The enhancement of the Boat Game for Problem-Based Learning in Teaching Fundamentals of Industrial Engineering

O aprimoramento do Jogo do Barco para o Aprendizado Baseado em Problemas no Ensino de Fundamentos de Engenharia de Produção

Fernanda Ticianelli Paccola*, Marco Antonio Carvalho Pereira*

* Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo

Email: fernandatpaccola@gamail.com, marcopereira@usp.br

Abstract

This article describes the enhancement of the simulation of a productive process called "Boat Game". The objective of the game is to allow students to experience, in a practical way, concepts of Industrial Engineering related to productivity, quality and cost. An action-research was done and it was made up of five phases. In the first phase a bibliographical review about "Active Learning Methods" in scientific data bases was done. The second phase consisted in the choice of a pre existing simulation, so it could be evaluated and enhanced, whose name is "Boat Game". In the third phase, an initial version of the simulation was created. This initial version makes use of the best parts from each of the existing versions. In the fourth phase, this initial version was applied in a group of 12 students in order to test it. After this application, a meeting with the students who contributed with ideas, observations, proposals and comments was held. From that, the simulation was enhanced and a second version was elaborated. In the fifth and last phase, this new version was tested with the same 12 students and, again, after the application, it was evaluated and several feedbacks were given in order to improve the game. This way, after the five phases, a final simulation was elaborated, with a different and innovative version to be applied in three following classes, not only in one as it happens in all the versions found in the literature. Between the second and third classes, each group must prepare the Value Stream Map of a Boat Factory, aiming to improve the productivity, quality and costs.

Keywords: Problem-Based Learning; Boat Game; Engineering Education.

Resumo

Este artigo descreve o aprimoramento de uma simulação de um processo produtivo, chamado “Fábrica de Barcos”, cujo objetivo é levar os alunos a vivenciar, de forma prática, conceitos de Engenharia de Produção, relacionados à produtividade, qualidade e custos. Foi feita uma pesquisa-ação composta de cinco fases. Na primeira fase foi feita uma revisão bibliográfica sobre “Métodos Ativos de Aprendizagem” em bases de dados cientificas. A segunda fase consistiu na escolha de uma simulação já existente, para que pudesse ser avaliada e aprimorada. Decidiu-se, então, trabalhar com uma simulação já conhecida: “Jogo do Barco”. Na terceira fase, foi elaborada uma versão inicial da simulação, que consistiu no aproveitamento do que havia de melhor em cada uma das diferentes versões existentes. Na quarta fase, a simulação foi aplicada em um grupo de 12 alunos a fim de testar seu funcionamento. Após a aplicação, foi feita uma reunião com estes alunos, que contribuíram com ideias, observações, propostas e comentários. A partir disso, a simulação foi aprimorada e uma segunda versão foi elaborada. Na quinta e ultima fase, esta nova versão foi testada com os mesmos 12 alunos e, novamente, após a aplicação, foi avaliada e mais uma série de feedbacks foram dados para aprimorar o jogo. Assim, após estas cinco fases, foi elaborada uma proposta de simulação final, com uma versão diferente e inovadora da simulação para ser aplicada em três aulas seguidas, e não em uma única aula, como ocorre em todas as versões encontradas na literatura. Entre a segunda e a terceira aula, cada grupo deve elaborar o Mapa de Fluxo de Valor para uma Fábrica de Barcos, visando ganhos de produtividade, qualidade e custos.

Palavras-chave: Aprendizado Baseado em Problemas; Jogo do Barco, Ensino de Engenharia.

1 Introdução

Ao longo dos últimos anos, Engenheiros têm encontrado muitos desafios no mercado de trabalho, pois devido à sua formação multidisciplinar e visão sistêmica, as áreas de atuação deste profissional são amplas. Suas funções frequentemente exigem uma postura de liderança e conhecimento além do estudado em sala da aula, e o mercado tem demandado que os engenheiros dominem habilidades como resolver problemas, trabalhar em grupo, lidar com pessoas e agir estrategicamente (Moraes, 1999).

