

MONTAGEM DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE BRIGADEIROS: DESCRIÇÃO DE UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO CEFET/RJ

Bernardo José Lima Gomes – b.gomes@superig.com.br

CEFET/RJ, Departamento de Engenharia de Produção

Av. Maracanã, 229 Bloco E 1º andar

20.271-110 – Rio de Janeiro - RJ

Cristina Gomes de Souza – cgsouza@cefet-rj.br

CEFET/RJ, Departamento de Engenharia de Produção

Av. Maracanã, 229 Bloco E 1º andar

20.271-110 – Rio de Janeiro - RJ

***Resumo:** O objetivo do artigo é apresentar uma experiência realizada na disciplina Engenharia de Métodos do Curso de Engenharia de Produção do CEFET/RJ onde os alunos, em aula prática, montaram uma linha de produção de brigadeiros com a finalidade de melhor compreender determinados conceitos e vivenciar diversos problemas encontrados em situações reais de trabalho. A experiência baseou-se no Modelo de Aprendizagem de Kolb o qual baseia-se na psicologia do trabalho e das organizações defendendo uma abordagem experiencial, mediante a interação entre a experiência concreta e a conceitualização abstrata.*

***Palavras-chave:** Modelo de aprendizagem, Ensino de engenharia, Engenharia de métodos*

1. INTRODUÇÃO

As mudanças provenientes da rápida evolução científica e tecnológica determinam a constante necessidade de adoção de novas atitudes e de incorporação de novos conhecimentos e competências. Essa dinâmica afeta diretamente a área da educação demandando novas abordagens e tecnologias de ensino que se refletem no processo de aprendizagem. Conforme Bazzo (2003) o pensar e a capacidade de aprender vêm adquirindo enorme valor, fazendo com que as escolas sejam levadas a repensar a educação, passando a encará-la como processo e não mais apenas como produto.

O processo ensino-aprendizagem não pode hoje ser encarado de maneira simplista ou linear sem deixar de considerar duas importantes variáveis: a complexidade do conteúdo da aprendizagem; e o nível de capacidade de aprendizagem do indivíduo. E são essas variáveis que determinam três pontos de referência para tipos diferentes de modelos de ensino: mecânico-behaviorista; cognitivo-*gestalt*; e humanístico-adulto (MOSCOVICI, 1985).

Ainda segundo Moscovici (1985), o modelo humanístico é o mais indicado para o ensino de adultos quando se tem o conteúdo da aprendizagem complexo e a capacidade do indivíduo elevada. Como método e técnica didática que pode ser considerado adequado ao modelo humanístico tem-se a chamada educação de laboratório que visa mudanças pessoais a partir de aprendizagens baseadas em experiências diretas ou vivenciais.

Dentro dessa perspectiva de aprendizagem experiencial, um dos modelos mais influentes das últimas décadas é o Modelo de Kolb que, baseando-se na psicologia do trabalho e das

organizações, propõe uma abordagem experiencial mediante a interação entre a experiência concreta e a conceitualização abstrata (SMITH, 1997).

De acordo com o Modelo de Kolb o indivíduo sujeito a uma experiência no mundo real analisa o que ocorreu e reflete sobre a ocorrência visando concluir conceitos os quais ao serem testados no mundo real e mostrarem-se adequados e eficazes passarão a fazer parte do conhecimento do indivíduo (BETHLEM, 2002).

Adotando as premissas do Modelo de Kolb, foi realizada uma experiência com a turma da disciplina Engenharia de Métodos do sexto período do curso de Engenharia de Produção do CEFET-RJ onde os alunos construíram uma linha de produção de brigadeiros. O objetivo do artigo é descrever essa experiência de aprendizagem de laboratório onde os alunos puderam através de uma situação de caráter experimental vivenciar situações-problema como as existentes em condições reais de trabalho.

