



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Proposta de dinâmica sobre estrutura de produtos e lista de materiais na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto

Everton Luiz Vieira – everton.vieira@unespar.edu.br

Engenharia de Produção – Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

Resumo: A utilização de dinâmicas no ensino superior tem se difundido como uma ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar uma proposta de dinâmica para o ensino dos conceitos apresentados na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto, onde são estudados os temas de estrutura de produto e lista de materiais, no curso de Engenharia de Produção. A dinâmica foi elaborada na seguinte estrutura: explicar os conceitos teóricos; apresentar o trator de brinquedo; explicar as regras; separar os grupos; analisar e discutir os resultados da atividade. Como resultados foi possível identificar uma melhor assimilação dos conceitos desenvolvidos na disciplina nos temas abordados, tendo um alto nível de satisfação por parte dos alunos na realização dinâmica, mostrando que a estratégia de aprendizagem ativa trás o aluno como protagonista nas práticas de ensino, melhorando a assimilação dos conteúdos teóricos por meio de dinâmicas que simulam a realidade.

Palavras-chave: Ensino aprendizagem; estrutura de produto; projeto de produto; dinâmica.

Proposal for dynamics on product structure and bill of materials in the Product Design and Development discipline

Abstract: The use of dynamics in higher education has spread as a tool to support teaching and learning. This research aims to present a dynamic proposal for teaching the concepts presented in the Product Design and Development course, where the topics of product structure and bill of materials are studied in the Production Engineering course. The dynamic was elaborated in the following structure: explain the theoretical concepts; present the toy tractor; explain the rules; separate the groups; analyze and discuss the results of the activity. As a result, it was possible to identify a better assimilation of the concepts developed in the discipline in the approached themes, having a high level of satisfaction on the part of the students in the dynamic realization, showing that the active learning strategy brings the student as protagonist in the teaching practices, improving the assimilation of theoretical contents through dynamics that simulate reality.

Keywords: Teaching learning; product structure; product design; dynamics.

1. Introdução

O perfil dos alunos dos cursos de graduação vem se alterando, o que força uma constante evolução no ensino de engenharia, por causa do acesso as tecnologias que estão disponíveis. Segundo Carvalho et al. (2001) e Moscinski (2007) a formação do engenheiro deve ser baseada na tomada de decisões, busca de informações e sabedoria para saber onde aplicá-las, sendo um grande desafio para os docentes no processo de formação destes profissionais. Com o uso de jogos no processo de ensino-aprendizagem, os alunos podem desenvolver habilidades de raciocínio, cognitivas e de resolução de problemas, tornando possível a tomada de decisões (SOUSA, 2016; ARAUJO et al, 2023).

