

Proposta de um jogo de empresa, utilizando os conceitos de desenvolvimento e projeto de produto

Joice Maria Alves dos Anjos (EINSTEIN) joiceanjosadm@gmail.com

Robson Rodrigues (EINSTEIN) robsonrodriguesadm@icloud.com

Carlos Eduardo Francischetti (EINSTEIN) cefrancischetti@gmail.com

Ivan Correr (EINSTEIN) icorrer@yahoo.com.br

Resumo:

Atualmente, as instituições de ensino estão em busca de novas estratégias para auxiliar na formação dos alunos. No que diz respeito aos cursos de graduação, em especial aos cursos de administração e engenharia de produção, existe uma busca de metodologias que permitam a simulação de ambientes produtivos. Uma destas metodologias são os jogos de empresas que proporcionam um ambiente prático e dinâmico, em um aprendizado mais ativo, fazendo com que os alunos possam vivenciar a realidade de empresas dentro da sala de aula. Portanto, a pesquisa atual apresenta uma proposta de um jogo de empresa para desenvolvimento e projeto do produto, aplicando os conceitos de explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e lista de material ("BOM" — *Bill Of Material*), de forma que auxilie na aprendizagem dos alunos na disciplina de administração da produção dos cursos de engenharia de produção e administração. O jogo proposto foi dividido em 3 etapas: Apresentação dos conceitos teóricos do desenvolvimento do projeto do produto; Elaboração da documentação (atividade extraclasse); e Aplicação da dinâmica em sala. Os resultados obtidos apresentam que o jogo proposto auxilia na aprendizagem prática dos conceitos relacionados ao desenvolvimento e projeto de produto, e no envolvimento dos alunos, tendo em vista a criação de um ambiente cooperativo e de sinergia durante o desenvolvimento do projeto.

Palavras-chaves: Jogos de empresa; Administração da Produção; Projeto de Produto.

Proposal of a business game, using the concepts of development and product design

Abstract

Currently, educational institutions are in search of new strategies to assist in the training of students. With regard to undergraduate courses, in particular the courses of administration and production engineering, there is a search for methodologies that allow the simulation of productive environments. One of these methodologies is the business games that provide a practical and dynamic environment in a more active learning, making the students can experience the reality of companies within the classroom. Therefore, the current research presents a proposal for a company game for product development and design, applying the concepts of explosion, assembly diagram, analytical structure and material list ("BOM" - *Bill Of Material*), so that it helps in the students' learning in the discipline of administration of the production of the courses of production and administration engineering. The proposed game was divided and 3 stages: Presentation of the theoretical concepts of product design development; Elaboration of documentation (extraclass activity); and Application of room dynamics. The results show that the proposed game assists in the practical learning of the concepts related to product development and design, and in the students' involvement, in order to create a cooperative and synergistic environment during the development of the project.

Keywords: Business games, Production Management; Product Design

1. Introdução

Os jogos de empresas podem ser incluídos no aprendizado de alunos dos mais diversos cursos, das mais variadas instituições de ensino, de modo a proporcionar um ambiente prático e dinâmico, em um aprendizado mais ativo, fazendo com que os discentes possam vivenciar a realidade de empresas dentro da própria universidade (GRAMIGNA, 1993).

Gramigna (2010) defende a inserção de jogos de empresas na formação dos alunos devido ao favorecimento da compreensão de conceitos, estimulando o comportamento atitudinal, possibilitando ainda que os alunos aprimorem habilidades interpessoais, permitindo também a comparação com a realidade das empresas na mensuração de resultados, dando ampliação na ação criativa, motivando o trabalho e comprometimento com toda a equipe, auxiliando na coerência das tomadas de decisões, prevendo ainda as mudanças comportamentais que favorecem o desempenho profissional dos participantes.

