

Fábrica de assinaturas: Uma dinâmica alternativa para o ensino - aprendizagem da disciplina de Projeto de Fábrica e Layout em Engenharia de Produção

Everton Luiz Vieira (UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) vieira@unisep.edu.br

Raquel Biz Biral (UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná) raquel@unisep.edu.br

Resumo:

A utilização de jogos e simulação têm se difundido atualmente como uma ferramenta de apoio ao ensino. Porém estes, ainda estão restritos a poucas opções quando se aborda o ensino de Engenharia de Produção, principalmente devido, à dificuldade de criação e desenvolvimento de um jogo. O presente artigo visa discutir sobre essa realidade e esta necessidade, apresentando como proposta um jogo didático de uma fábrica de assinaturas. A partir disso propomos aos participantes envolvidos e estimulados a modificarem o ambiente fabril, por meio dos conhecimentos adquiridos no decorrer da disciplina de projeto de fábrica e layout. Abordamos diversos tópicos relativos à Engenharia de Produção, como: tipos de layout; cálculo de takt time; padronização de processo; diminuição de transporte; curva de aprendizagem; e atividades que agregam/não agregam valor. Como resultado notamos, dentre diversos aspectos, a significativa melhoria na compreensão e assimilação dos conceitos teóricos por parte dos participantes, com a prática da simulação é possível demonstrar e vivenciar possíveis casos e dificuldades que enfrentarão no dia a dia dentro do ambiente fabril.

Palavras chave: Dinâmicas, Layout, Tempo Takt, Kaizen, Engenharia de Produção.

Signatures factory: a dynamic alternative to the teaching and learning of plant design discipline and Layout in Production Engineering

Abstract

The use of simulation games and have now widespread as a teaching support tool. But these are still restricted to a few choices when it approaches the teaching of Production Engineering, mainly due to the difficulty of creating and developing a game. This article aims to discuss this reality and this need, with as tender an educational game in a factory signatures. From this we propose the participants involved and encouraged to modify the manufacturing environment, through the knowledge acquired during the course of plant layout and design. We cover various topics related to production engineering, such as: types of layout; calculating takt time; standardization process; reduction of transport; learning curve; and activities that add / do not add value. As a result we see, among many things, the significant improvement in the understanding and assimilation of theoretical concepts by the participants, with the practice of simulation can be demonstrated and experience possible cases and difficulties they face on a daily basis within the manufacturing environment

Key-words: Dynamic, Layout, Takt Time, Kaizen, Production Engineering.

1. Introdução

O perfil dos estudantes de graduação vem sendo alterado, forçando uma constante evolução no ensino de Engenharia de Produção, devido ao acesso as tecnologias disponíveis na atualidade. Outro elemento que tem exercido pressão para a mudança nos métodos tradicionais de ensino é o mercado de trabalho. O cenário competitivo das empresas de hoje requer profissionais que possuam competências que nem sempre são desenvolvidas dentro das universidades.

Devido a esses fatores, o modelo tradicional em que o estudante assiste a aula de forma passiva cede lugar à aprendizagem ativa. A aprendizagem ativa é caracterizada pelo forte envolvimento dos estudantes no desenvolvimento de seu próprio conhecimento, que normalmente participam de simulações da prática e projetos para a solução de problemas do mundo real.

Na Engenharia de Produção a transição para o modelo de aprendizagem ativa tem acontecido com frequência na realização de dinâmicas criativas de ensino. Essas dinâmicas geralmente simulam o comportamento de sistemas produtivos e proporcionam aos estudantes a possibilidade de experimentar situações que habitualmente são descritas (mas não experimentadas) em aulas expositivas.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é apresentar um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino da engenharia de produção e dos conceitos apresentados na disciplina de Projeto de Fábrica e Layout, por meio da simulação de um processo produtivo de uma fábrica de assinaturas, a partir do qual se podem abordar diversos conceitos relativos aos sistemas de produção, tempo takt, kaizen, melhoria de processos e trabalho em equipe.