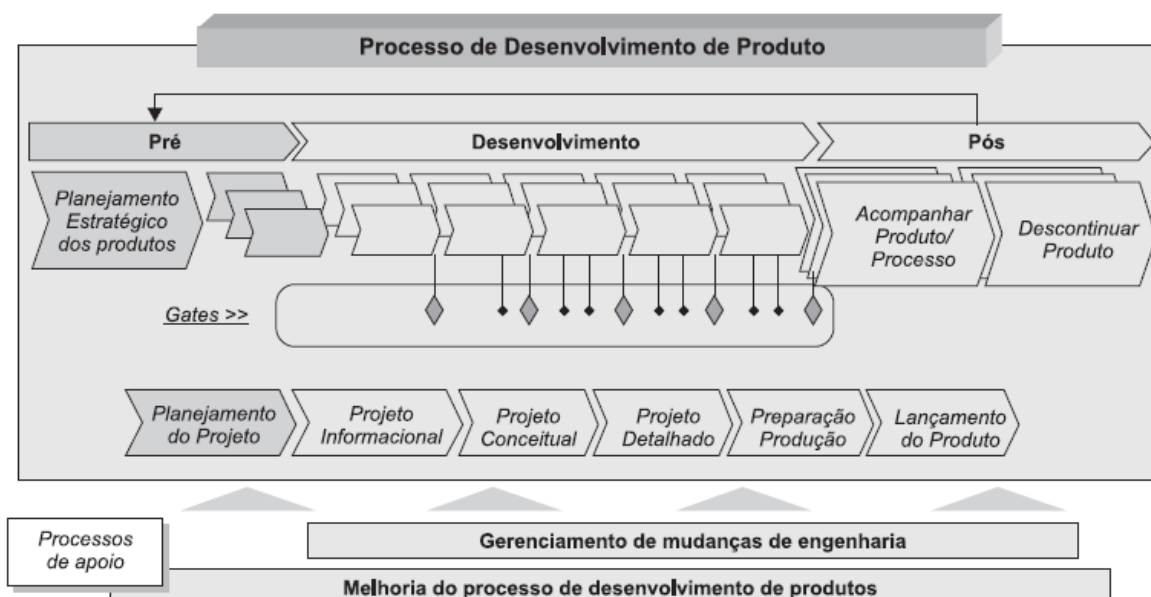
Segundo Althoff et al. (2009) a engenharia de produção vem evoluindo para o modelo de aprendizagem ativa, com a realização constante de dinâmicas de ensino, o uso dessas abordagens está se difundindo como uma alternativa eficaz no entendimento dos conceitos técnicos. Com a adoção das dinâmicas é possível simular o comportamento da realidade nas empresas, proporcionando aos alunos a possibilidade de experimentação de situação que normalmente são descritas (mas não experimentadas) em aulas expositivas tradicionais.

O objetivo desta pesquisa é apresentar uma dinâmica de grupo como ferramenta de apoio ao ensino da engenharia de produção e dos conceitos apresentados na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto, no curso de Engenharia de Produção, por meio da simulação da elaboração de uma estrutura de produto e lista de materiais, com o uso de um trator plástico de brinquedo. O artigo apresenta inicialmente uma breve descrição dos conceitos de estrutura de produtos, lista de materiais e metodologias ativas de ensino aprendizagem. Na sequência a metodologia é detalhada e os resultados apresentados.

2. Projeto de Produto

Rozenfeld et al. (2006) realizaram a proposição de um modelo de Processo para Desenvolvimento de Produto – PDP, sendo composto por três grandes fases: pré, desenvolvimento e pós. Dentro de cada uma delas, existem desmembramentos em etapas menores, conforme Figura 1.

Figura 1: Modelo de referência PDP



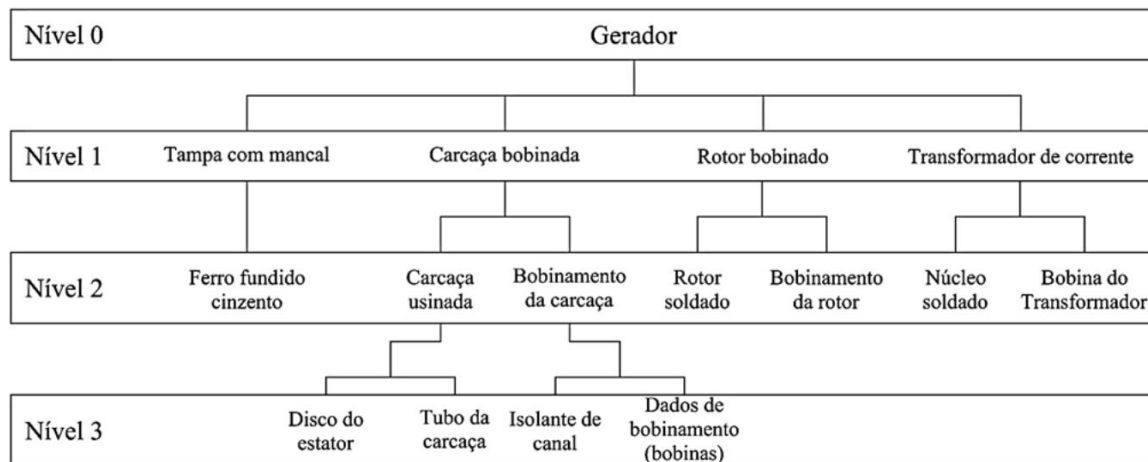
Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Este modelo pode servir como referência para o desenvolvimento de produtos de maneira estruturada nas empresas. Para esta pesquisa, serão utilizados os conceitos de estrutura de produtos e lista de materiais, que ocorrem na etapa de projeto detalhado.