No que diz respeito à aplicação de jogos de empresas nos cursos de engenharia e administração, destacam-se: Fábrica de caneta (SOUZA e SILVA, 2003; COSTA e JUNGLES, 2006; ALTHOFF et al, 2009); Jogo do barco (PANTALEÃO et al, 2003; SHIWAKU et al, 2004; BATISTA et al, 2011; DIAS et al, 2012; PACCOLA et al, 2014); dentre outros jogos e dinâmicas.

Estes jogos abordam em especial conceitos de produção puxada e empurrada, e não evidenciam a aplicação dos conceitos de produção relacionados ao desenvolvimento e projeto do produto.

Portanto, a presente pesquisa apresenta uma proposta de um jogo de empresa para desenvolvimento e projeto do produto, aplicando os conceitos de explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e lista de material (*"BOM"* — *Bill Of Material*), de forma que auxilie na aprendizagem dos alunos na disciplina de administração da produção dos cursos de engenharia de produção e administração.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Jogos de empresas

A aprendizagem é o processo no qual o estudo se realiza; ela ocorre durante toda a existência de um sujeito, dando-lhe motivação na busca da solução de uma situação-problema, de modo que, ao atingir sua meta, percebe modificações de modo duradouro. Isto significa que, desde o nascimento, o processo de aprendizagem é constante e permanente (GRAMIGNA, 1993).

Por simular o real, o jogo permite o aumento das chances do aluno de fato entender o conteúdo, uma vez que, ao participar ativamente de um evento simulado (e não mais como mero espectador de conteúdos transmitidos), além das sensações tradicionais (visão e audição), o aluno vivenciará a soma de sentimentos e emoções que ocorrerão no momento dessa prática forjada, dinâmica. Nesses momentos, a espontaneidade, a competição, o prazer e a liberdade proporcionados pelos jogos os classificam como ferramentas eficazes de ensino (MARTINELLI, 1987).

Com isso, os alunos conseguem aprimorar seus conhecimentos de modo a tomar decisões, resolver problemas, e vivenciar a situação-problema como um todo devido ao ambiente simulador. Por essa prática, o discente, além de ocupar o papel de executivo, ou seja, aquele que pensa e estuda as melhores decisões para as situações apresentadas na empresa, ele enxergará os resultados dessas decisões de modo mais rápido, podendo perceber de modo nítido os erros e os acertos, dentro de uma visão sistêmica e dinâmica de toda a realidade empresarial e ambiental (MARTINELLI, 1987).

De acordo com Sauaia (2000), a concretização de conhecimentos se dá no momento em que

os participantes atuam apresentando suas bagagens de conhecimentos sobre os assuntos. A prática de jogos permite que os conteúdos que já estão disponíveis na memória dos alunos passem a fazer sentido em um sistema integrado de informações, ou seja, conhecimentos adquiridos em momentos anteriores de suas vivências reais se integram aos novos conhecimentos, fazendo com que por si mesmos elaborem conclusões mais acertadas sobre determinadas situações.

O termo jogos de empresas pode ser referenciado por outros termos, tais como: simulações de negócios, simulação de gestão, exercício de gestão simulada, simulação empresarial, atividade empresarial simulada ou somente simulação (MARTINELLI, 1987).

2.2. Projeto do produto

A seguir serão apresentadas as etapas relacionadas ao desenvolvimento do projeto do produto: explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e lista de material (*"BOM" — Bill Of Material*).

2.2.1. Explosão

A explosão do produto remete a sua montagem, momento ao qual é possível observar todas as suas partes, seus componentes, seus subconjuntos, fornecendo entendimento de como realmente o produto funciona e como pode ser montado. Com um bom projeto do produto, é possível reduzir os custos de manufatura, ofertar mais qualidade, e ter maior eficácia e eficiência diante ao processo de produção (SCHAFRANSKI, 2002).

