qual área da Engenharia de Produção atuou (respectivamente)?

Quantas visitas técnicas promovidas por disciplinas do curso você participou?

Você cursou alguma disciplina que utilizou simulações como a apresentada no momento 2?

Com relação às metodologias de ensino utilizadas nos dois momentos da aula sobre a Filosofia JIT

☐ SIM

☐ NÃO

Se sua resposta foi afirmativa, diga quais disciplinas

Com relação às metodologias de ensino utilizadas nos dois momentos da aula sobre a Filosofia JIT

Que nota (de 0 a 10) você daria para os métodos adotados nos Momentos 1 e 2 *

Dê uma nota para cada momento (ex. {Momento 1 - 0,0} / {Momento 2 - 0,0})

Em relação ao entendimento dos conceitos, você considera: *

☐ Momento 1 melhor do que o Momento 2

☐ Momento 2 melhor do que o Momento 1

Justifique sua resposta *

Você acha que o Momento 1 contribuiu para o melhor entendimento dos conceitos abordados no Momento 2?

Para quem participou dos dois momentos

- ☒ SIM
- ☐ NÃO

Você acredita que seria capaz de entender os conceitos abordados no Momento 2 sem ter participado do Momento 1?

Para quem participou dos dois momentos

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

Você acredita que o jogo foi suficiente para o entendimento dos conceitos apresentados?

Para quem participou apenas do 2º momento

- ☐ SIM
- ☒ NÃO

Você acredita que se tivesse participado do Momento 1, teria entendido melhor os conceitos abordados no Momento 2?

Para quem participou apenas do 2º momento

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

Sugestões de melhoria do Momento 1

Sugestões de melhoria do Momento 2

Enviar

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ANEXO A – Tabela de Distribuição Qui-quadrado

Distribuição do Qui-Quadrado - χ^2_n Os valores tabelados correspondem aos pontos x tais que: $P(\chi^2_n \leq x)$

n	$P(\chi^2_n \leq x)$													
	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995	
1	3,93E-05	0,000157	0,000982	0,003932	0,016	0,102	0,455	1,323	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879	1
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	0,575	1,386	2,773	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597	2
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	1,213	2,366	4,108	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838	3
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	1,923	3,357	5,385	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860	4
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	2,675	4,351	6,626	9,236	11,070	12,832	15,086	16,750	5
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	3,455	5,348	7,841	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548	6
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	4,255	6,346	9,037	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278	7
8	1,344	1,647	2,180	2,733	3,490	5,071	7,344	10,219	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955	8
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	5,899	8,343	11,389	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589	9
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	6,737	9,342	12,549	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188	10
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	7,584	10,341	13,701	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757	11
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	8,438	11,340	14,845	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300	12
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,041	9,299	12,340	15,984	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819	13
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	10,165	13,339	17,117	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319	14
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	11,037	14,339	18,245	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801	15
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	11,912	15,338	19,369	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267	16
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	12,792	16,338	20,489	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718	17
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	13,675	17,338	21,605	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156	18
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	14,562	18,338	22,718	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582	19
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	15,452	19,337	23,828	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997	20
21	8,034	8,897	10,283	11,591	13,240	16,344	20,337	24,935	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401	21
22	8,643	9,542	10,982	12,338	14,041	17,240	21,337	26,039	30,813	33,924	36,781	40,289	42,796	22
23	9,260	10,196	11,689	13,091	14,848	18,137	22,337	27,141	32,007	35,172	38,076	41,638	44,181	23
24	9,886	10,856	12,401	13,848	15,659	19,037	23,337	28,241	33,196	36,415	39,364	42,980	45,558	24
25	10,520	11,524	13,120	14,611	16,473	19,939	24,337	29,339	34,382	37,652	40,646	44,314	46,928	25
26	11,160	12,198	13,844	15,379	17,292	20,843	25,336	30,435	35,563	38,885	41,923	45,642	48,290	26
27	11,808	12,878	14,573	16,151	18,114	21,749	26,336	31,528	36,741	40,113	43,195	46,963	49,645	27
28	12,461	13,565	15,308	16,928	18,939	22,657	27,336	32,620	37,916	41,337	44,461	48,278	50,994	28
29	13,121	14,256	16,047	17,708	19,768	23,567	28,336	33,711	39,087	42,557	45,722	49,588	52,335	29
30	13,787	14,953	16,791	18,493	20,599	24,478	29,336	34,800	40,256	43,773	46,979	50,892	53,672	30
40	20,707	22,164	24,433	26,509	29,051	33,660	39,335	45,616	51,805	55,758	59,342	63,691	66,766	40
50	27,991	29,707	32,357	34,764	37,689	42,942	49,335	56,334	63,167	67,505	71,420	76,154	79,490	50
60	35,534	37,485	40,482	43,188	46,459	52,294	59,335	66,981	74,397	79,082	83,298	88,379	91,952	60
70	43,275	45,442	48,758	51,739	55,329	61,698	69,334	77,577	85,527	90,531	95,023	100,425	104,215	70
80	51,172	53,540	57,153	60,391	64,278	71,145	79,334	88,130	96,578	101,879	106,629	112,329	116,321	80
90	59,196	61,754	65,647	69,126	73,291	80,625	89,334	98,650	107,565	113,145	118,136	124,116	128,299	90
100	67,328	70,065	74,222	77,929	82,358	90,133	99,334	109,141	118,498	124,342	129,561	135,807	140,170	100