Para que um Engenheiro possa atender a essas expectativas, sua base de ensino precisa ser bem reestruturada. Para que isso seja possível, muitas instituições acadêmicas vêm tentando conciliar as aulas teóricas com métodos de aprendizagem diferenciados, onde o aluno tenha uma postura mais ativa e dinâmica, e com resultados eficazes quanto à sólida aprendizagem técnica e científica. Visando atender a essa dinâmica de ensino, a utilização de jogos lúdicos, dinâmicas e metodologias baseadas em Aprendizado Baseado em Problemas (ABP), tem se mostrado muito eficiente, contribuindo para uma melhor assimilação e absorção dos conteúdos estudados, tendo como princípio a aproximação da realidade.

Para Cardoso (2011), o Aprendizado Baseado em Problemas é uma abordagem nova e rara na engenharia, mas não é nova em outras áreas como medicina e direito, que vem utilizando deste método de aprendizagem há vários anos.

Baseado em ABP, este artigo descreve as 5 fases do processo de aprimoramento de uma simulação de um processo produtivo, chamado "Jogo do Barco". Este jogo é uma excelente atividade para ser realizada por um grupo de alunos em sala de aula, a fim de aprofundar, a partir da prática e da sua reflexão, a aprendizagem de conceitos fundamentais relacionados à produtividade, qualidade e custos. Conceitos estes que são muito relevantes para um profissional da Engenharia.

2 Aprendizado Baseado em Problemas

O Aprendizado Baseado em Problemas (ABP) é um método que utiliza problemas, reais ou simulados, como um estímulo para o desenvolvimento do pensamento crítico, habilidades para solucionar problemas e aprendizagem de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão. O ABP da preferência à aprendizagem dinâmica, tendo seu foco no aluno e permitindo que este aprenda interagindo, obtendo dados, formulando hipóteses, tomando decisões e emitindo julgamentos (Kalatzis, 2008).

De acordo com Barrows (1986) o ABP é um método baseado no princípio do uso de problemas como ponto inicial para estimular a aquisição e integração de novos conhecimentos. Para Duch (1996), o ABP é um método instrucional que desafia o aluno aprender a aprender, trabalhando em grupos a fim de solucionar um problema. Para ela, os problemas são usados para estimular a criatividade, a curiosidade, e para fazer com que os estudantes pensem de maneira crítica e analítica, utilizando apropriadamente os recursos de aprendizagem.

Echavarria (2010) explica que o desenvolvimento do ABP ocorreu primeiramente, e acima de tudo na prática, e em função disto existem várias maneiras de definir e conceituar o método, não existindo uma teoria predominante. Esta autora encontrou vários princípios que são comuns para os principais estudiosos do ABP: 1) Um problema é o ponto de partida do processo de aprendizado; 2) O aluno é o agente ativo no aprendizado; 3) Interação com problemas reais; 4) Os alunos possuem mais autonomia; 5) Os alunos usam suas experiências e interesses no processo de aprendizado; 6) O ABP requer que o aluno pesquise sobre o problema, que encontre e julgue a melhor decisão a ser tomada e relate sobre elas; 7) Trabalho em equipe, tendo em vista que os processos são realizados em equipe e 8) Inter e multidisciplinaridade.

Muitos estudos tem mostrado a eficiência do ABP na melhoria do aproveitamento da aprendizagem, porém, assim como todas as abordagens educacionais, esta tem vantagens e desvantagens.

Alguns pontos positivos são: os estudantes absorvem o que aprenderam por um longo período de tempo; são encorajados a ser curiosos e a tomarem iniciativa; são estimulados a pensar simultaneamente ao invés de sequencialmente e podem generalizar o que aprenderam para aplicar em outras áreas de assuntos relacionados (Dochy et al, 2003). Para Powell (2000), o ABP motiva o aluno a trabalhar e a aprender, e o trabalho em grupo abre espaço para maior comunicação dos alunos entre si, e dos alunos e docentes.