2. O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Estilo de aprendizagem pode ser definido como a forma com que os indivíduos processam as informações e de como se sentem e se comportam nas situações de aprendizagem e face às mesmas (SMITH, 1997). Tal definição implica no reconhecimento da questão da individualidade na aprendizagem, ou seja, as diferenças individuais interferem na maneira de aprender demandando planos e métodos de ensino específicos. Como essa discussão foge ao escopo do trabalho, apresentar-se-á apenas algumas das principais teorias relacionadas à questão da aprendizagem no ensino de engenharia e as que melhor se relacionam com o objetivo do artigo.

De acordo com os fundamentos das diretrizes curriculares para os cursos de engenharia contidos na proposta ABENGE (1998), a grande maioria dos cursos de graduação no Brasil adota uma abordagem baseada no conhecimento, com enfoque no conteúdo, e centrada no professor, com os alunos permanecendo numa posição passiva sem participarem do processo de construção do conhecimento.

Diante de um mundo dinâmico onde *o conteúdo é um produto perecível e que muda muito rapidamente, especialmente na engenharia* (ABENGE, 1998), tal abordagem mostra-se incapaz de formar engenheiros com o atual perfil demandado: *formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade* (Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002), ou seja, profissionais que além do domínio do conteúdo em suas áreas de atuação tenham capacidade de resolver problemas, tomar decisões, trabalhar em equipe e se comunicar.

Como proposta alternativa a essa abordagem, a ABENGE, no documento anteriormente referenciado, propôs a adoção de uma abordagem baseada na competência, com enfoque no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes, e centrado no aluno de modo que este passe a ser um elemento participativo, capaz de construir o conhecimento a partir de uma relação de ensino/aprendizado eficaz desenvolvida com o professor, tornando-se um profissional competente para: a) atuar de forma responsável e criativa no contexto vigente; b) influir no seu aperfeiçoamento; e c) enfrentar os desafios das mudanças que se apresentam.

Nitzke e Carneiro (2001) dizem que a aplicação da Teoria da Epistemologia Genética de Piaget à educação e as posteriores abordagens social-construtivistas, que agrega a importância das interações sociais para o crescimento cognitivo à noção de que a aprendizagem ocorre pela ação do sujeito sobre o objeto de seu conhecimento através de sucessivos processos de assimilação, vem se destacando, entre outras, como uma tendência para a educação superior.

Conforme explicam Nitzke e Carneiro (2001) *Piaget considera que o desenvolvimento cognitivo ocorre como consequência de uma interação entre o sujeito e o objeto fruto de seu interesse. O cérebro humano funciona baseado em esquemas de significação, os quais estão em permanente adaptação através de processos contínuos e simultâneos de assimilação (os esquemas do sujeito modificam-se para incorporar os elementos do objeto) e acomodação (os elementos do objeto são modificados pela ação do sujeito). Assim, para o crescimento cognitivo é necessário que ocorra um desequilíbrio nesse processo, o que ocasionará o*

aparecimento de novos esquemas a partir daqueles já existentes, desencadeando uma espiral crescente ligada a inúmeras outras, através das teias de significação individuais. Neste contexto, a aprendizagem surge como um processo individual que ocorre internamente no sujeito. (...). Nessa visão a figura de um professor que 'ensina' um aluno torna-se incoerente e um novo papel é designado ao professor que passará a auxiliar, incentivar e proporcionar ao aluno a 'construção' do seu conhecimento.

Segundo Moscovici (1985), aprender a aprender, aprender a dar ajuda e participação eficiente em grupo, conforme explicado no Quadro 1, são os meta-objetivos essenciais nesse processo.

Quadro 1 - Meta-objetivos da educação de laboratório

Meta-Objetivos da Educação de Laboratório	
Aprender a aprender	Significa a aprendizagem 'que fica' para a vida, independente do conteúdo. É um processo de buscar e conseguir informações e recursos para solucionar seus problemas, com e através da experiência de outras pessoas, conjugada à sua própria.
Aprender a dar ajuda	Quer dizer estabelecer uma relação com o outro para crescimento psicossocial conjunto. Cada um tem recursos que servem ao outro e precisam ser utilizados com propriedade. O processo de dar (e receber) feedback é fundamental para atingir este objetivo, porquanto conduz a trocas autênticas e construção de confiança e respeito mútuos.
Participação eficiente em grupo	Item que completa o processo permitindo implementar opções conscientes para mudança de comportamentos inadequados, de modo a exercitar interdependência verídica com os demais membros do grupo, de forma natural e espontânea, sem recorrer a manobras manipulativas.