ANEXO B - Matriz do Conhecimento da Engenharia de Produção

1.3. Campo de atuação profissional da modalidade Industrial				
Engenharia de Produção				
N.Ordem do Setor	Setor	N.de Ordem dos Tópicos	Tópicos	Conteúdo Específico
1.3.21	Engenharia dos Processos Físicos de Produção			
	1.3.21.01.00		Gestão de Sistemas de Produção	Sistemas de produção. Planejamento e controle da produção. Gestão da manutenção. Projeto de fábrica. Instalações industriais. Organização industrial. Layout/arranjo físico. Processos de fabricação. Logística.
	1.3.21.02.00	1.3.21.02.01	Processos de Fabricação	Processos de Natureza Mecânica: Fabricação de componentes mecânicos: fundição, conformação e usinagem; Junção de componentes mecânicos: montagens e junção permanente. Processos de Natureza Químicos: Sistemas térmicos; Agitação e mistura de fluidos e sólidos; Separação e redução de tamanho de sólidos; Separação de sistemas particulados; Troca térmica entre fluidos. Automação dos processos industriais: Instrumentação e controle (monitoramento dos processos: pressão, temperatura e vazão); Equipamentos automatizados (robótica, fabricação e montagem; transporte, manipulação e armazenagem).
		1.3.21.02.02	Processos de Construção	Sistemas, métodos e processos de construção civil
	1.3.21.03.00	1.3.21.03.01	Planejamento da Produção	Sistemas de produção. Previsão de demanda. Controle de materiais e de estoques. Planejamento agregado da produção. Planejamento das necessidades de materiais. Programação detalhada da produção. Sistemas de controle da produção. Planejamento da capacidade. Sequenciamento da produção.
	1.3.21.04.00	1.3.21.04.01	Controle da Produção	
	1.3.21.03.00	1.3.21.03.02	Planejamento do Produto Industrial	Metodologia de projeto de produtos industriais. Análise de mercado. Ergonomia do produto. Qualidade do produto. Desenvolvimento integrado de produtos e processos. Análise de ciclo de vida de produtos. Tecnologia de
	1.3.21.04.00	1.3.21.04.02	Controle do Produto Industrial	
	1.3.21.05.00		Logística da Cadeia de Suprimentos	Logística empresarial. Logística de suprimentos. Logística de distribuição. Estratégias de localização. Gestão de estoques. Transporte. Logística reversa. Gestão da cadeia de suprimentos. Movimentação e armazenagem.
	1.3.21.06.00		Organização e Disposição de Máquinas e Equipamentos em Instalações Industriais	Instalações industriais. Arranjo físico de máquinas, equipamentos e facilidades. Movimentação de materiais e fluxo de produção. Dimensionamento de áreas. Segurança na movimentação de materiais.
	1.3.21.07.00	1.3.21.07.01	Procedimentos, Métodos e Sequências nas Instalações Industriais - Fabricação	Engenharia de métodos. Planejamento do processos de fabricação. Instalações industriais. Racionalização de processos. Medidas de desempenho. Análise de fluxo de produção.
		1.3.21.07.02	Procedimentos, Métodos e Sequências nas Instalações Industriais - Construção	
	1.3.21.08.00	1.3.21.08.01	Sistemas de Manutenção	Gestão da manutenção. Elaboração de planos de manutenção. Custos de manutenção. Confiabilidade. Funções da manutenção industrial. Organizações típicas de manutenção industrial.
		1.3.21.08.02	Sistemas de Gestão dos Recursos Naturais	