Entretanto, também há estudos que apresentam algumas desvantagens do ABP, mas estes têm estado em menor quantidade do que aqueles que indicam os pontos positivos. Powell (2000) e Woods (2004) citam a impossibilidade de o docente trabalhar todos os conteúdos por meio de problemas e projetos de uma só vez, dado que os currículos são estruturados em torno de disciplinas científicas, ao passo que o ABP tem característica interdisciplinar. Estes autores também comentam que o ABP desafia os docentes de várias maneiras, por isso estes devem estar preparados para enfrentar diferentes situações. Se tratando dos

estudantes, Woods (2004) explica que há uma falta de aceitação diante de sistemas de ensino diferentes dos quais eles estão acostumados, sendo comum que a sensação que não sabem o que estão aprendendo.

Resumindo, os estudos apontam que, para que se consiga trabalhar adequadamente o método ao lidar com estratégia de aprendizagem ativa e uma maior disposição para a aprendizagem autônoma, é necessário que haja uma reestruturação de hábito, tanto dos docentes quanto dos estudantes.

3 Jogo do Barco

O Jogo do Barco visa simular a produção de uma fábrica de barcos e usa conceitos de Engenharia e Gestão da Produção, relacionados à produtividade, qualidade e custos. Trata-se de um jogo simples e de baixo custo, cuja realização necessita apenas folhas de papel sulfite. O objetivo da simulação é produzir a maior quantidade de barcos sem defeito no tempo estipulado.

Pantaleão et al (2003) propõe que o jogo seja dividido em etapas, sendo necessários oito alunos para cada uma delas: seis na linha de produção, um gerente e um cronometrista. O jogo deve ocorrer em duas rodadas de 10 minutos; sendo que na primeira o objetivo é entender o sistema de produção de barcos. Aqui, alguns alunos trabalham como observadores do jogo, identificando problemas observados na linha de produção, que são classificados em: a) problemas com o método de trabalho; b) problemas relacionados com as pessoas; c) problemas relacionados com os recursos físicos. Já na segunda rodada os alunos são incentivados a introduzirem melhorias de acordo com as observações colhidas na primeira rodada.

A partir do modelo apresentado por Pantaleão et al (2003), Batista et al (2011) afirmam ser "perceptível a oportunidade de melhorias que podem ser sugeridas e aplicadas ao jogo". Com isso, eles adaptaram o Jogo do Barco incluindo parâmetros de qualidade, produção e custos. No modelo apresentado por Batista et al (2011), o jogo se constitui de três cenários de mercado. O Cenário 1 é onde se apresenta uma abordagem tradicional de produção; inspeção de qualidade no final da linha e fluxo de produção "empurrado". O Cenário 2 simula o sistema de produção enxuta e propõe-se um aumento da qualidade e da taxa de produção e redução dos estoques intermediários. Já o Cenário 3 é livre, e as decisões ficam a cargo dos alunos. Por fim, os alunos devem preencher planilhas de acompanhamento com os resultados observados.

Dias et al (2012) também propuseram um novo formato para o Jogo do Barco, onde os alunos recebem um problema onde está especificada a quantidade de barcos que devem produzir e algumas características necessárias ao produto. Têm-se três etapas de realização da atividade: a) Reunião de Planejamento; b) Reunião de Preparação; c) Reunião de Produção. Ao término da produção, o vendedor deve entregar os barcos produzidos ao cliente, que faz a inspeção de acordo com as especificações. Por fim, são apurados os resultados financeiros de cada empresa.

4 Metodologia

O método de pesquisa foi pesquisa-ação. Esse método é realizado em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo onde os pesquisadores e os participantes representativos da instituição ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thilloent, 2007).

No trabalho realizado por Bryman (1989), ele explica que a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social na qual o pesquisador e o cliente colaboram com desenvolvimento de um diagnóstico e com a solução de um problema, por meio da qual as descobertas resultantes irão contribuir para a base de conhecimento em um domínio empírico particular.