Fonte: MOSCOVICI, 1985

Complementando os aspectos anteriormente citados, é importante destacar que a educação com foco na criança e no adolescente (pedagogia) diferencia-se da educação com foco no adulto (andragogia), tanto nos seus pressupostos quanto nos elementos da prática que devem ser diferenciados, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Pressupostos e elementos da prática – pedagogia X andragogia

Pressupostos	Pedagogia	Andragogia
Autoconceito	Dependência	Autodireção crescente
Experiência	De pouco valor	Aprendizes como fonte de aprendizagem
Prontidão	Pressão social de desenvolvimento biológico	Tarefas de desenvolvimento de papéis sociais
Perspectiva temporal	Aplicação adiada	Aplicação imediata
Orientação da aprendizagem	Centrada na matéria	Centrada no(s) problema(s)
Elementos da Prática	Pedagogia	Andragogia
Clima	Orientação para autoridade; formal; competitivo	Mutualidade/respeito; informal; colaborativo
Planejamento	Pelo professor	Compartilhado
Diagnóstico de necessidades	Pelo professor	Autodiagnóstico mútuo
Formulação de objetivos	Pelo professor	Negociação mútua

Design	Lógica da matéria; unidades de conteúdo	Seqüência em Termos de prontidão; unidades de problemas
Atividades	Técnicas de transmissão	Técnicas de experiência (vivência/indagação)
Avaliação	Pelo professor	Rediagnóstico conjunto de necessidades; mensuração conjunta do programa

Fonte: MOSCOVICI, 1985.

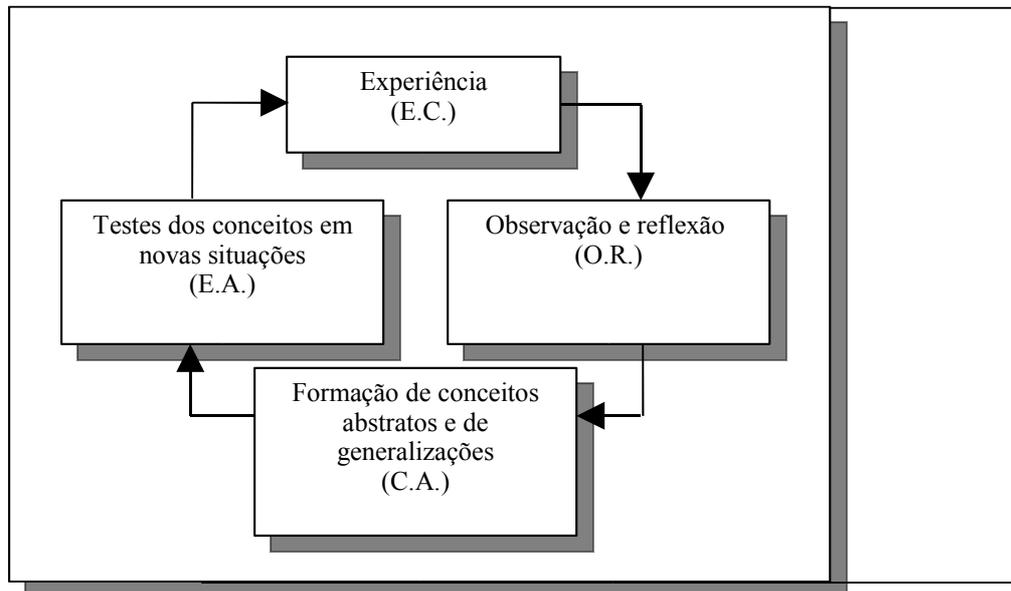
Dentro dessa perspectiva de aprendizagem experiencial, um dos modelos mais influentes das últimas décadas é o Modelo de Kolb que, baseando-se na psicologia do trabalho e das organizações, propõe uma abordagem experiencial mediante a interação entre a experiência concreta e a conceitualização abstrata (SMITH, 1997).