2. Metodologia aplicada

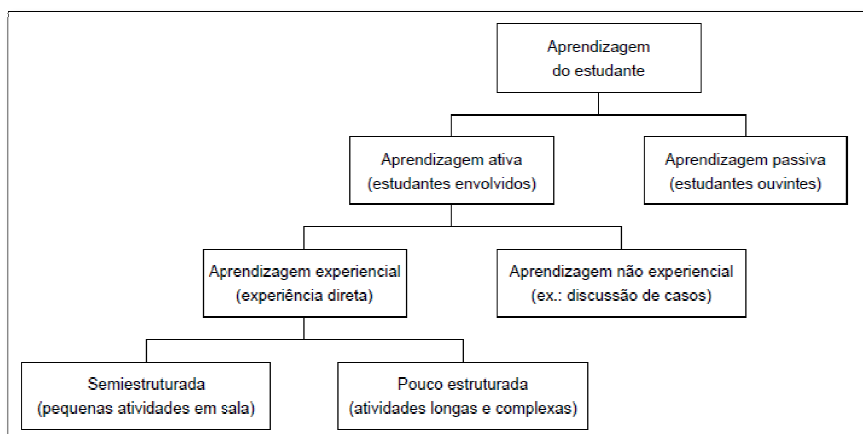
A metodologia de ensino nos cursos de Engenharia de Produção, muitas vezes é encaminhada de forma fragmentada, sem haver uma contextualização e “amarração” das disciplinas, que são complementares. Essa fragmentação tem grande relevância na capacidade que os acadêmicos terão de assimilar os conhecimentos teóricos adquiridos na formação acadêmica, com a sua prática no mercado de trabalho. Assim, destacamos as novas metodologias de aprendizagem como objeto de estudo e pesquisas para docentes e instituições educacionais, a fim de otimizar o processo de ensino aprendizagem, pois com métodos tradicionais de ensino, os acadêmicos são preparados para situações tradicionais, e não ao enfrentamento de situações que requeiram uma análise rápida e eficiente na solução de problemas no seu cotidiano de trabalho.

Assim, várias propostas e modelos inovadores de ensino-aprendizagem tem contribuído para a melhoria do conhecimento, habilidades e atitudes dos engenheiros. Serão abordadas algumas definições: dinâmicas de ensino aprendizagem, tipos de layout, kaizen, tempo takt e desperdícios da produção que foram utilizadas nesse estudo.

2.1 Dinâmicas para o processo de ensino-aprendizagem

Os métodos de ensino tem evoluído ao longo dos anos em direção à aprendizagem por meio do envolvimento direto dos estudantes com os conteúdos ministrados e a realidade (ZEPKE; LEACH, 2010). Em busca dessa evolução, surge o conceito de aprendizagem ativa, definida de uma forma simplificada por Bonwell e Eison (1991, p. 2), como uma abordagem que “envolve os estudantes em fazer coisas e pensar sobre aquilo que estão fazendo”. A aprendizagem ativa é caracterizada pelo grande envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem (HERIOT et al., 2008; PRINCE, 2004), melhorando a capacidade dos mesmos em converter conceitos teóricos em conhecimento prático.

A aprendizagem ativa é um termo amplo e pode se manifestar de várias formas. De acordo com Snider e Balakrishnan (2013), a aprendizagem experiencial é uma forma mais intensa de aprendizagem ativa, já que os estudantes têm a oportunidade de aprender por meio da experiência direta com o objeto de estudo. A figura 01 mostra a visão dos autores em relação aos diferentes modos de aprendizagem ativa.



Fonte: Snider e Balakrishnan (2013)

Figura 01 – Formas de aprendizagem ativa

Na atualidade, a educação experiencial tem se concretizado em sala de aula por meio de dinâmicas interativas de aprendizagem. A aplicação de dinâmicas de ensino-aprendizagem no âmbito da Engenharia de Produção tem sido relatada com frequência em simulações e jogos sobre conceitos da área de gestão da produção. Có, Có e Merigueti (2008), por exemplo, desenvolveram um jogo didático com cartas de baralho para o ensino do conceito de *heijunka*, uma das principais práticas da manufatura enxuta. Lage Junior (2008), por sua vez, utilizou bloquinhos de montagem LEGO® para explicitar as diferenças entre manufatura e remanufatura em ambientes de programação com o sistema MRP I (Material Requirements Planning ou Planejamento das Necessidades de Materiais) e MRP II (Manufacturing Resources Planning) que significa Planejamento dos Recursos de Manufatura).

Em publicações internacionais também podemos identificar dinâmicas que utilizam diferentes tipos de materiais, como por exemplo, jogos de dados (LAMBRECHT et al., 2012), aviões de papel (BILLINGTON, 2004) ou conexões de PVC (SANTOS; GOHR; VIEIRA JUNIOR, 2012). Em geral, essas dinâmicas requerem a participação do estudante em simulações que reproduzem, por analogia, ambientes e processos produtivos de manufatura. Esse tipo de simulação é denominada por Smeds (2003), de simulação social, que se diferencia da simulação computacional por ser caracterizada por interações humanas entre os participantes.