O processo de aprimoramento do jogo do barco foi realizado em cinco fases distintas. Numa primeira fase foi feita uma revisão bibliográfica sobre "Métodos Ativos de Aprendizagem", nas bases de dados científicas Emerald e Web of Science, e 30 artigos relacionados com o tema foram selecionados. A segunda fase consistiu na escolha de uma simulação já existente, para que pudesse ser avaliada e aprimorada. Decidiu-se, então, trabalhar com uma simulação já conhecida: "Jogo do Barco". Na terceira fase, foi elaborada uma versão inicial da simulação, que consistiu no aproveitamento do que havia de melhor em cada uma das diferentes versões

existentes. Na quarta fase, a versão inicial elaborada por estes autores, foi testada em um grupo com 12 alunos, onde eles participaram do jogo, e em seguida, numa reunião, contribuíram com ideias, observações, propostas e comentários. A partir disso, a simulação foi aprimorada e uma nova versão foi elaborada. E na quinta e ultima fase, esta nova versão foi testada com os mesmos 12 alunos. Novamente, após a aplicação, foi feita uma reunião com eles, onde foram coletadas novas contribuições. Ao final, destas cinco fases, foi elaborada uma proposta de simulação com uma versão inovadora do jogo, que partindo do disponível na literatura e de minuciosa análise feita nesta pesquisa ação, chega ao produto final.

5 Resultados e Discussões

5.1 Primeira e segunda fases

Na primeira fase, uma pesquisa foi feita nas bases de dados científicas Emerald e Web of Science, a partir do termo "Métodos Ativos de Aprendizagem na Engenharia" na língua portuguesa e "Engineering Active Learning Methods", na língua inglesa. Destaque-se que foram encontrados cerca de 80% mais artigos para "Métodos Ativos de Aprendizagem" em relação ao termo "Métodos Ativos de Aprendizagem na Engenharia" em ambas as línguas pesquisadas. Isso sugere que, atualmente, há muito que se explorar sobre esse assunto na área de engenharia. Como resultado da pesquisa, 30 artigos relacionados com o tema foram selecionados Em seguida, foi feita a leitura e análise de todos estes artigos, e uma ficha síntese para cada um deles foi elaborada.

A segunda fase consistiu na escolha de uma simulação já existente, para que pudesse ser avaliada e aprimorada. Das propostas de simulação encontradas nos artigos mais relevantes escolhidos, revisados e resumidos na primeira fase, optou-se pelo "Jogo do Barco" por ser uma simulação de fácil aplicação, onde alunos de engenharia em geral conseguem trabalhar vários conceitos de Engenharia de Produção. As simulações que serviram de base são as apresentadas por Pantaleão et al (2003), Batista et al (2011) e Dias et al (2012).

Além do Jogo do Barco, também foram pesquisados, e possuem certa relevância na área de ensino de conceitos de sistemas de produção, o Jogo da Ponte de Macarrão (Magassy et al, 2013), o Jogo das Canetas (Althohff et al, 2009) e jogos que utilizam peças de montagem LEGO (Castro et al, 2012).

5.2 Terceira fase: criação da versão teórica

Nesta fase, partindo-se dos trabalhos pesquisados na literatura, foram desenvolvidas várias versões do jogo, pelos autores deste trabalho, onde cada uma delas era um aprimoramento de uma versão anterior. Após este processo, um modelo para o Jogo do Barco foi elaborado e originou o "Manual do Jogo", onde se propunha que o jogo fosse realizado em três rodadas, cada uma delas, representando um sistema produtivo diferente, e que deveria ser realizada ao longo de três semanas seguidas, e não apenas em uma aula, coforme propunham Pantaleão et al (2003), Batista et al (2011) e Dias et al (2012).