3. O MODELO DE APRENDIZAGEM DE KOLB

Na seqüência do modelo de investigação-ação de Kurt Lewin, a aprendizagem, no Modelo de Kolb, é vista como um processo cíclico constituído de quatro fases: experiência concreta; observação reflexiva; conceituação abstrata; e experimentação ativa (SMITH, 1997).

Conforme o Modelo de Kolb representado na Figura 1, *o indivíduo sujeito a uma experiência no mundo real – no modelo E.C., experiência concreta – analisa o que ocorreu e reflete sobre a ocorrência – O.R., observação reflexiva -, visando concluir conceitos, que lhe permitam enfrentar situações semelhantes futuras com mais eficácia – C.A., conceituação abstrata. Esses conceitos em forma de idéias serão transformados em ações, que serão testadas em situações do mundo real – E.A., experimentação ativa – e, caso demonstrarem-se adequadas e eficazes, passam a fazer parte do conhecimento do indivíduo. Se não se mostrarem adequados, inicia-se outro ciclo E.C., O.R., C.A. e E.A.* (BETHLEM, 2002).

Figura 1 – Modelo de aprendizagem experiencial de Kolb



4. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA LINHA DE PRODUÇÃO DE BRIGADEIROS

4.1 Contextualização da experiência

A construção de uma linha de produção de brigadeiros pode ser considerada uma experiência de educação de laboratório onde os alunos vivenciaram situações-problema como as existentes em condições reais de trabalho.

A referida experiência foi desenvolvida na disciplina Engenharia de Métodos do quinto período da grade curricular do curso de Engenharia de Produção do CEFET-RJ tomando por

base o Modelo de Aprendizagem de Kolb que fundamenta-se na psicologia do trabalho e das organizações defendendo uma abordagem experiencial, mediante a interação entre a experiência concreta e a conceitualização abstrata.

A disciplina Engenharia de Métodos tem por objetivo desenvolver a capacidade de projetar e melhorar a eficiência de um posto de trabalho com técnicas de engenharia de métodos. Entre os tópicos abordados na disciplina tem-se: estudo de tempos e movimentos; processo geral de solução de problemas; análise do processo, da utilização de operações; amostragem do trabalho; medida do trabalho; e desenvolvimento de projeto de um posto de trabalho. Engenharia de Métodos é uma das primeiras disciplinas de conteúdo eminentemente da Engenharia de Produção que os alunos cursam logo após encerrarem o ciclo básico apresentando uma carga horária semanal de 03 (três) horas-aula, sendo 01 (uma) hora-aula de teoria e as outras 02 (duas) de caráter prático, totalizando 02 (dois) créditos.

4.2 Objetivo e metodologia do trabalho

O trabalho foi desenvolvido em aula prática, onde os participantes organizaram-se em equipes cada qual simulando um grupo de cotistas de uma fábrica de montagem de brigadeiros em forminhas. Foi proposto a cada equipe que planejasse e executasse uma linha de produção, para atender ao cliente, fornecendo doces tipo Brigadeiro, considerando critérios de qualidade e produtividade. Foi entregue aos alunos uma listagem para servir de orientação onde identificava-se as necessidades do cliente, seus recursos pré-definidos, suas limitações e principais itens de medição de desempenho. O Quadro 3 apresenta a relação de fatores que deveria ser observada por cada equipe:

Quadro 3 – Listagem de fatores a serem observados na experiência

Relação de fatores a serem observados pelas equipes	
Planejamento	Peso inicial (quantidade de matéria prima) Peso / tamanho por unidade Gabarito Método de processo Layout Especificação Procedimento / higiene / Meio Ambiente
Controle	Rendimento Produtividade do espaço ocupado Produtividade por pessoa total Produtividade por pessoa ativa Produtividade da matéria prima Produtividade total Número de defeitos Quantidade de material de embalagem gasto Quantidade de material de embalagem perdido Retrabalho Custo total Custo unitário Preço da concorrência Preço esperado Lucro / prejuízo esperado
Entregar ao cliente	Apresentação do produto Descrição do processo Procedimento por postos de trabalho Desenho do <i>layout</i> Desenho do <i>layout</i> com fluxo dos materiais neste. Equipe total Equipe ativa Controles gerados Dados de perdas e de produção

De posse da listagem cada equipe teve que organizar-se como uma empresa, estabelecendo responsabilidades, providenciando EPIs, equipamentos, matérias-primas e

embalagem. Cada equipe recebeu a mesma quantidade de massa de brigadeiro para desenvolver o projeto.

Como valores ilustrativos, apenas para avaliação do custo da mão-de-obra, foram considerados os seguintes salários por cargo/hora: Diretoria - R\$5,00; Gerência - R\$3,00; Técnico de qualidade - R\$1,00; e Operador - R\$ 0,50.

As próprias equipes definiram os operadores, a diretoria, a gerência, o controle de qualidade e o marketing. Também realizaram a elaboração de uma sucinta descrição de cargos e responsabilidades, definiram os procedimentos para as atividades que envolviam a produção, estabeleceram os critérios de qualidade, criaram controles para acompanhamento da produção, estudaram e definiram o *layout*; e entregaram ao cliente toda documentação como demonstração do sistema de qualidade.

4.3 Desenvolvimento do trabalho

Cada equipe organizou-se com duas semanas de antecedência, cada qual trazendo os materiais e utensílios que considerassem necessários, com exceção da massa de brigadeiro que foi pré pesada e distribuída na mesma quantidade para cada uma das equipes participantes.

No dia acordado, as equipes foram separadas em duas salas distintas, finalizando o planejamento da linha de produção e o sistema de coleta de dados. Cada equipe teve independência para dividir-se da melhor forma e escolher o formato da linha de produção a ser implementada.

Apesar de terem recebido as tarefas com antecedência, faltou a ambas as equipes anotar os dados de produção, de forma que pudessem depois comparar os resultados. Contudo, foi possível observar diferenças entre as duas equipes conforme mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Comparativo entre as equipes

Atividades	Equipe 1	Equipe 2
Planejamento anterior	Planejamento antecipado principalmente no tocante às necessidades de insumos, gabaritos, dispositivos e EPIs para uma linha de montagem de alimentos.	Pouco planejamento necessitando solicitar certos materiais à equipe 1.
Planejamento no dia de execução da tarefa	Planejamento da linha de montagem, estando atenta ao cumprimento de regras de higiene e uso dos EPIs.	Subdivisão da equipe: enquanto um subgrupo montava a linha de produção; o outro elaborava os procedimentos.
Organização	Apesar de constantemente buscar melhoria nos procedimentos obteve uma linha com fluxo visivelmente regular.	Custou a definir um produto como padrão e acertar sua linha de montagem.
Qualidade	Contava com EPIs adequados ao manuseio dos brigadeiros e trabalhou com gabaritos para padronizar o tamanho dos doces. Trabalho em ambiente limpo e organizado.	Não apresentou qualquer proteção para os operadores nem para o produto; pouca higiene no manuseio do produto e inexistência de sistema que garantisse a uniformidade do produto final
Aspecto do produto	Produtos uniformes, bem embalados, com opções variadas de doces.	Produtos pouco uniformes, sem qualquer adorno e sem embalagem.
Marketing	Elaborou uma campanha de marketing	Não houve qualquer ação nesse sentido

A equipe 1 fez bom trabalho de planejamento providenciando todos os materiais e insumos necessários, inclusive apresentando ao "cliente" produtos diferenciados além do solicitado. Também foi capaz de organizar-se de forma eficiente na linha de produção onde foi possível observar ritmo de operação e ganhos de produtividade conforme o grupo adquiria prática, observava os pontos de melhoria, e estabelecia ações corretivas.