2.1 Estrutura de Produto

De acordo com Gonçalves Filho e Marçola (1996) e Barbosa Filho (2009), uma estrutura ou árvore de produto pode ser definida como um diagrama que identifica e descreve os componentes necessários para fabricação de um produto. Surgem então, diagramas ou árvores de produtos, nesta representação são mostrados o nome, número, relação de dependência, quantidades necessárias, se é comprado ou fabricado, conforme Figura 2.

Figura 2: Estrutura de produtos de um gerador elétrico



Fonte: Slack *et al.* (2009)

Quanto mais alto o número de níveis de itens, mais vertical e horizontal será a estrutura e mais complexa. A ideia é que a estrutura de produto é similar a lista de materiais, que mostram que alguns itens formam demais itens, e que estes geram outros (SLACK *et al.*, 2009).

2.2 BOM – Bill of Material

Para Rozenfeld *et al.* (2006) BOM (bill of material) ou lista de material é uma fonte importante de informações para a manufatura, contendo todas as informações utilizadas por todos os setores e processos envolvidos com a produção do produto. Ela é um elemento da administração de materiais, que forma a base do sistema de informação usada na gestão da produção e no controle de inventário. Essa lista é desenvolvida pelo departamento de engenharia, no momento do desenvolvimento de um produto (ZHOU e CAO, 2019).

Slack *et al.* (2009) cita que a lista de material é uma relação de componentes requeridas para compor o pacote total de um produto, junto com informações referentes aos seus níveis na estrutura do produto e as quantidades necessárias de cada item.

2.3 Metodologias ativas de ensino-aprendizagem

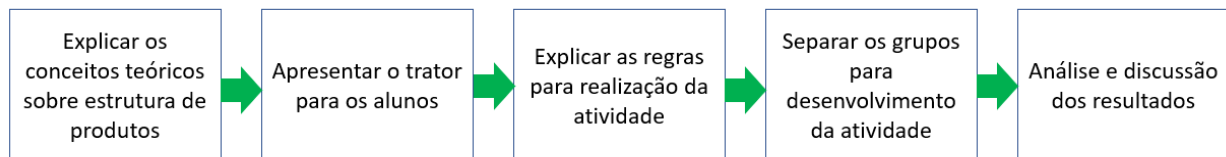
Segundo Araujo *et al.* (2023) as metodologias ativas apresentam uma concepção de formação crítico-reflexiva, baseando-se em estímulos no processo de ensino-aprendizagem, dando origem no envolvimento por parte dos alunos na busca pelo conhecimento. Para Martinelli (1987), as dinâmicas de ensino aprendizagem simulam a realidade, aumentando as chances de o aluno entender o conteúdo da disciplina, pelo fato que, participando ativamente destes eventos simulados sai do papel de mero espectador para protagonista da situação. Com o uso de jogos é possível que os conteúdos que já estão na memória dos alunos façam sentido em um sistema integrado de informações, onde a teoria e prática se encontram na situação simulada.