1.3.22	Engenharia da Qualidade			
N.Ordem do Setor	Setor	N.de Ordem dos Tópicos	Tópicos	Conteúdo Específico
	1.3.22.01.00	1.3.22.01.01	Controle Estatístico de Produtos	Fundamentos do controle estatístico de processos. Gráficos de controle. Capacidade do processo. Avaliação de sistemas de medição. Inspeção de qualidade.
		1.3.22.01.02	Controle Estatístico de Processos de Fabricação	
		1.3.22.01.03	Controle Estatístico de Processos de Construção	
	1.3.22.02.00	1.3.22.02.01	Controle Metroológico de Produtos	Sistemas de unidades. Padrões de medidas. Características dos sistemas de medição. Resultados de valores medidos. Instrumentos de medidas lineares e angulares. Instrumentos de medida de pressão e temperatura. Instrumentos de verificação, calibração e controle. Ajustes e tolerâncias. Normalização. Qualidade.
		1.3.22.02.02	Controle Metroológico de Processos de Fabricação	
		1.3.22.02.03	Controle Metroológico de Processos de Construção	
	1.3.22.03.00		Normalização e Certificação de Qualidade	Histórico da qualidade. Controle da qualidade total. Gerenciamento da qualidade total. Ferramentas da qualidade. Sistemas normalizados de qualidade. Auditoria.
	1.3.22.04.00	1.3.22.04.01	Confiabilidade de Produtos	Taxa de falha. Curvas de confiabilidade. Tempo médio entre falhas e tempo médio até a falha. Testes de confiabilidade. Estimativa e avaliação da Confiabilidade de processos e equipamentos. Análise e tratamento da confiabilidade de sistemas.
		1.3.22.04.02	Confiabilidade de Processos de Fabricação	
		1.3.22.04.03	Confiabilidade de Processos de Construção	
1.3.23	Ergonomia			
	1.3.23.01.00	1.3.23.01.01	Ergonomia do Produto	Fundamentos de Fisiologia do Trabalho. Antropometria estática e dinâmica. Dispositivos de informação. Manejos e Controles. Adaptação ergonômica de produtos. Projeto universal. Acessibilidade. Necessidades especiais. Métodos e técnicas em Ergonomia. Análise Ergonômica do Trabalho. Ferramentas ergonômicas. Métodos de modelagem digital. Projeto do Posto de Trabalho. Legislação. Normas e Certificação em Ergonomia. Bases biomecânicas. Trabalho muscular estático e dinâmico. Aplicação de forças. Postura no trabalho. Levantamento e transporte de cargas. LER/DORT. Percepção e processamento de informações. Ergonomia Cognitiva. Análise da atividade cognitiva. Carga mental. Estresse. Agentes estressores. O estresse psíquico e cognitivo. Fases do estresse. Ferramentas para avaliação do estresse. Formas de prevenção do estresse.
		1.3.23.01.02	Ergonomia do Processo	
		1.3.23.01.03	Biomecânica Ocupacional	
		1.3.23.01.04	Psicologia do Trabalho	
	1.3.23.02.00		Organização do Trabalho	Tarefas e cargos. Sistema de produção e os modelos de Organização do trabalho. O modelo clássico Taylorista-Fordista. Proposta de enriquecimento de cargos e a visão sócio-técnica. Os novos paradigmas de organização do trabalho (JIT, Consórcio Modular) - A visão da qualidade e os sistemas flexíveis de manufatura. Os modelos de organização do trabalho sob a fase recente da automação industrial (máquinas de comando numérico, robôs, etc.). A organização do trabalho na era do conhecimento. Macro-ergonomia.
		1.3.23.02.01	Análise de Riscos de Acidentes	Conceitos básicos sobre segurança do trabalho. Sistemas de gestão em higiene e segurança do trabalho. Normas e certificação em HST. Estudo do ambiente de trabalho. Riscos físicos. Riscos químicos. Riscos biológicos.
		1.3.23.02.02	Prevenção de Riscos de Acidentes	Gestão de Programas em HST. Estresse. Trabalho noturno. Treinamento. Gestão de Pessoas. Organização dos serviços de saúde ocupacional. Proteção contra riscos. Proteção contra incêndios. Técnicas de análise de riscos.