Apresentamos a seguir os conceitos dinamizadores da prática de ensino empregada em nossa proposta de metodologia na disciplina de Projeto de Fábrica e Layout, onde após o acesso aos conceitos teóricos necessários verifica-se na prática a sua eficiência.

2.2 Layout

Conceitualmente layout pode ser definido de forma simplificada e por definições como: “O layout industrial é a representação espacial dos fatores que concorrem para a produção envolvendo homens, materiais e equipamentos, e as suas interações” (CAMAROTTO, MENEGON, 2006).

O layout ou arranjo físico consiste da organização racional de todos os recursos e tecnologias necessárias para a consecução em nível operacional dos objetivos da indústria, materializando-se na forma como esses recursos serão dispostos no espaço tridimensional. Como organização racional entende-se a busca da harmonização e integração de equipamentos, mão-de-obra (direta e indireta), materiais, áreas de movimentação e de estocagem e demais recursos e tecnologias (OLIVÉRIO, 1985).

2.2.1 Tipos de Layout

Existem quatro tipos tradicionais de layouts: layout funcional ou por processo, layout por produto ou em linha, layout posicional e o layout celular. Os tipos de layout encontrados com maior frequência nas empresas são os apresentados e caracterizados brevemente a seguir:

2.2.2 Layout posicional

De acordo com Camarotto, Menegon (2006), este layout é caracterizado por um arranjo espacial onde o material a ser transformado (peça, parte ou item) permanece estático enquanto que os operadores e os equipamentos (recursos transformadores) se movimentam em sua direção. Para Silva (2009), este é um tipo muito particular de layout e, normalmente, é utilizado na fabricação de produtos de grande porte ou produtos que permanecerão fixos no local de fabricação. Exemplo: prédios, pontes, navios, máquinas pesadas, procedimento cirúrgico, etc.

2.2.3 Layout funcional (por processo)

Neste tipo de layout, os equipamentos são agrupados em função da similaridade de suas operações no processo de produção, independente do produto processado. É característico deste tipo de arranjo o agrupamento de máquinas semelhantes formando departamentos ou setores de processos com nomenclatura bastante comum nas fábricas, como: setor de estampagem, departamento de usinagem, seção de pintura, setor de inspeção, etc. Nestas configurações não se identifica a fábrica, ou seus setores, pelos produtos fabricados, mas, pelos seus processos (CAMAROTTO, MENEGON, 2006).

2.2.4 Layout por produto

Neste tipo de layout, a disposição dos postos de trabalho obedece a sequência do processamento do produto, formando um conjunto de equipamentos, mantendo em comum o processamento sequencial de partes de um produto. Neste o recurso transformado se movimento e o recurso transformador fica estático (OLIVÉRIO, 1985).

2.2.5 Layout celular

De acordo com Rother e Harris (2002), uma célula, é definida como um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através da qual as partes são processadas em fluxo contínuo. Os componentes processados são agrupados em famílias (similaridade de formas e/ou dimensões e/ou processos). O layout físico de uma célula em “U” é o mais conhecido, mas muitas formas variadas são possíveis.

2.3 Takt-time

A palavra alemã ‘takt’ serve para designar o compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de ‘ritmo de produção’, quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães (Shook, 1998). O takt-time é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção; é o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção (capacidade disponível) e o número de unidades a serem produzidas (demanda).

2.4 Kaizen

Segundo Werkema (2006), o kaizen é um termo japonês que significa melhoramento contínuo, sendo uma metodologia para o alcance de melhorias rápidas, que consiste no emprego organizado do senso comum e da criatividade para aprimorar um processo individual

ou um fluxo de valor completo.

A filosofia kaizen está baseada na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções baratas que se apoiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática de seus processos de trabalho, com foco na busca pela melhoria contínua. A Toyota se tornou referência de boas práticas e conceitos de classe mundial na aplicação do kaizen, pela eficiência que conduz seus processos, onde estas práticas focam na eliminação de toda e qualquer perda produtiva, convertendo-a em valor (Rother, 2010).

2.5 Jogos e simulações na área de Engenharia de Produção

Atualmente podemos encontrar em vários países do mundo que tem utilizado a aplicação de jogos de empresas como forma complementar de ensino, de modo a realizar a interação entre a teoria x prática, e a possibilidade de interação dos acadêmicos com situações similares a que enfrentarão no seu futuro profissional.