Uso de metodologias ativas na engenharia de produção foram relatadas por Araujo et al. (2023) onde utilizaram um jogo de ferramentas Lean com cartas para ensino das práticas do Lean Healthcare. Anjos et al. (2017) realizaram a proposta de um jogo de empresa, onde utilizaram conceitos de desenvolvimento e projeto de produto, com uso de uma moto plástica de brinquedo. Possebon et al. (2012) elaboraram uma dinâmica sobre folha de operações padrão, onde o desenho a ser realizado era um “porquinho”. Althoff et al. (2009) apresentaram uma dinâmica para montagem de canetas, simulando jogos de empresas no ensino da engenharia de produção, para aprendizagem dos conceitos de layout e desperdícios de produção. Satolo (2001) aplicou um modelo de simulação ao conceito de produção enxuta no ensino de engenharia de produção, com a fabricação de aviões de papel em uma empresa fictícia. Vieira (2017) apresentou uma dinâmica de ensino aprendizagem simulando uma fábrica de assinaturas, onde foram abordados conceitos de layout e redução de desperdícios, utilizando folhas de papel e caneta. Vieira (2019) apresentou uma dinâmica sobre projeto, construção e execução de células de manufatura, para aprendizagem dos conceitos de manufatura celular na engenharia de produção, utilizando um brinquedo didático chamado Robocano (Santos et al, 2001) e papelão. Santos et al. (2014) apresentou uma dinâmica para o ensino da matriz produto-processo para alunos do curso de engenharia de produção, a dinâmica utiliza fichas coloridas de plástico e tubos de PVC como materiais principais.

3. Metodologia

A prática de ensino sobre estrutura de produto foi desenvolvida na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto, do curso de Engenharia de Produção. Algumas etapas foram seguidas para seu pleno desenvolvimento, conforme Figura 3.

Figura 3: Sequência da atividade



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Inicialmente são apresentados os conteúdos teóricos sobre estrutura de produtos, seu desenvolvimento e importância no projeto e desenvolvimento de produtos. Na sequência o professor realiza a apresentação do trator de brinquedo, que será utilizado como exemplo na atividade, conforme Figura 4:

Figura 4: Trator de brinquedo utilizado na atividade



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Após isso, o professor explica que os alunos deverão analisar e desenvolver a estrutura analítica (árvore de produto) e lista de materiais (BOM – Bill of material) do trator, seguindo os conceitos sobre os temas apresentados em aula. A atividade pode ser realizada em grupos conforme definições do professor e quantidade de alunos da turma. Também pode ser realizada “manualmente” com a utilização de papel e caneta, ou feita diretamente em algum software editor de textos no computador. Por fim, são analisadas as estruturas realizadas e a discussão sobre a execução da atividade prática. Esta atividade foi realizada em uma turma com 4 alunos do curso de Engenharia de produção, o tempo médio para realização da atividade é de 30 minutos.

4. Resultados e discussão

O produto utilizado na atividade sobre estrutura de produto é um trator de brinquedo, que pode ser desmontado, facilitando o entendimento sobre os itens que compõe o produto, conforme Figura 5.

Figura 5: Trator montado



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Após desmontado o trator ficou com 9 itens que fazem parte da estrutura de produto, conforme Figura 6:

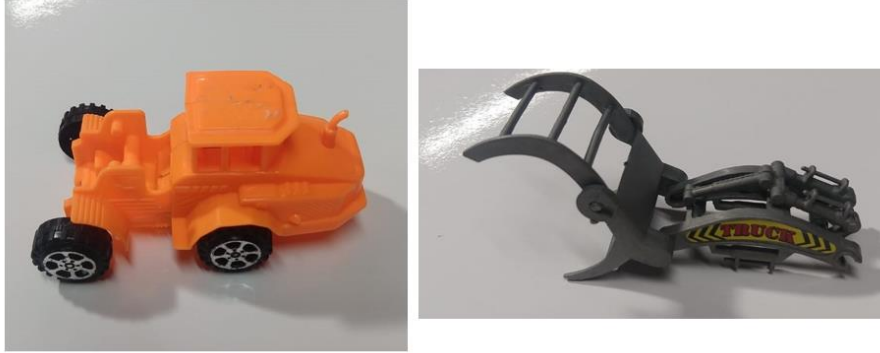
Figura 6: Trator desmontado



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Após o produto ser desmontado, os alunos conseguem visualizar como vão desenvolver a estrutura de produto e seus subconjuntos. Durante a execução da atividade os alunos decidiram separar o trator em dois elementos, que foram denominados de conjunto carroceria e conjunto garra, conforme Figura 7.