Bralla (1986) explicita que existem certas regras que conduzem a um bom projeto, as quais denomina como princípios básicos para uma produção econômica, são estas:

- a) Simplicidade — significa que o produto deve ter o menor número de peças possível, o menor número de peças complexas possíveis, a menor quantidade de ajustes finos possíveis e as peças devem ter a menor sequência de fabricação possível;
- b) Padronização — os materiais usados devem obedecer a um padrão, permanecendo preferencialmente do mesmo modo em que foram encontrados no mercado para assim se obter vantagens comparativas no processo produtivo;
- c) Modularização — devem-se utilizar subconjuntos compartilhados na composição do portfólio dos produtos sempre que for possível, pois isso garante economia na produção e também no pós-venda;
- d) Relaxamento de tolerâncias — a possibilidade de afrouxamento das tolerâncias nos ajustes onde foram mal especificadas permite o emprego de equipamentos especiais de fabricação e de medição, barateando, desse modo, o sistema produtivo;
- e) Adequação ao nível de produção — o projeto deve ao máximo se adequar ao sistema produtivo de um produto, apresentando quantos mais detalhes semelhantes e possíveis a determinados processos reais dentro das empresas;

2.2.2. Diagrama de montagem

O diagrama de montagem mostra os componentes do produto e seus subconjuntos, agrupados de acordo com a montagem. O diagrama é construído pelo processo que o produto percorrerá até a sua montagem; ele serve para orientar o processo de montagem do produto (SCHAFRANSKI, 2002).

Com o diagrama de montagem é possível ter maiores informações do produto, conhecendo sua estrutura e o processo de fabricação. O subconjunto que compõe o diagrama pode ser

fabricado ou então transformado durante o processo de manufatura. É possível um subconjunto estar dentro de outro subconjunto, podendo ser fabricados separados em um diagrama de montagem. A ordem de fabricação do produto pode ajudar na construção da ordem do diagrama de montagem (BORNIA, 1996).

2.2.3. Estrutura analítica

A estrutura analítica permite visualizar em qual nível o processo se encontra. Ela divide o processo em componentes menores para mais facilmente conseguir fazer sua gerência. A estrutura é parecida com um organograma; no topo, chamado de nível 0, fica a peça, o produto final. No nível 1, são distribuídos os componentes do produto que são citados no diagrama de montagem, sendo as peças e os subconjuntos. No nível 2, são destrinchadas as peças individuais dos subconjuntos (SCHAFRANSKI, 2002).

Na estrutura não pode ocorrer falta de informações referente ao produto, pois é a partir dela que é possível ver o produto por completo, como um todo. Ela é planejada de modo que tenha relação com o processo de fabricação do produto. Ao seu uso benéfico é possível entender em quais pontos é preciso fazer melhorias, ou então mudanças, que tragam maior qualidade ao produto (BORNIA, 1996).

2.2.4 Lista de materiais

Um produto manufaturado pode conter poucos ou até milhares de componentes, os quais podem ser compostos por um único item ou vários subcomponentes (CHUNG; FISHER, 1992).

Para auxiliar o administrador da manufatura a efetuar uma gestão da produção de modo eficiente, diversas técnicas de gerenciamento têm sido propostas, todas elas tendo a lista de materiais como elemento básico do sistema de informação usado na gestão da produção e controle do inventário (GONÇALVES FILHO; MARÇOLA, 1996).

A lista de material, conhecida no inglês como *Bill of materials (BOM)*, é uma relação descritiva e quantitativa de todos os itens ou materiais (submontagens, componentes intermediários, matérias-primas e itens comprados) necessários para se fabricar e/ou montar um produto, podendo ainda trazer instruções de trabalho ou ferramentas requeridas para suportar o processo de manufatura (TATSIPOULOS, 1996).

Por compartilhar suas informações entre quase todos os departamentos da empresa, a *BOM* ainda funciona como um importante elemento de integração dos sistemas de manufatura adotados (TRAPPEY et al., 1996).