Os jogos de empresas são um tipo de dinâmica na qual se realiza um exercício de tomada de decisão em sequência, buscando o treinamento sistemático de uma equipe ou conjunto de equipes, trabalhando sobre o modelo de uma operação empresarial no qual os participantes assumem posições definidas como se estivessem dentro de uma empresa MURY (2002). Sua principal utilização na atualidade se dá principalmente no treinamento empresarial, e no entanto, uma das dificuldades encontradas é fazer com que o modelo se aproxime ao máximo possível da realidade.

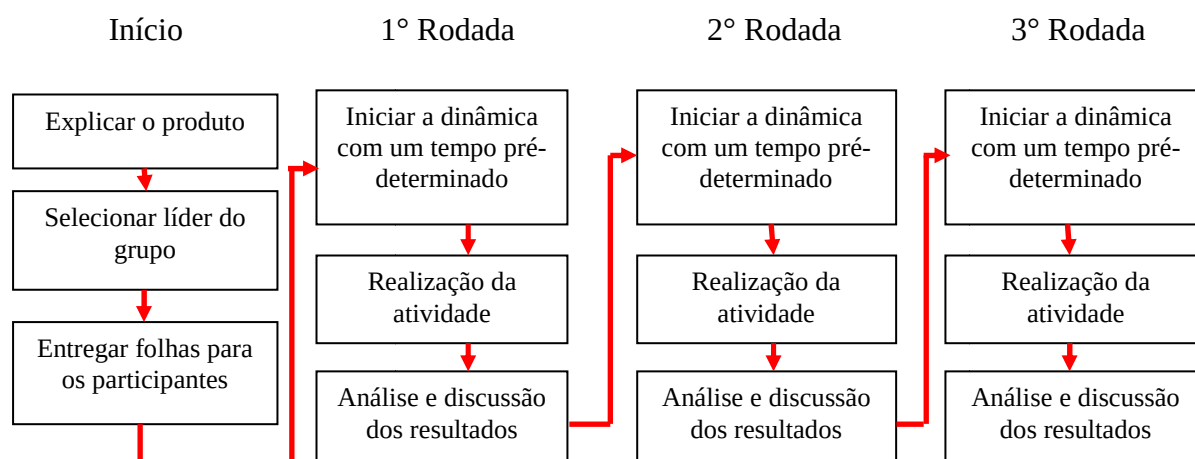
No Brasil, o uso de jogos de empresa ainda é pouco apreciado, pois, para algumas pessoas, os jogos empresariais ainda possuem conotação puramente lúdica e de perda de tempo MIYASHITA (2003). A validade de tais jogos é ainda um paradigma em fase de mudança, as experiências de educadores de diversas instituições mundialmente distribuídas têm sido positivas e promovem uma transformação na forma de se encarar a complementaridade dos jogos, quando aliados aos métodos tradicionais de ensino.

Para que a mudança de paradigma ocorra, são necessários a elaboração de jogos com propósitos específicos que possibilitem a sua realização nas diversas áreas da Engenharia de Produção. Além disso, deve haver também a motivação e à conscientização dos educadores da necessidade de agregar valor e eficiência a seus cursos, seja pela experiência de terceiros, bem como pelos estudos, qualitativos e quantitativos, realizados sobre jogos de empresas, tornando-os mais produtivos e eficazes no processo de ensino aprendizagem.

3. Resultados e Discussão

3.1 Dinâmica de simulação da fábrica de assinaturas

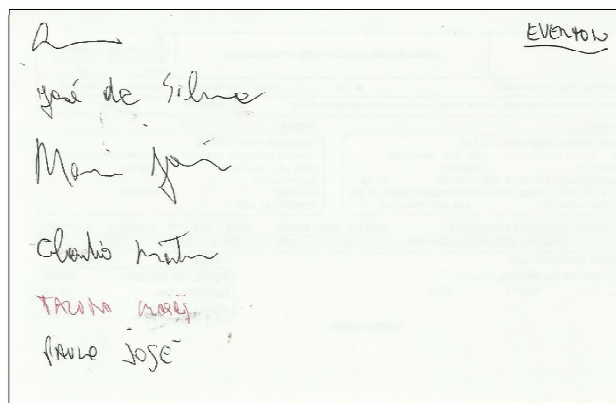
Nesta seção serão descritos os aspectos relativos à proposta de criação de um ambiente fabril simulado, no qual permite a 32 alunos aplicarem os conceitos aprendidos durante as aulas expositivas sobre o conteúdo de tipos de layout. A figura 01 demonstra a sequência da dinâmica consiste das seguintes etapas:



Fonte: Autor

Figura 01 – Sequencia da dinâmica

Também estão inseridos na dinâmica: **Cliente:** Professor; **Fornecedores:** Alunos; **Produto:** Folha com assinaturas de todos os participantes da dinâmica na Figura 02:



Fonte: Autor

Figura 02 – Exemplo folha com assinaturas

3.2 Sistemática da dinâmica:

1. - Cada participante recebe 01 folha de papel em branco, onde deve preencher seu nome no canto inferior direito para identifica-la.
2. - Um líder é indicado pelos alunos, que será o gerente de produção.
3. - Professor informa o tempo que será disponibilizado para as rodadas de produção.
4. - Alunos organizam o processo para a rodada de produção.
5. - Tempo é cronometrado enquanto os alunos recolhem as assinaturas.
6. - Após o tempo atingido o processo é interrompido com o comando do professor.
7. - São verificadas as folhas para analisar se todos assinaram no tempo estipulado.
8. - Cada folha que não conter as assinaturas de todos os participantes é considerada não conforme e será rejeitada pelo cliente.
9. - Discussão dos resultados da rodada e propostas de melhorias.

A proposta foi desenvolvida e realizada com uma turma do curso de Engenharia de Produção na disciplina de Projeto de Fábrica e Layout com 32 alunos na classe assim organizada.

1ª Rodada: Cada participante recebeu a folha de papel em branco onde e preencheu ou identificou com seu nome no canto superior direito para identificá-la. Foi determinado o

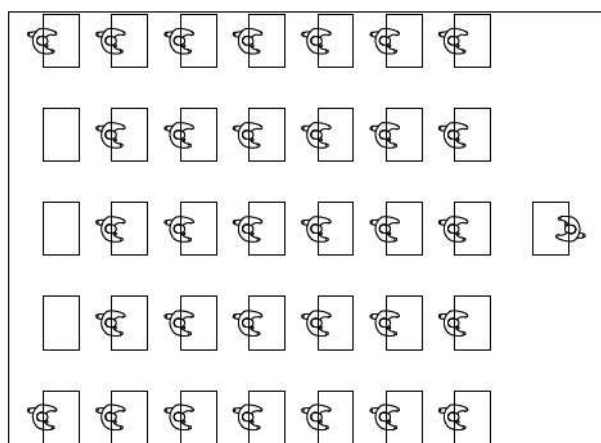
tempo de 120 segundos para realização da primeira rodada de coleta de assinaturas. Com a informação do tempo para a atividade e a demanda, foi calculado o tempo takt:

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}}$$

$$TT = \frac{120 \text{ segundos}}{32 \text{ folhas}} = 3,75 \text{ segundos/folha}$$

Após calcular e analisar o tempo takt, descobriu-se que cada assinatura não poderia ultrapassar 3,75 segundos, então foram atribuídas as etapas seguintes.

Utilizando cronometro o professor autoriza o início da coleta de assinaturas e iniciando a contagem do tempo de 120 segundos. O que podemos observar no primeiro momento é que os alunos iniciam a busca das assinaturas de forma desordenada, nessa primeira rodada o layout da sala estava disposto conforme a figura 03:



Fonte: Autor

Figura 03: Layout da sala de aula durante a 1º rodada

Como não houve uma organização prévia para a realização da 1º rodada, os alunos foram em busca das assinaturas sem um método ou fluxo ordenado, o que gerou grande confusão e desordem, pois cada um abandonou sua carteira indo em direção a outra para coletar as assinaturas.

Ao término do tempo estipulado (120 segundos) o professor informa que não sejam mais assinadas as folhas, é quando todas as folhas são recolhidas pelo professor que as confere. O Cliente (professor) Identifica que, que nenhuma das folhas de identificação estava completa, com as 32 assinaturas necessárias, inicia-se um tempo para discussão e análise da rodada com a turma, para verificar os pontos onde houveram falhas, e que não favoreceram o atendimento da demanda.

Muitos motivos são levantados pelos alunos durante o debate, como:

- Falta de liderança;
- Falta de tempo para organização;
- Falha na organização no espaço;
- Pouco tempo para coleta das assinaturas;
- Falta de treinamento.