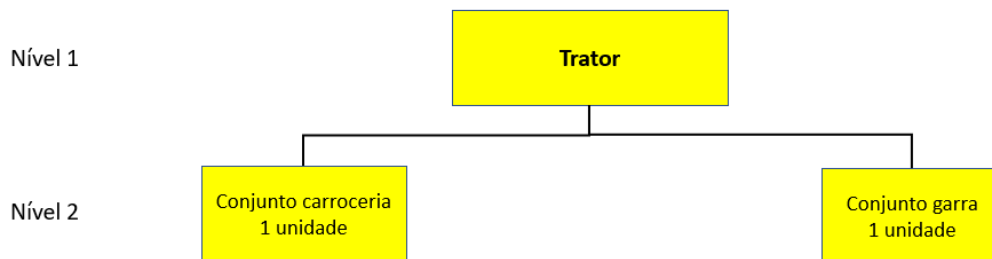
Figura 7: Conjunto carroceria e conjunto garra do trator



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Com essa divisão a estrutura analítica de produto começou de ser desenvolvida, inicialmente tem-se dois níveis, nível 1 para o produto acabado que é o trator montado, nível 2 para o conjunto carroceria e conjunto garra, conforme Figura 8.

Figura 8: Desenho inicial da estrutura de produto do trator com dois níveis



Fonte: Dados da pesquisa

O conjunto garra foi dividido em quatro peças que compõe esta parte do trator, que serão chamados de braço L1, braço L2, garra superior, garra inferior e adesivo truck, conforme Figura 9:

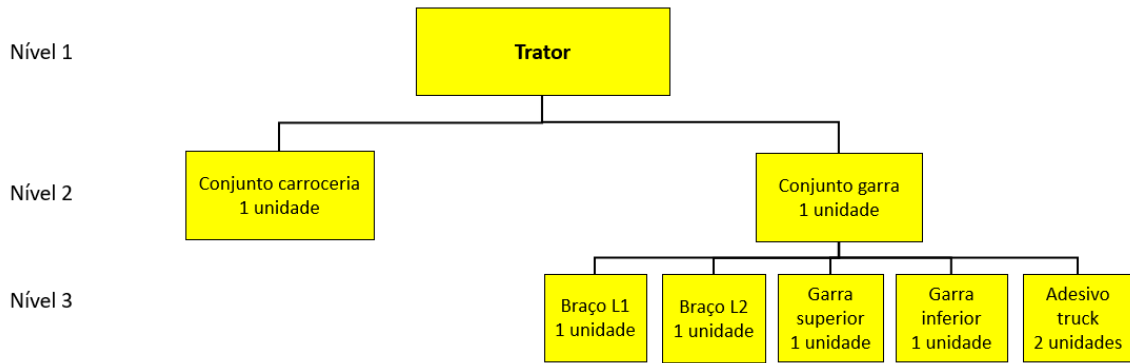
Figura 9: Divisão dos itens do conjunto garra



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

A estrutura analítica foi desenhada para mostrar esse novo nível que foi inserido para o conjunto garra, conforme Figura 10.

Figura 10: Estrutura analítica do nível 3 – Conjunto garra



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Todos os itens do nível 2 da estrutura do conjunto garra consomem apenas uma unidade de cada, no nível 3 apenas o adesivo truck consome duas unidades os outros apenas uma de cada.

Para o conjunto carroceria foi realizada a divisão em cinco partes, que serão chamadas de carroceria L1, carroceria L2, motor, conjunto rodado, conforme Figura 11.

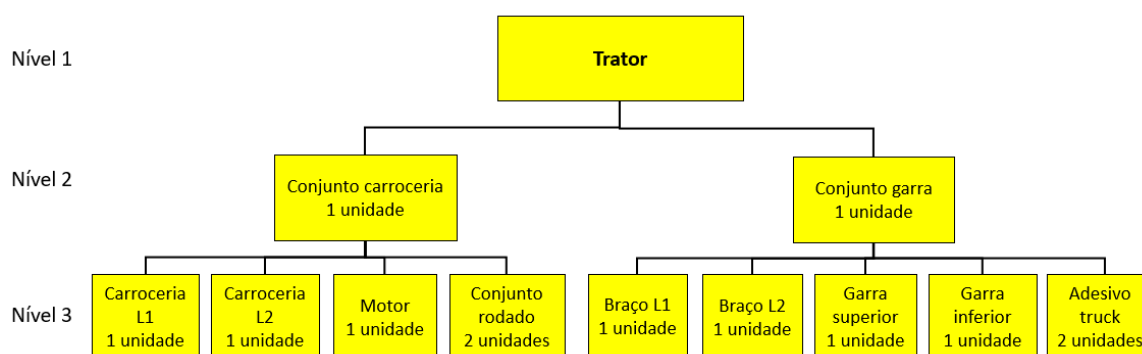
Figura 11: Divisão dos itens conjunto carroceria