O Manual do Jogo continha os seguintes elementos centrais: O processo de fabricação consistia em 5 etapas distintas para a montagem de um barco de papel, bem detalhadas, etapa por etapa, em consonância com o proposto por Pantaleão et al (2003). Cada uma destas etapas deveria ser executada por um operador. Os materiais necessários eram: folhas de papel A4 brancas, Cronômetro e Balde com água para o teste de flutuação. O jogo deveria ser realizado em três rodadas distintas, cada uma delas constituindo um cenário distinto de um sistema de produção, ideia esta extraída do trabalho de Batista et al (2011), cada um deles com tempo de 10 minutos para a produção e uma demanda de mercado de 30 barcos sem defeito.

O primeiro cenário consistia em simular o sistema de produção em massa, onde o produto é empurrado para o cliente. Cada grupo de alunos deveria ser constituído por: 1 gerente, 2 cronometristas, 5 operadores de produção, 1 supervisor de qualidade e 1 comprador. O segundo cenário consistia em simular o sistema de produção enxuta, onde a produção é "puxada" pelo cliente, usando ferramentas de *Lean Manufacturing*. Cada equipe de produção deveria ser igual a do cenário anterior. Já no terceiro cenário, chamado Cenário Livre, a simulação ficaria a cargo dos alunos, que deveriam definir o tipo de sistema de produção, a sequência de

operações, o número de operários na linha de montagem e outros elementos que desejassem incluir no processo, obedecendo apenas à demanda de mercado e o tempo de processo.

Todos os barcos produzidos de todos os cenários, sem exceção, deveriam atender a critérios de qualidade pré-estabelecidos. Caso algum barco apresentasse não conformidade com estes critérios, este deveria ser descartado. Os padrões de qualidade pré-estabelecidos foram: a) A vela do barco deveria ser menor que a estrutura do barco; b) Não deveria haver vãos entre as dobras e c) O papel não poderia estar rasgado nem riscado; d) O barco deveria flutuar na água.

No final de cada rodada, ou seja, de cada um dos cenários de um sistema produtivo, os alunos deveriam apurar critérios de produtividade, qualidade e custo, preenchendo uma tabela com indicadores pré-estabelecidos que estava disponível junto com o Manual do Jogo.

5.3 Quarta fase: teste da versão teórica

A versão teórica proposta pelos autores foi testada com um grupo de 12 alunos que leram previamente o Manual do Jogo. Após uma breve explicação, antes do início do jogo, as dúvidas existentes foram esclarecidas. Ao longo da simulação, os alunos fizeram observações e uma série de anotações foi feita. Após o teste realizado, houve uma reunião com estes 12 alunos, que deram o seguinte *feedback*: a) Houve limitações para compreender alguns aspectos do funcionamento da dinâmica, como o processo de montagem, a função delegada a cada participante e o preenchimento das tabelas de Indicadores, pois alguns deles não estavam claros o suficiente para os alunos; b) Deveria haver um tempo maior de explicação antes do jogo, e sugeriram que, se possível, fosse feita uma rápida simulação de 3 minutos para que nesse tempo surgissem dúvidas, que só vieram a ser esclarecidas ao longo do jogo; atrapalhando assim o seu andamento; c) Os parâmetros de qualidade estavam mal definidos, o que permitia uma má interpretação dos mesmos, por parte do supervisor de qualidade; d) O layout da linha de montagem não estava especificado nas regras dos cenários; e) O teste de flutuação era desnecessário, pois todos flutuavam, e isto não acrescentava nada relevante à dinâmica em si.

As alterações incorporadas ao jogo foram: a) O instrutor deveria reservar um tempo no primeiro cenário, antes de seu inicio, para explicar melhor os conceitos abordados, e também deveria permitir que os alunos fizessem um pequeno teste do jogo para que possam sanar suas dúvidas; b) Os parâmetros de qualidade ficaram mais bem explicados e passaram a ser quantitativos; c) A linha de produção deveria ser sequencial nos dois primeiros cenários; d) A avaliação dos barcos na água foi excluída.