Quando finalizada, cada ramo da sua lista de material estará associado a um custo, o que lhe permite avaliar os custos dos produtos de forma mais organizada e determinar o custo do produto final. (TATSIPOULOS, 1996). Além disso, uma lista de materiais bem elaborada auxilia os administradores a lidar com a pressão contínua por melhorias na eficiência de manejo nas manufaturas, especialmente se combinada com mecanismos que permitam a troca de informações entre os diferentes departamentos da empresa.

3. Metodologia e Desenvolvimento da pesquisa do Jogo Proposto

A seguir, será apresentado o jogo desenvolvido na disciplina de Administração da Produção do curso de Administração, na qual foi baseado nos conceitos de desenvolvimento do projeto

do produto: explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e lista de material (“BOM” — *Bill Of Material*).

3.1. Dinâmica do jogo proposto

O jogo foi dividido em 3 etapas: Apresentação dos conceitos teóricos do desenvolvimento do projeto do produto; Elaboração da documentação do projeto do produto (atividade extraclasse); e Aplicação da dinâmica em sala.

Na primeira etapa, foi apresentado pelo professor aos alunos os conceitos teóricos do desenvolvimento do projeto do produto, e demonstrado exemplos práticos do uso do diagrama de explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e BOM.

Na segunda etapa, foram divididos grupos com 5 alunos, que realizaram o trabalho de elaboração da documentação do projeto do produto com atividade extraclasse.

Neste trabalho extraclasse, os grupos tiveram que escolher um produto (brinquedo) com no mínimo 10 peças (montagens) e elaborar toda a documentação do projeto do produto: diagrama de explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e BOM.

Os alunos tiveram o período de uma semana (atividade extraclasse) para elaborarem a documentação do projeto do produto definido e capacitarem os integrantes do grupo para a montagem do produto.

Neste caso, a regra foi que todos deveriam estar capacitados para a montagem individual do produto.

No final da segunda etapa, o grupo deveria entregar ao professor o material desenvolvido para auxiliar na montagem do produto, bem como o produto desmontado (peças soltas).

Na terceira etapa, para a realização da dinâmica, a regra apresentada foi que a montagem do produto não fosse realizada pelo próprio grupo, mas sim por alunos que não tivessem acesso ao desenvolvimento da documentação do projeto do produto.

Esta regra foi definida tendo em vista que o objetivo do jogo foi que com o auxílio da documentação desenvolvida pudesse ser feita a montagem do produto. No caso, se a montagem fosse realizada pelo grupo que desenvolveu o procedimento e documentação, o resultado poderia ser mascarado, tendo em vista o treinamento realizado durante o desenvolvimento da segunda etapa.

Para a realização da dinâmica, o grupo foi dividido da seguinte maneira:

- 1) Três (3) integrantes para a montagem dos produtos de outros grupos, sendo que destes apenas um (1) aluno iria realizar a montagem e os outros alunos o auxiliariam na montagem;
- 2) Dois (2) integrantes para o acompanhamento da montagem de seu produto pelos outros grupos, realizando a cronometragem e registrando as montagens com fotos para o desenvolvimento de um relatório.

Para confirmar a eficiência dos procedimentos e instruções desenvolvidos pelo grupo para a montagem do produto foram realizadas 3 montagens dele, sempre em grupos diferentes, como apresentado na Figura 1:

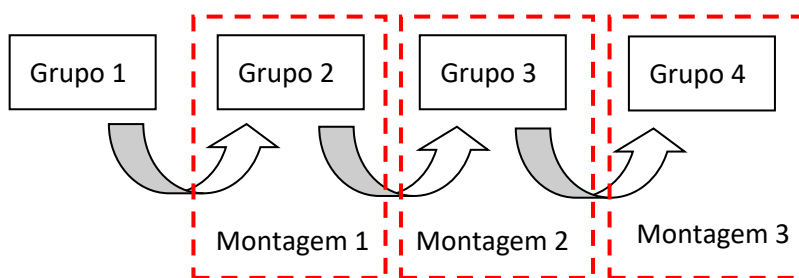


Figura 1 - Descrição da sequência de montagem dos produtos pelos grupos

Fonte: Autoria própria (2017).