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Após a divisão dos itens que compõem a carroceria, a estrutura analítica de produto foi elaborada conforme Figura 12.

Figura 12: Estrutura de produto do trator com os três níveis



Fonte: Dados da pesquisa

Dos itens que compõe o conjunto carroceria no nível 3, apenas o conjunto rodado consome duas unidades, o restante apenas uma de cada.

Uma lista de materiais foi elaborada para identificar todos os itens que compõe o produto, seus níveis, quantidades, se é comprado ou fabricado, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Lista de materiais trator

Descrição	Nível	Quantidade	Comprado	Fabricado
Trator	1	1		x
Conjunto carroceria	2	1		X
• Carroceria L1	3	1		X
• Carroceria L2	3	1		X
• Motor	3	1	X	
• Conjunto rodado	3	2	X	
Conjunto garra	2	1		X
• Braço L1	3	1		X
• Braço L2	3	1		X
• Garra superior	3	1		X
• Garra inferior	3	1		X
• Adesivo Truck	3	2	X	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Ao final da atividade os alunos puderam apresentar a forma escolhida para representar a estrutura analítica e lista de materiais, conforme descritos nesta pesquisa, facilitando o entendimento sobre os conceitos de estrutura de produtos na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto.

4.1 Avaliação da atividade

Depois da realização da atividade foi realizada uma avaliação com uso de questionário, para obter um feedback sobre a percepção dos alunos sobre a atividade realizada, o questionário utilizado foi baseado nos estudos de Vieira (2017):

- Aprendizagem: A sua participação na atividade facilitou a sua aprendizagem dos conceitos teóricos da disciplina?
- Motivação e envolvimento: A aplicação da atividade tornou a aula mais interessante e lhe motivou a participar mais da disciplina?
- Percepção da prática: A atividade permitiu que você pudesse elaborar uma estrutura de produto e lista de materiais com mais facilidade nesta situação real?
- Importância e continuidade: Você acha fundamental que esta dinâmica seja sempre utilizada na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto?

O resultado do questionário pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2: Resultado da pesquisa aplicada aos participantes da atividade

Questões/Alternativas	Concordo totalmente	Concordo	Não Concordo nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
Aprendizagem: A sua participação na atividade facilitou a sua aprendizagem dos conceitos teóricos da disciplina?	100%	0%	0%	0%	0%
Motivação e envolvimento: A aplicação da atividade tornou a aula mais interessante e lhe motivou a participar mais da disciplina?	100%	0%	0%	0%	0%
Percepção da prática: A atividade permitiu que você pudesse elaborar uma estrutura de produto e lista de materiais com mais facilidade nesta situação real?	100%	0%	0%	0%	0%
Importância e continuidade: Você acha fundamental que esta dinâmica seja sempre utilizada na disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Produto?	75%	25%	0%	0%	0%

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

Foi possível identificar com as respostas do Quadro 2, que a atividade teve uma boa aceitação por parte dos alunos, mostrando que a atividade tem potencial para ser utilizada na disciplina em outras turmas.

5. Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi demonstrar uma atividade de ensino aprendizagem sobre estrutura de produto, utilizando um trator de brinquedo, onde foi possível que os alunos entendessem na prática como se desenvolve uma estrutura analítica e lista de materiais.