Outra relevante alteração incorporada foi da utilização do Mapa do Fluxo de Valor (MFV), uma ferramenta do *Lean Manufacturing* capaz de representar visivelmente todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação na medida em que um produto segue o fluxo de valor, auxiliando na compreensão da agregação de valor desde o fornecedor até o consumidor final (Rother & Shook, 2003). Decidiu-se que entre a segunda e a terceira rodada, o grupo deveria elaborar para o cenário 2, o MFVA (Mapa de Fluxo de Valor Atual) e para o cenário 3, o MFVF (Mapa de Fluxo de Valor Futuro). O MFVA tem por objetivo representar o mapa da situação atual do processo, no caso do cenário 2, e ajudará a tomar decisões sobre o fluxo representado, visando torná-lo mais simples e lógico. Uma vez pronto o MFVA, deve ser então ser elaborado o MFVF, que será aplicado no cenário 3, com as melhorias e mudanças propostas pelo grupo.

5.4 Quinta fase: teste da versão aprimorada

A nova versão do jogo foi testada com o mesmo grupo de 12 alunos. Inicialmente, o Manual do Jogo atualizado, em função das conclusões do primeiro teste, foi entregue aos alunos. Em seguida, as duvidas foram sanadas. Ao longo da simulação, os alunos novamente contribuíram com suas opiniões, e uma reunião foi feita para uma análise critica do jogo. A partir das contribuições obtidas, elaborou-se então a versão definitiva do Manual do Jogo. Os pontos mais relevantes alterados foram: 1) o Indicador de Produtividade foi reformulado; 2) a tabela de custos foi resumida para ficar mais objetiva; 3) foram adicionadas algumas regras e 4) foi acrescentada a função de "Almoxarife" e 5) um dos cronometristas foi descartado, pois apenas um era suficiente.

5.5 Versão definitiva

O processo de fabricação do barco contem 5 etapas (Figura 1). Os materiais necessários para a realização da dinâmica são: folhas de papel A4 brancas e cronômetro.

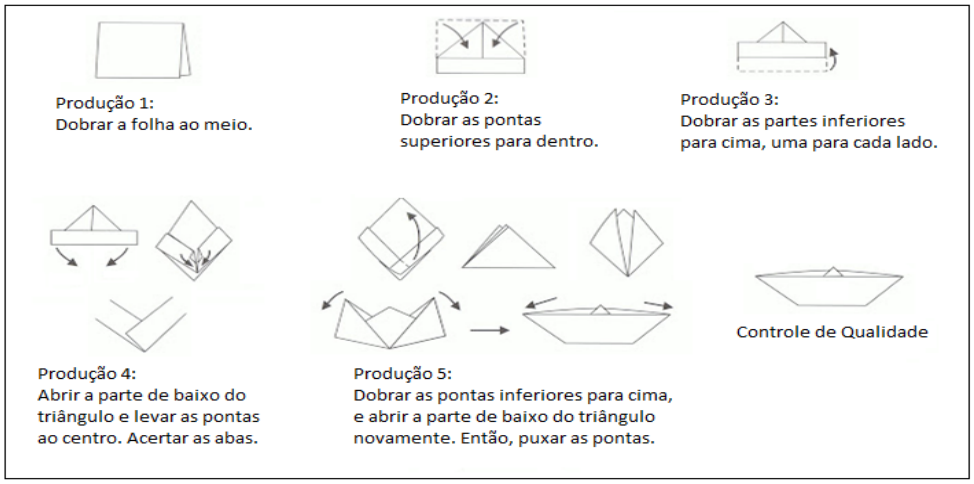

Figura 1: Passo a passo da fabricação do barco

Os seguintes Indicadores de Produtividade, Qualidade e Tempo para cada cenário devem ser apurados: 1) Número de Colaboradores; 2) Total de barcos produzidos; 3) Total de Barcos com defeito; 4) Porcentagem de barcos com defeito; 5) Estoque em processo; 6) Tempo máximo de atendimento da demanda; 7) Taxa de produção (quantidade de produto/tempo); 8) Lead time e 9) Takt time.