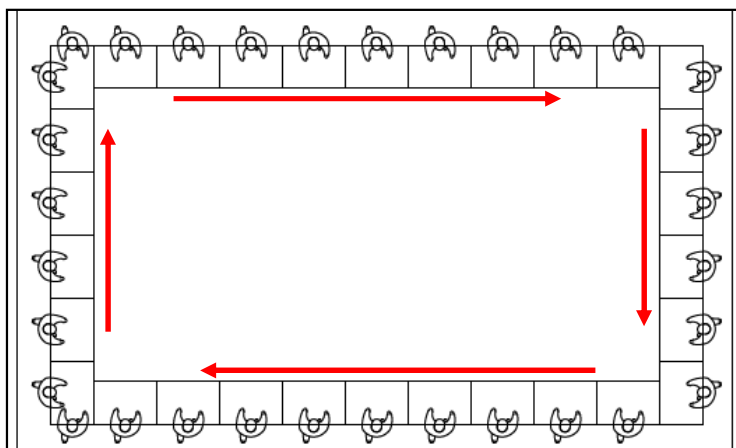
Após o debate e levantamento das causas, o professor fornece um tempo de 5 minutos para o líder juntamente com o grupo organizarem o processo para mais uma rodada de produção.

2º Rodada: Passado o tempo de debate mais uma rodada é sugerida, porém, com algumas alterações em relação a anterior. O tempo para realização da produção será de 80 segundos. Neste caso o tempo takt será:

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}}$$

$$TT = \frac{80 \text{ segundos}}{32 \text{ folhas}} = 2,5 \text{ segundos/folha}$$

Os alunos analisaram os problemas da rodada anterior e sugeriram um novo layout para o processo de assinaturas, as carteiras são organizadas em linha, conforme figura 04.



Fonte: Autor

Figura 04: Layout da sala de aula durante a 2º rodada

Os alunos analisaram que se o processo for disposto em linha, alunos num único lugar e folhas em movimento, haverá menos desperdícios de movimentação desnecessária e transporte, fazendo com que o processo seja mais eficiente.

Após organização do novo layout o professor distribuiu novas folhas, onde cada aluno colocou seu nome na parte superior direita da folha, e informou que a nova rodada terá início, para que todos ficassem apostos em seus devidos lugares. O cronometro é disparado e as folhas são passadas entre os alunos para realização das assinaturas.

Na 2º rodada os alunos concluem a produção em 75 segundos, antes do tempo estipulado, o que gera grande satisfação dos participantes, por terem melhorado o processo e atingido o objetivo.

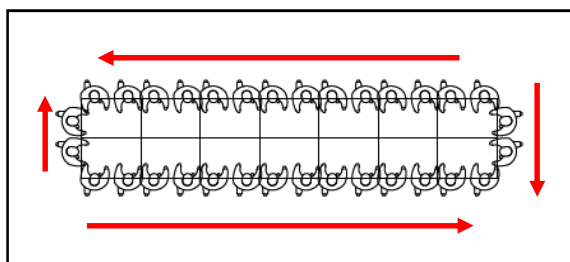
Pode ser analisado que mesmo atingindo o objetivo, algumas situações foram identificadas, como a presença de alguns gargalos de produção, onde algumas folhas foram se acumulando, esses gargalos foram gerados devido ao tamanho da assinatura de alguns alunos. Após o término da rodada o professor confere as folhas para analisar se todas contêm as 32 assinaturas, conferidas as folhas e validado as quantidades o lote de produção foi aprovado.

3º Rodada: O professor sugere mais uma rodada de produção para instigar os alunos a reduzirem os desperdícios e eliminarem os gargalos que foram percebidos na rodada anterior. É disponibilizado um tempo de 5 minutos para os alunos realizarem um novo debate para melhorar o processo. O professor informa que o tempo para entrega do lote será reduzido para 60 segundos, o tempo takt é recalculado:

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda}}$$

$$TT = \frac{60 \text{ segundos}}{32 \text{ folhas}} = 1,875 \text{ segundos/folha}$$

Os alunos identificaram os problemas da rodada anterior e sugeriram que cada um realize somente um visto na folha e que o layout seja alterado para o tipo posicional, onde o recurso transformador (aluno) se movimenta e o recurso transformado (folha) fica estático, os alunos se posicionaram em pé e reduziram o número de carteiras, ficando 02 alunos por carteira, para reduzir a movimentação durante a realização das assinaturas, conforme figura 05:



Fonte: Autor

Figura 05: Layout da sala de aula durante a 2ª rodada

Após organização do novo layout o professor distribuiu novas folhas, onde cada aluno colocou seu nome na parte superior direita da folha, e informou que a nova rodada terá início, para que todos ficassem apostos em seus devidos lugares. O cronometro é disparado e os alunos se movimentam em direção das folhas para realização das assinaturas.