Este tipo de atividade prática faz com que o papel principal do processo de ensino-aprendizagem desloque para o aluno, que passa a ser o centro do processo, diferentemente do ensino tradicional que enfoca o papel do professor. Isto facilita um envolvimento maior, pelo desejo da busca de aprendizado competitivo e cooperativo. O trabalho em grupo prevalece sobre a apresentação expositiva e individual do docente.

Apesar do trabalho ter sido realizado em uma turma pequena, com 4 alunos, foi possível perceber nos resultados da avaliação que eles tiveram uma boa aceitação com a atividade proposta na disciplina, mostrando que quando o aluno é envolvido no processo de aprendizagem existe um maior engajamento, facilitando a aprendizagem.

Como sugestão para trabalhos futuros, a atividade proposta pode ser utilizada em outras disciplinas e cursos, para facilitar o entendimento sobre estrutura de produto e lista de materiais.

Referências

ALTHOFF, T.; COLZANI, T. A.; SEIBEL, S. (2009); A dinâmica da montadora de canetas - uma simulação baseada em jogos de empresas no ensino da engenharia de produção. Anais..., XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Salvador, Bahia, Brasil.

ANJOS, M. A. D.; RODRIGUES, R.; FRANCISCHETTI, C. E.; CORRER, I. Proposta de um jogo de empresa, utilizando os conceitos de desenvolvimento e projeto de produto. Anais... VII Congresso Brasileiro de engenharia de Produção – CONBREPRO. Ponta Grossa - PR, 2017.

ARAUJO, A. C. B. D., GUIMARÃES, C. P., de QUEIROZ, K. K. S., & PIMENTEL, C. A. (2023). JOGO DAS FERRAMENTAS LEAN: UM JOGO PARA O ENSINO DO LEAN HEALTHCARE. *Revista de Ensino de Engenharia*, 42

BARBOSA FILHO, A. N. Projeto e desenvolvimento de produtos. São Paulo: Atlas, 2009

CARVALHO, A. C. B. D. D.; PORTO, A. J. V.; BELHOT, R. V. Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. *Production*, v. 11, n. 1, p. 81-90, 2001.

GONÇALVES FILHO, E. V.; MARÇOLA, J. A. Uma proposta de modelagem da lista de materiais. *Gestão & Produção*, v. 3, p. 156-172, 1996.

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.

MOSCINSKI, J. Changing tools and methods in engineering education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, 2007, Coimbra - Portugal. *Proceedings...* Coimbra: ICEE, 2007. p. 1-5.

POSSEBON, F. D. R.; FONTANA, J.; HOSS, M. Dinâmica de grupo sobre folha de operações padrão. Anais... XXXII Encontro Nacional de engenharia de Produção – ENEGEP. Bento Gonçalves - RS, 2012.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria dos Processos. Editora Saraiva, São Paulo, 2006.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; JUNIOR, M. V. Robocano: uma dinâmica alternativa para ensinar e aprender gestão da produção. *Revista Gestão Industrial*, v. 9, n. 1, 2013.

SANTOS, L. C.; DE MIRANDA ARNAUD, L.; DUTRA, J. B. Uma dinâmica para o ensino da matriz produto-processo: roteiro e aplicação. Revista Produção Online, v. 14, n. 3, p. 1129-1150, 2014.

SATOLO, E. G. Modelo de simulação aplicado ao conceito da produção enxuta no ensino de engenharia de produção. Revista Gestão Industrial, v. 7, n. 2, 2011.

SLACK, N. et. al. Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUSA, D. D. O ensino e aprendizagem através dos jogos e brincadeiras. Anais... III CONEDUCONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Natal, 2016.

VIEIRA, E. L. Signatures factory: a dynamic alternative for teaching-learning layout concepts and waste disposal. Production, v. 27, 2017.

VIEIRA, E. L.; DA COSTA, S. E. G.; DE LIMA, E. P. Design, construction and execution of manufacturing cells: an alternative dynamic for teaching-learning concepts of cellular manufacturing in production engineering. European Journal of Education Studies, 2019.

ZHOU, C.; CAO, Q. Design and implementation of intelligent manufacturing project management system based on bill of material. Cluster computing, v. 22, p. 8647-8655, 2019.

.