1.3.24 Pesquisa Operacional				
N.Ordem do Setor	Setor	N.de Ordem dos Tópicos	Tópicos	Conteúdo Específico
	1.3.24.01.00	1.3.24.01.01	Modelagem	Fundamentos de modelagem. O método Gráfico. Problemas de Minimização e de Maximização. Modelos lineares, não-lineares, inteira e dinâmica. Programação linear e não-linear . Algoritmo simplex. Dualidade. Algoritmo Dual
		1.3.24.01.02	Análise	
		1.3.24.01.03	Simulação	Modelos de filas de espera (teoria das filas). Simulação de sistemas. Introdução à programação inteira. Introdução à programação estocástica.
	1.3.24.02.00		Processos Estocásticos	Problemas de estoques. Cadeias de Markov
	1.3.24.03.00		Processos Decisórios	
	1.3.24.04.00	1.3.24.04.01	Análise de Demandas por Bens	Problemas: de alocação de recursos, de carteiras de investimentos, de transportes e de localização industrial
		1.3.24.04.02	Análise de Demandas por Serviços	
1.3.25 Engenharia Organizacional				
	1.3.25.01.00	1.3.25.01.01	Métodos de Desenvolvimento de Produtos	Produtos como estratégia empresarial. Sistemas de representação do projeto. Projeto conceitual. Projeto básico. Projeto detalhado. Projeto do produto em função da produção. Processo de desenvolvimento de produtos. Gestão do processo de desenvolvimento de produtos. Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Propriedade industrial.
		1.3.25.01.02	Métodos de Organização de Produtos	
	1.3.25.02.00	1.3.25.02.01	Gestão de Tecnologia	Ciência, técnica e tecnologia. Planejamento e gestão da inovação tecnológica. Integração P&D e produção. Gestão do conhecimento na empresa. Propriedade Intelectual.
		1.3.25.02.02	Gestão da Inovação Tecnológica	
		1.3.25.02.03	Gestão da Informação de Produção	Fluxos de informação da produção. Tecnologia de grupo. Métodos de solução de problemas e processos decisórios. Modelagem de processos. Bancos de dados. Segurança da informação. Informação nos processos de avaliação de desempenho.
		1.3.25.02.04	Gestão da Informação do Conhecimento	Distribuição e replicação da informação. Mapas de conhecimento. Bancos de dados distribuídos. Repositórios de materiais de referência. Conhecimento em tempo real. Ferramentas de informática e de comunicação para acesso aos conhecimentos.
	1.3.25.03.00	1.3.25.03.01	Planejamento Estratégico	Estratégia. Métodos de formulação de estratégias. Desdobramentos de diretrizes. Gestão da rotina.
		1.3.25.03.02	Planejamento Operacional	
	1.3.25.04.00		Estratégias de Produção	Estratégia. Formulação de estratégias. Objetivo e avaliação de desempenho.
	1.3.25.05.00		Organização Industrial	Tecnologia de Produção e Estrutura de Mercado. Monopólio e Oligopólio. Fusões e Aquisições. Regulação.
	1.3.25.06.00		Avaliação de Mercado	Mercado alvo.Estratégias de segmentação. Ações de marketing. Plano de marketing. Previsão de vendas. Matriz produto-mercado.
	1.3.25.07.00		Estratégia de Mercado	
	1.3.25.08.00		Redes de Empresa	Redes de cooperação. Tipologias de rede. Conhecimento e aprendizagem coletiva. Inovação colaborativa. Gestão das redes de cooperação. Colaboração em massa.
	1.3.25.09.00		Redes de Cadeia Produtiva	
	1.3.25.10.00		Gestão de Projetos	Elaboração, Planejamento e controle de projetos. Gestão de escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, informações do projeto, riscos. Análise de Viabilidade Técnica de Projetos.