A avaliação da qualidade deve ser feita a partir de cinco tipos de Não Conformidades descritas: 1) A altura externa da vela deve ser maior que 2 mm; 2) O vão central da vela deve ser menor que 4 mm; 3) Não pode haver papel rasgado; 4) Não pode haver papel riscado e 5) Não pode haver papel amassado.

Uma tabela para a obtenção de Resultados Financeiros, a fim de verificar qual cenário era mais lucrativo, bem como para comparar os lucros entre os grupos participantes, possui os seguintes indicadores: 1) Receita Bruta obtida a partir da quantidade produzida e do valor de venda 2) Custo, com o somatório do custo da Mão de Obra, da Matéria Prima e do Custo Fixo 3) Lucro, que consiste na Receita menos o Custo. Para apuração deste indicador, cada unidade produzida será vendida por R$ 14,00, o custo da Mão de Obra é de R$15,00 para o gerente de R$ 10,00 para os demais membros; o Custo da Matéria Prima é de R$1,00 por matéria prima (cada unidade de folhas usada) e um Custo Fixo de R$ 10,00 foi estabelecido.

O Jogo deve ser realizado em três Cenários, com cerca de 30 minutos cada um, em três semanas de aulas seguidas. O tempo efetivo de produção, em todos os cenários, é de 10 minutos. Os restantes, cerca de 20 minutos, são para preparação prévia e apuração dos resultados após a simulação ter ocorrido.

O primeiro Cenário**, da Produção em Massa**, tem como objetivo simular o sistema de produção em massa (empurrada para o cliente). Cada equipe de produção deve ter 1 gerente com a responsabilidade de gerenciar todo o processo de produção e apurar, ao final de cada rodada, os Indicadores de Produtividade, Qualidade e Lucro; 1 cronometrista para registrar o tempo médio de cada uma das 5 etapas do processo de montagem; 1 almoxarife para levar a matéria prima do estoque para a linha de produção; 5 operadores de produção para realizar as operações do processo de montagem (Figura 1) e 1 supervisor da qualidade para aprovar ou rejeitar o produto final com base nos critérios de qualidade. As regras específicas para este cenário são: a) Demanda do cliente = 30 barcos; b) Cada lote de processamento e transferência deve ter 4 unidades do produto acabado; c) Cada operador deve processar um lote de 4 unidades. Completado o lote, só então o operador transfere para a próxima etapa da linha de produção. O operador da etapa seguinte só pode receber, processar e transferir lotes com 4 unidades. Só após transferir um lote para a próxima etapa é que pode receber um lote da etapa anterior para novo processamento; d) A inspeção da qualidade ocorre somente no produto final. O supervisor deve somente aprovar barcos que não possuam Não Conformidades; e) O lay out da linha de

produção é sequencial. Ao término da simulação, apuram-se os Indicadores de Produtividade e Qualidade, e de Custo.

O segundo Cenário**, dos Princípios Básicos de Produção Lean**, tem como objetivo simular o sistema de produção enxuta (produção "puxada" pelo cliente). Algumas técnicas de *Lean Manufacturing* são introduzidas. A equipe de produção é a mesma do Cenário 1. As regras específicas para este cenário são: a) Demanda do cliente = 40 barcos; b) Não há lote de processamento e de transferência; c) Entre um operador e outro, deve haver duas "posições" Kanban. Em cada uma destas "posições" deve ser colocado o "barco em construção" oriundo da etapa anterior; d) Quando as duas "posições" Kanban estiverem ocupadas, o operador da etapa anterior deve aguardar uma das posições ficar livre para que ele execute a sua atividade. (O objetivo é evitar o acúmulo de "*work in process*" em uma das posições da linha de produção); e) O lay out da linha de produção deve ser sequencial. Ao final da simulação devem-se apurar Indicadores de Produtividade e Qualidade e de Custo.