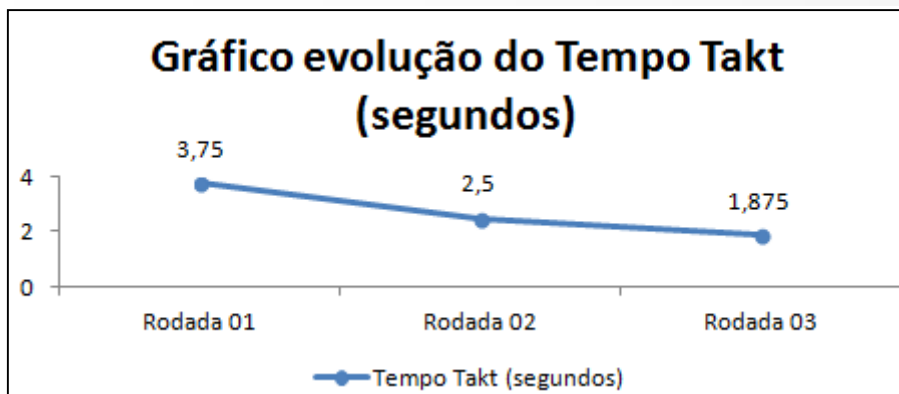
Na 3ª rodada os alunos concluem a produção em 48 segundos, antes do tempo estipulado, o que gera grande satisfação dos participantes, por terem melhorado o processo e atingido o objetivo.

Mas mesmo atingindo o objetivo, algumas situações foram identificadas, como a presença de alguns gargalos de produção, onde alguns alunos acabaram chocando-se uns aos outros no momento de realizar o movimento de deslocamento, e esses gargalos foram gerados devido ao tamanho da assinatura de alguns alunos. Após o término da rodada o professor confere as folhas para analisar se todas contém as 32 assinaturas, conferidas as folhas e validado as quantidades o lote de produção foi aprovado.

Esta dinâmica demonstra que o processo de melhoria contínua é constante, pois se fossem realizadas mais rodadas, o processo seria melhorado em cada situação, pois sempre percebem-se desperdícios a cada rodada que se passa.

3.3 Encerramento da dinâmica

O encerramento da dinâmica deve ser realizado destacando, de maneira resumida, o estado inicial do processo, as metas propostas e se estas foram alcançadas e o estado atual como o processo ficou após as rodadas. Nota-se que houve uma redução do tempo takt a cada rodada, conforme figura 06, e que as melhorias realizadas no layout do processo após a rodada inicial foram evidentes, pois nas duas últimas a produção foi realizada antes dos tempos estipulados.



Fonte: Autor

Figura 06: Gráfico tempo takt

Além disso, deve-se reservar um intervalo de tempo aos participantes para que estes possam vislumbrar novas melhorias que ainda possam ser efetivadas no processo. Por fim, o mediador da dinâmica deve estimular que os participantes comentem quais foram as lições aprendidas.



Fonte: Autor

Figura 07: Layout em Linha utilizado na segunda rodada.

4. Conclusões

O desenvolvimento de novas metodologias de ensino é uma realidade. Cada vez mais novos métodos de ensino vêm se destacando nas universidades. Contudo, o uso destes métodos ainda tem ocorrido de forma relativamente tímida, pois demandam muitos recursos, em alguns casos financeiros e intelectuais.

A aplicação da dinâmica Fábrica de Assinaturas com os alunos da graduação do curso de Engenharia de Produção mostrou-se bastante interessante. Esta dinâmica passou a ser um recurso adicional para o ensino de Engenharia de Produção. Os conceitos sobre os tipos de Layout, Kaizen, Tempo Takt, Balanceamento de produção, trabalho em equipe são facilmente transmitidos para os alunos, além de tornar a aula bem mais atraente do ponto de vista didático.

A aprendizagem vivencial (por meio dos jogos didáticos) faz com que o papel principal do processo de ensino-aprendizagem desloque para o discente, 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.

Algumas dúvidas sempre ocorrem durante a realização, principalmente quando se trabalha com um grande número de alunos, devendo sempre o professor esforçar-se ao máximo para manter a organização no local da realização da atividade.