1.3.26	Engenharia Econômica			
N.Ordem do Setor	Setor	N.de Ordem dos Tópicos	Tópicos	Conteúdo Específico
	1.3.26.01.00	1.3.26.01.01	Gestão Financeira de Projetos	Introdução à micro-economia e à macro-economia. Equivalência entre capitais. Métodos de Análise de Investimento (Valor Presente, Taxa Interna de Retorno). Amortização de Empréstimos (Sistema Francês, Sistema de Amortização Constante). Risco e Incerteza. Tributos. Matemática financeira. Conceituar e Classificar Projetos.
		1.3.26.01.02	Gestão Financeira de Empreendimentos	
		1.3.26.01.03	Gestão de Custos	Noções de Contabilidade. Análise das demonstrações contábeis. Classificações de Custos (Custos Fixos x Variáveis, Custos Diretos x Indiretos). Custeio por Absorção x Custeio Variável. Métodos de Custeio (Método dos centros de custos, Custeio baseado em atividades).
		1.3.26.01.04	Gestão de Investimentos	Investimento de capital. Avaliação de alternativas. Investimento de renda fixa. Investimento do projeto. Títulos.
	1.3.26.02.00	1.3.26.02.01	Análise de Riscos em Projetos	Certeza, Risco e Incerteza. Tomada de decisão sob risco.
		1.3.26.02.02	Análise de Riscos em Investimentos	
	1.3.26.03.00		Propriedade Industrial	Propriedade Intelectual: formas e tipos. Lei das patentes. Formas de Obtenção de patentes. Know-how e Segredo Industrial.

ANEXO C – Áreas da Engenharia de Produção

As subáreas do conhecimento relacionadas à Engenharia de Produção que balizam esta modalidade na Graduação, na Pós-Graduação, na Pesquisa e nas Atividades Profissionais, são as relacionadas a seguir.

1. ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO

Projetos, operações e melhorias dos sistemas que criam e entregam os produtos (bens ou serviços) primários da empresa.

Gestão de Sistemas de Produção e Operações

Planejamento, Programação e Controle da Produção

Gestão da Manutenção

Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais: organização industrial, layout/arranjo físico

Processos Produtivos Discretos e Contínuos: procedimentos, métodos e seqüências

Engenharia de Métodos

2. LOGÍSTICA

Técnicas para o tratamento das principais questões envolvendo o transporte, a movimentação, o estoque e o armazenamento de insumos e produtos, visando a redução de custos, a garantia da disponibilidade do produto, bem como o atendimento dos níveis de exigências dos clientes.

2.1. Gestão da Cadeia de Suprimentos

2.2. Gestão de Estoques

2.3. Projeto e Análise de Sistemas Logísticos

2.4. Logística Empresarial

2.5. Transporte e Distribuição Física

2.6. Logística Reversa

3. PESQUISA OPERACIONAL

Resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, através de modelos matemáticos habitualmente processados computacionalmente. Aplica conceitos e métodos de outras disciplinas científicas na concepção, no planejamento ou na operação de sistemas para atingir seus objetivos. Procura, assim, introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar dos elementos subjetivos e de enquadramento organizacional que caracterizam os problemas.

3.1. Modelagem, Simulação e Otimização

3.2. Programação Matemática

3.3. Processos Decisórios

3.4. Processos Estocásticos

3.5. Teoria dos Jogos

3.6. Análise de Demanda

3.7. Inteligência Computacional

4. ENGENHARIA DA QUALIDADE

Planejamento, projeto e controle de sistemas de gestão da qualidade que considerem o gerenciamento por processos, a abordagem factual para a tomada de decisão e a utilização de ferramentas da qualidade.

- 4.1. Gestão de Sistemas da Qualidade
- 4.2. Planejamento e Controle da Qualidade
- 4.3. Normalização, Auditoria e Certificação para a Qualidade
- 4.4. Organização Metrológica da Qualidade
- 4.5. Confiabilidade de Processos e Produtos

5. ENGENHARIA DO PRODUTO

Conjunto de ferramentas e processos de projeto, planejamento, organização, decisão e execução envolvidas nas atividades estratégicas e operacionais de desenvolvimento de novos produtos, compreendendo desde a concepção até o lançamento do produto e sua retirada do mercado com a participação das diversas áreas funcionais da empresa.