As regras para cada procedimento de montagem foram:

- 1) Primeira Montagem: os integrantes do grupo receberam o produto desmontado sem nenhuma informação de como montar, sem nenhum manual de instrução e de que o produto se refere. O grupo teve 5 minutos para realização da tarefa;
- 2) Segunda Montagem: os integrantes do grupo receberam o produto desmontado com o manual de instrução de montagem desenvolvido pelo grupo do produto em questão. O grupo teve 5 minutos para a realização da tarefa;
- 3) Terceira Montagem: os integrantes do grupo receberam o produto desmontado com o manual de instrução desenvolvido, e participaram de um treinamento de 2 minutos por um dos integrantes do grupo do produto que será montado. Após o treinamento, o grupo teve 5 minutos para a realização da tarefa.

3. Resultados e discussões

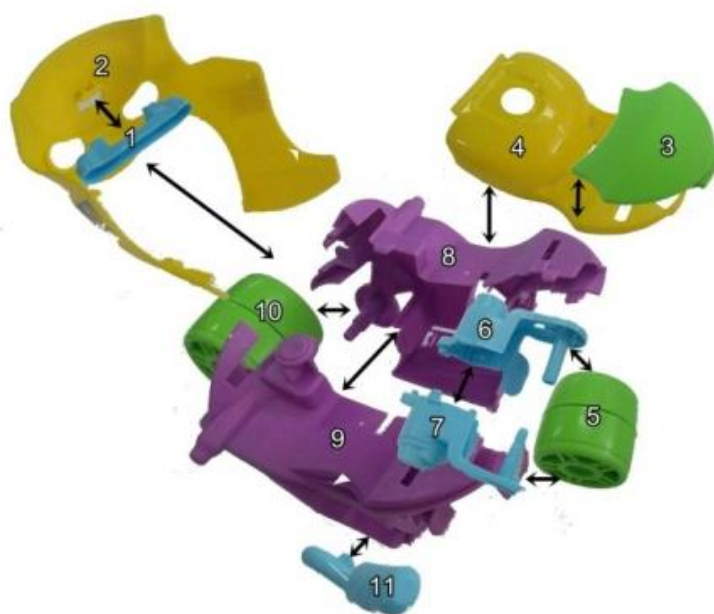
Para a presente pesquisa, o jogo foi realizado com 55 integrantes (11 grupos) da disciplina de Administração da Produção do curso de Administração. A seguir, são apresentados os resultados obtidos e discussões.

Na etapa de elaboração da documentação do projeto do produto (Segunda etapa), realizado extraclasse, todos os grupos desenvolveram o diagrama de explosão, diagrama de montagem, estrutura analítica e BOM.

A Figura 2 apresenta o produto “moto” escolhido por um dos grupos, e as documentações desenvolvidas: Diagrama de Explosão (Figura 3), Diagrama de Montagem (Figura 4), Estrutura Analítica (Figura 5) e Lista de Material - BOM (Figura 6).



Figura 2 – Produto Moto
Fonte: Autoria própria (2017).



Relação das Peças

- 1-Farol
- 2- Carenagem
- 3- Banco
- 4-Tanque
- 5- Roda Traseira
- 6- Eixo Direito
- 7- Eixo Esquerda
- 8- Estrutura Direita
- 9- Estrutura Esquerda
- 10- Roda Dianteira
- 11- Escapamentos

Figura 3 – Explosão do Produto — Relação de Peças
Fonte: Autoria própria (2017).