Esta dinâmica vem sendo desenvolvida junto aos alunos do curso de graduação de Engenharia de Produção da UNISEP – União de Ensino do Sudoeste do Paraná, Campus de Francisco Beltrão – PR desde 2013 na disciplina de Projeto de Fábrica e Layout, tendo sido uma ferramenta de complementação as aulas teórica desenvolvidas no semestre letivo.

Quanto aos resultados, destaca-se por parte dos alunos a mudança imposta pela realização da dinâmica e a quebra da rotina de aulas teóricas. Os mesmos enfatizam que tópicos muitas vezes trabalhados apenas teoricamente podem ser experimentados na prática, demonstrando possíveis casos e dificuldades que enfrentarão no ambiente fabril.

A criação deste jogo possibilitou a geração de um modelo que aproximou-se adequadamente a realidade. Os bons resultados obtidos estimulam a continuação dos estudos, com possibilidade de desdobramentos para outras disciplinas da área de Engenharia de Produção, como: Planejamento e Controle da Produção (PCP); Gestão da Qualidade, Organização Industrial, Produção Enxuta. Também pode ser aplicada no curso de Administração de Empresas na disciplina de Administração da Produção e Operações.

Referências

- BILLINGTON, P. J. A classroom exercise to illustrate lean manufacturing pull concepts. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 2, n. 1, p. 71-76, 2004. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0011-7315.2004.00021.x>
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active learning**: creating excitement in the classroom (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1), George Washington University, Washington, DC, 1991.
- CAMAROTTO, J. A.; MENEGON N. L. **Projeto de Unidades Produtivas**: Apostila. São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2006.
- CÓ, F. A.; CÓ, M. A.; MERIGUETI, B. A. O “*heyjunka* didático”: um jogo interdisciplinar que auxilia na elevação da aprendizagem sobre a produção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro - RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. CD-ROM.
- ITIN, C. M.. Reasserting the philosophy of experiential education as a vehicle for change in the 21st century. **Journal of Experiential Education**, v. 22, n. 2, p. 91-98, 1999. <http://dx.doi.org/10.1177/105382599902200206>
- LAMBRECHT, M. *et al.* Extending the production dice game. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 12, p. 1460 - 1472, 2012. <http://dx.doi.org/10.1108/01443571211284197>
- LAGE JUNIOR, M. Proposição de um jogo didático para o ensino-aprendizagem das diferenças entre manufatura e remanufatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro - RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. CD-ROM.
- OLIVÉRIO, J.L. **Projeto de Fábrica**: Produtos, Processos e Instalações Industriais. São Paulo: Instituto Brasileiro do Livro Científico Ltda, 1985.
- SILVA, A. L. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009. 244p.
- TORRES, I. **Integração de Ferramentas Computacionais Aplicadas ao Projeto e Desenvolvimento de Arranjo Físico de Instalações Industriais**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2001. 181p.
- ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: Um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.
- ZEPKE, N.; LEACH, L. Improving student engagement: ten proposals for action. **Active Learning in Higher Education**, v. 11, n. 3, p. 167-177, 2010. <http://dx.doi.org/10.1177/1469787410379680>
- HERIOT, K. C. *et al.* The use of student consulting projects as an active learning pedagogy: a case study in a Production/Operations Management course. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 6, n. 2, p. 463-481, 2008. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-4609.2008.00186.x>

ROTHER, M. **Toyota Kata: Gerenciando Pessoas para Melhoria, Adaptabilidade e Resultados Excepcionais**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SNIDER, B.; BALAKRISHNAN, J. Lessons learned from implementing web-based simulations to teach operations management concepts. **INFORMS Transactions on Education**, v. 13, n. 3, p. 152-161, 2013. <http://dx.doi.org/10.1287/ited.2013.0108>

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; VIEIRA JUNIOR, M. Simulation of assembly operations using interchangeable parts for OM education: a hands-on activity with water pipe fittings. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 12, p. 1427-1440, 2012. <http://dx.doi.org/10.1108/01443571211284179>

SMEDS, R. Guest editorial: Simulation for accelerated learning and development in industrial management. **Production Planning & Control**, v. 14, n. 2, p. 107-110, 2003. <http://dx.doi.org/10.1080/0953728031000107707>

SHOOK, Y: "Bringing the Toyota Production System to the United States: A Personal Perspective", in **Becoming Lean: Inside Stories of U.S. Manufacturers**, Liker, J. (org.), Productivity, Portland, EUA, 1998.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.