- 5.1. Gestão do Desenvolvimento de Produto
- 5.2. Processo de Desenvolvimento do Produto
- 5.3. Planejamento e Projeto do Produto

6. ENGENHARIA ORGANIZACIONAL

Conjunto de conhecimentos relacionados à gestão das organizações, englobando em seus tópicos o planejamento estratégico e operacional, as estratégias de produção, a gestão empreendedora, a propriedade intelectual, a avaliação de desempenho organizacional, os sistemas de informação e sua gestão e os arranjos produtivos.

- 6.1. Gestão Estratégica e Organizacional
- 6.2. Gestão de Projetos
- 6.3. Gestão do Desempenho Organizacional
- 6.4. Gestão da Informação
- 6.5. Redes de Empresas
- 6.6. Gestão da Inovação
- 6.7. Gestão da Tecnologia
- 6.8. Gestão do Conhecimento

7. ENGENHARIA ECONÔMICA

Formulação, estimação e avaliação de resultados econômicos para avaliar alternativas para a tomada de decisão, consistindo em um conjunto de técnicas matemáticas que simplificam a comparação econômica.

- 7.1. Gestão Econômica
- 7.2. Gestão de Custos
- 7.3. Gestão de Investimentos
- 7.4. Gestão de Riscos

8. ENGENHARIA DO TRABALHO

Projeto, aperfeiçoamento, implantação e avaliação de tarefas, sistemas de trabalho, produtos, ambientes e sistemas para fazê-los compatíveis com as necessidades, habilidades e capacidades das pessoas visando a melhor qualidade e produtividade, preservando a saúde e

integridade física. Seus conhecimentos são usados na compreensão das interações entre os humanos e outros elementos de um sistema. Pode-se também afirmar que esta área trata da tecnologia da interface máquina - ambiente - homem - organização.

- 8.1. Projeto e Organização do Trabalho
- 8.2. Ergonomia
- 8.3. Sistemas de Gestão de Higiene e Segurança do Trabalho
- 8.4. Gestão de Riscos de Acidentes do Trabalho

9. ENGENHARIA DA SUSTENTABILIDADE

Planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos diversos, da destinação e tratamento dos resíduos e efluentes destes sistemas, bem como da implantação de sistema de gestão ambiental e responsabilidade social.

- 9.1. Gestão Ambiental
- 9.2. Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação
- 9.3. Gestão de Recursos Naturais e Energéticos
- 9.4. Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais
- 9.5. Produção mais Limpa e Ecoeficiência
- 9.6. Responsabilidade Social
- 9.7. Desenvolvimento Sustentável

10. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Universo de inserção da educação superior em engenharia (graduação, pós-graduação, pesquisa e extensão) e suas áreas afins, a partir de uma abordagem sistêmica englobando a gestão dos sistemas educacionais em todos os seus aspectos: a formação de pessoas (corpo docente e técnico administrativo); a organização didático pedagógica, especialmente o projeto pedagógico de curso; as metodologias e os meios de ensino/aprendizagem. Pode-se considerar, pelas características encerradas nesta especialidade como uma "Engenharia Pedagógica", que busca consolidar estas questões, assim como, visa apresentar como resultados concretos das atividades desenvolvidas, alternativas viáveis de organização de cursos para o aprimoramento da atividade docente, campo em que o professor já se envolve intensamente sem encontrar estrutura adequada para o aprofundamento de suas reflexões e investigações.

- 10.1. Estudo da Formação do Engenheiro de Produção
- 10.2. Estudo do Desenvolvimento e Aplicação da Pesquisa e da Extensão em Engenharia de Produção
- 10.3. Estudo da Ética e da Prática Profissional em Engenharia de Produção
- 10.4. Práticas Pedagógicas e Avaliação Processo de Ensino-Aprendizagem em Engenharia de Produção
- 10.5. Gestão e Avaliação de Sistemas Educacionais de Cursos de Engenharia de Produção