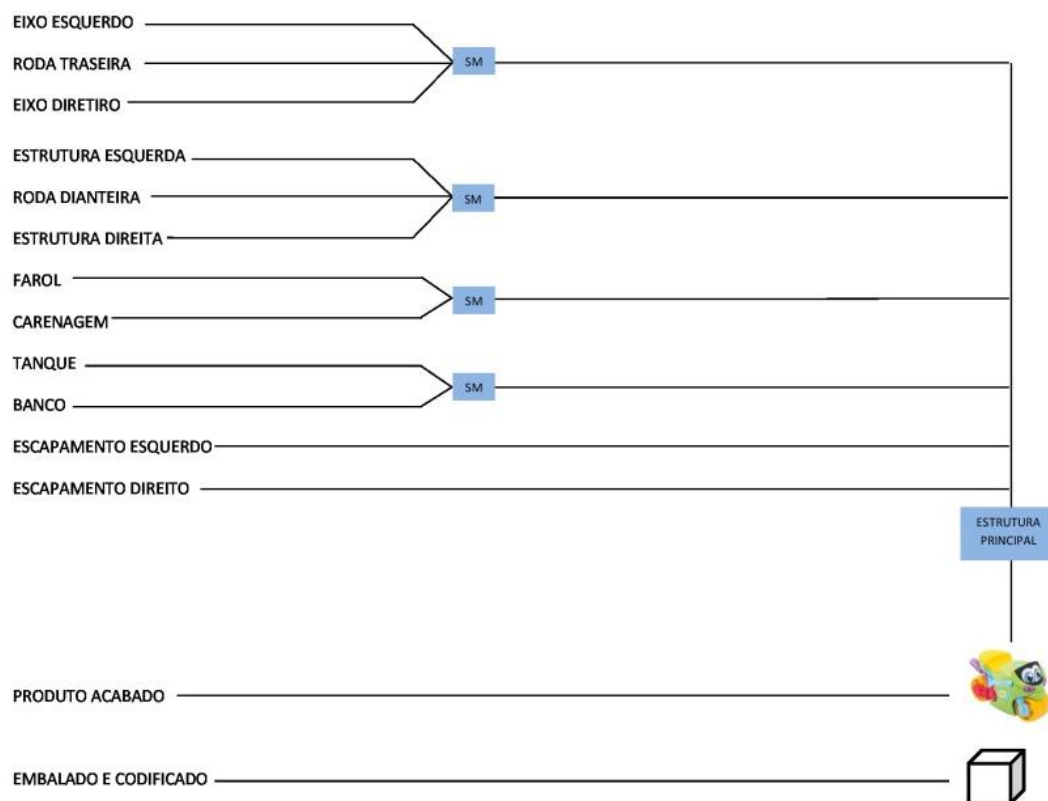


Figura 4 – Diagrama de Montagem
Fonte: Autoria própria (2017)

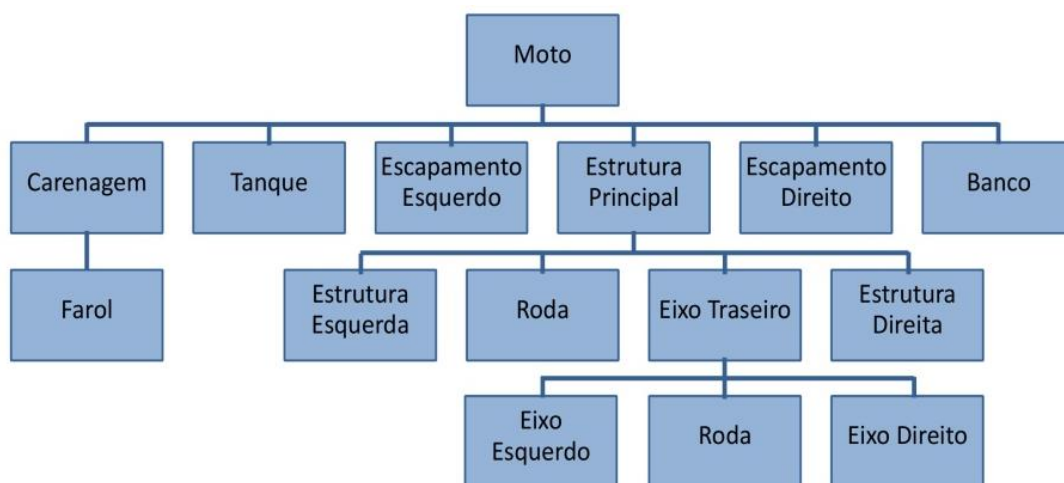


Figura 5 – Estrutura Analítica
Fonte: Autoria própria (2017).