Já a equipe 2 foi mais enfática no dia da apresentação e execução do trabalho no que se refere à elaboração de procedimentos para todos os postos de trabalho propostos. Essa equipe subdividiu-se em duas e, enquanto um subgrupo preocupava-se com a "montagem" da linha de produção, o outro elaborava um plano de qualidade envolvendo procedimentos e descrição de cargos.

As Figuras 1 e 2 ilustram a realização da experiência pela Equipe 1. A Figura 3 mostra a linha de produção montada pela Equipe 2. A Figura 4 apresenta os diferentes produtos – doces tipo brigadeiro – produzidos pelas duas equipes.

Figura 1 – Linha de montagem da Equipe 1



Figura 2 – Outra perspectiva da linha de montagem da Equipe 1



Figura 3 – Linha de montagem da Equipe 2



Figura 4 – Produtos resultantes da experiência



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje faz-se necessário a adoção de abordagens de ensino-aprendizagem capazes de formar profissionais que, além do domínio do conteúdo em suas áreas de atuação, tenham capacidade de resolver problemas, tomar decisões, trabalhar em equipe e se comunicar. Paralelamente, em função da rápida evolução científico-tecnológica que passa a demandar constante atualização de conhecimentos e competências, a postura do professor que 'ensina' um aluno deve ser substituída pelo professor que deve auxiliar, incentivar e proporcionar ao aluno a 'construção' do seu próprio conhecimento.

Baseando-se no Modelo de Kolb que defende uma abordagem experiencial de aprendizagem, foi realizada uma atividade na disciplina Engenharia de Métodos do Curso de Engenharia de Produção do CEFET/RJ na qual os alunos tiveram que desenvolver de uma linha de produção de brigadeiros deparando-se com conceitos e enfrentando situações-problema comumente encontradas em situações reais de trabalho.

A experiência em questão mostrou-se bastante satisfatória possibilitando aos alunos compreender e vivenciar vários conceitos, tomar decisões, solucionar problemas e trabalhar em equipe. A motivação e o envolvimento dos participantes ao longo do desenvolvimento da atividade refletiram-se no seu desempenho na disciplina o que pode ser comprovado através dos relatórios e avaliações posteriormente realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENGE (1998). Proposta de Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia.

BAZZO, W.A , PEREIRA,L.T.V, LINSINGEN, I. (2003) Aprendendo a Desaprender, a Dificuldade da Quebra de Paradigmas. *XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Rio de Janeiro.

BETHLEM, A. (2002). *Estratégia Empresarial*. Editora Atlas. 4ª. Ed. São Paulo.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2002). Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Brasília.

MOSCOVICI, F. (1985) *Desenvolvimento Interpessoal*. LTC. 3ª. Ed. Rio de Janeiro.

NITZKE, J.A , CARNEIRO, M.L.F. (2001) Ambientes de Aprendizagem Cooperativa Apoiados por Computador para Educação em Engenharia. *XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: PUCRS, p. 400-407.

SMITH. J. (1997). Estilos de Aprendizagem na Educação de Adultos. *Revista Portuguesa de Pedagogia*. Ano XXIV. Lisboa.

ASSEMBLY OF A PRODUCTION LINE OF BRIGADIERS: DESCRIPTION OF AN EXPERIENCE OF LEARNING IN THE COURSE OF ENGINEERING OF PRODUCTION OF CEFET/RJ

Abstract: *The objective of the article is to present an experience accomplished in the Methods Engineering discipline of the Production Engineering Course of CEFET/RJ. In this experience the students, in practical class, set up a production line of brigadiers with the best purpose to understand certain concepts and to live several problems found in real situations of work. The experience based on the Learning Model of Kolb which bases on the psychology of work and of the organizations defending an experimental approach, by the interaction between the concrete experience and the abstract concepts.*

Key-words: *Learning process, Engineering education, Methods Engineering*