NOME	CÓDIGO	NÍVEL	QUANTIDADE	FORNECEDORES	
				INTERNO	EXTERNO
MOTO		0	01	X	
ESTRUTURA PRINCIPAL	GA	01	01	X	
▪ ESTRUTURA ESQUERDA	GA1	02	01		X
▪ RODA DIANTEIRA	GA2	02	01		X
▪ ESTRUTURA DIREITA	GA3	02	01		X
▪ EIXO TRASEIRO	AL	02	01		X
▪ EIXO ESQUERDO	AL1	03	01		X
▪ RODA TRASEIRA	AL2	3	01		X
▪ EIXO DIREITO	AL3	03	01		X
CARENAGEM	ER	01	01		X
▪ FAROL	ER1	02	01		X
ESCAPAMENTO ESQUERDO	VS1	01	01		X
ESCAPAMENTO DIREITO	VS2	01	01		X
TANQUE	GU1	01	01		X
BANCO	GB2	01	01		X

Figura 6 – Lista de Material (BOM)

Fonte: Autoria própria (2017).

A Figura 7 apresenta um dos grupos montando o produto “moto” com o auxílio da folha de procedimento de montagem.



Figura 7 – Montagem do produto “moto” com auxílio da folha de procedimento de montagem

Fonte: Autoria própria (2017).

Após a realização da dinâmica em sala (terceira etapa), os grupos elaboraram um relatório contando suas experiências, facilidades e dificuldades em montar o produto do outro grupo. No relatório, foram descritos os pontos positivos e os negativos em cada etapa da montagem do produto do outro grupo.

Analisando os relatórios, foi possível identificar que alguns grupos na primeira montagem (execução sem o auxílio do manual de procedimentos) tiveram uma maior dificuldade com a montagem do produto exatamente por não o conhecerem, apresentando dúvidas de como montar e também certa pressão para a execução, pois estava sendo cronometrado o tempo de montagem.

Na segunda montagem, mesmo com auxílio do manual de instruções, alguns grupos ainda relataram dificuldades, pois as instruções apresentadas não eram bem explicativas, faltando informações do processo de montagem, ou seja, a explosão não era rica em detalhes e o passo a passo de como montar o produto não apresentava fácil entendimento. A complexidade, a quantidade e o tamanho das peças dificultaram o manuseio e a conclusão da montagem.

Na terceira montagem, além de contar com o manual de instruções, foi realizado o treinamento, deste modo, os grupos puderam observar as dificuldades e no treinamento focarem no ponto mais crítico da montagem, para assim reduzirem os erros cometidos, reduzindo o tempo de montagem e facilitando a produção.

4. Considerações Finais

O presente trabalho demonstra que a proposta de jogo apresentada auxilia na aprendizagem prática dos conceitos relacionados ao desenvolvimento e projeto de produto: Explosão, Diagrama de Montagem, Estrutura Analítica e Lista de Material (“BOM” — *Bill Of Material*), nas disciplinas de administração da produção nos cursos de administração e engenharia de produção.

A integração dos conceitos teóricos aprendidos em sala, com os conceitos aplicados na prática (extraclasse e dinâmica), auxiliam significativamente a aprendizagem dos alunos aos conceitos abordados.

Durante a realização da dinâmica do jogo proposto, notou-se o envolvimento dos alunos, tendo em vista a criação de um ambiente cooperativo e de sinergia durante o desenvolvimento e projeto de projeto, em especial nas atividades extraclasse.

Portanto, o uso de jogos de empresa se apresenta como uma alternativa importante no aprendizado teórico e prático nas disciplinas. Sugere-se, nesse caso, o desenvolvimento de novos jogos de empresas, em especial nas disciplinas de administração da produção.

5. Referências

ALTHOFF, T.; COLZANI, T. A.; SEIBEL, E. A dinâmica da montadora de canetas: uma simulação baseada em jogos de empresas no ensino da engenharia de produção. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, 2009. Anais. Salvador: Abepro, 2009.

BATISTA, C. S.; OLIVEIRA, F. L.; NASCIMENTO, E .V. Proposta de um jogo didático de gestão da produção. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, MG, 2011. Anais.... Belo Horizonte: Abepro, 2011.

BORNIA, J. C. O Uso do Jogo de Empresas GI-EPS no Treinamento de Decisões Relativas a Preços. Florianópolis 1996. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina.

BRALLA, J. G. Handbook of product design for manufacturing, McGraw-Hill, New York, 1986.

CHUNG, Y.; FISHER, G. W. Illustration of object-oriented databases for the structure of a bill of materials. Computers in Industry, 19, 257-270, 1992.

COSTA, A. C. F.; JUNGLES, A. E. O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada. In: XXVI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXVI, 2006.

DIAS, M. C.; TURRIONI, J. B.; SILVA, C. V. O uso do aprendizado baseado em problemas no ensino da engenharia de produção. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, 2012. Anais. Bento Gonçalves: Abepro, 2012.

GONCALVES FILHO, E. V.; MARCOLA, J. A. Bill of materials modeling: a proposal. Gest. Prod. [online]. 1996, vol.3, n.2, pp.156-172. ISSN 0104-530X. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X1996000200003>.

GRAMIGNA, M. R. M. Jogos de Empresas. São Paulo: Makron Books, 1993. 138 p.

GRAMIGNA, M. R. M. Jogos de empresa e técnicas vivenciais. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MARTINELLI, D. P. A utilização de jogos de empresas no ensino de administração. 1987. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, FEA/USP, São Paulo.

PACCOLA, F. T.; BIANCHI, R. O.; SANTOS C. G. L.; PEREIRA, M. A. C. Jogo do barco: Uma versão inovadora incluindo mapeamento de fluxo e valor. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Juiz de Fora, MG, 2014. Anais. Juiz de Fora: Abenge, 2014.

PANTALEÃO, L. H.; OLIVEIRA, R. M.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem de conceitos de engenharia de produção. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, 2003. Anais. Ouro Preto: Abepro, 2003.

SHIWAKU, M.; BUOSI, J. P.; PAULISTA, P. H.; TURRIONI, J. B.; COSTA JUNIOR, A. G. Resultados da utilização da dinâmica do barco de papel para o ensino da gestão da qualidade. In: XI Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, 2004. Anais. Bauru: SIMPEP, 2004.

SAUAIA, A. C. A. Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas -contribuições para a educação gerencial. 272p. Tese de Doutorado em Administração - Universidade de São Paulo, 2000.

SCHAFRANSKI, L. E. Jogos de Gestão da Produção: desenvolvimento e validação. 2002. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) - UFSC, Florianópolis.

SOUZA E SILVA, M. F. Sistema de produção puxado e sistema de produção empurrado: simulação através de jogo didático de montagem de canetas, associando idéias e conceitos ao ambiente da construção civil. III SIBRAGEC - Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, III, 2003.

TATSIPOULOS, I. P. On the unification of bills of materials and routings. Computers in Industry, 31(3), 293-304, 1996.

TRAPPEY, A.J.C. et al. An object-oriented bill of materials system for dynamic product management. Journal of Intelligent Manufacturing. v.7, 365-371, 1996.