Na semana existente, entre o Cenário 2 e o Cenário 3, o grupo deve elaborar o MFVA (Mapa Fluxo Valor Atual) e MFVF (Mapa Fluxo Valor Futuro).

O Cenário 3 é **Livre**. As Equipes são Semi Autônomas. A simulação deve ser feita pelos alunos conforme planejado no MFVF (Mapa Fluxo Valor Futuro), onde estará definido o tipo de sistema de produção, o lote de transferência, a sequência de operações, o número de funcionários, o layout a ser utilizado e outros elementos que queiram incluir no processo, tendo apenas uma única regra: atender a demanda de 50 barcos pedida pelo cliente no tempo de 10 minutos. Ao final desta simulação devem-se apurar Indicadores de Produtividade e Qualidade e de Custo.

6 Conclusão

O processo de aprimoramento do jogo através de uma pesquisa ação, envolvendo dois testes reais, a partir de uma posposta teórica, possibilitou uma versão final consistente. Cada detalhe do jogo pode ser muito bem avaliado e estudado. Em função disto, este formato inovador para o Jogo do Barco, objetiva tornar mais eficaz a aprendizagem de conceitos de Engenharia de Produção.

O Jogo do Barco, numa versão para ser aplicada em 3 semanas de aula, e com a utilização do Mapa de Fluxo de Valor, junto com um conjunto de métricas *lean*, está pronto para ser aplicado em cursos que trabalhem com metodologia ativas de aprendizagem com foco em questões centrais de produtividade, qualidade e custos.

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. XXIX ENEGEP. Salvador, BA.

Barrows, H. S. (1986) A taxonomy of problem based learning methods. Medical Education, v. 20, p. 482-486

Batista, C. S.; Oliveira, F. L.; & Nascimento, E. V. (2011) Proposta de um jogo didático de gestão da produção. XXXI ENEGEP. Belo Horizonte, MG.

Bryman, A. (1989) Research methods and organization studies (contemporary social research). Londres: Routledge.

Cardoso, I. M. (2011) Métodos Ativos de Aprendizagem: O Uso do Aprendizado Baseado em Problemas no Ensino de Logística e Transporte. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

Castro, D. V.; Regio, R. L. S.; Carmo, C. T. & Menezes, A. G. C. (2012) Aprendizagem lúdica de conceitos e ferramentas lean: uma proposta de simulação. XXXII ENEGEP. Bento Gonçalves, RS.

Dias, M. C.; Turrioni, J. B.; & Silva, C. V. (2012) O uso do aprendizado baseado em problemas no ensino da engenharia de produção. XXXII ENEGEP. Bento Gonçalves, RS.

Dochy, F.; Segers, M.; Bossche, P. V.; Gijbels, D. (2003) Effects of Problem-Based Learning: a meta-analysis. Learning and Instruction, n. 13, p. 533-568.

Duch, B. J. (1996) Problems: a key factor in PBL. Disponível em: <http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html.> Acesso em: 08 mar. 2014.

Echavarria, V. M. (2010). Problem-Based Learning Application in Engineering. Revista EIA, n.14, p. 85-95.

Kalatzis A. C. (2008) Aprendizagem baseada em problema em uma plataforma de ensino a distância com o apoio dos estilos de aprendizagem: uma análise do aproveitamento dos estudantes de engenharia. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade de São Paulo, São Carlos.

Magassy, T. B.; Luz, T. P. & Barros, B. R. (2013) Oficinas e competições de pontes e suas contribuições para os recém-ingressos nos cursos de engenharia. XLI COBENGE. Gramado, RS.

Moraes, M. C. O (1999). Perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: LINSINGEN et al. Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica. Florianópolis, Editora da UFSC, p. 53-66.

Pantaleão, L. H.; Oliveira, R. M.; & Antunes J. A. V. (2003) Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem de conceitos de engenharia de produção: O jogo do barco. XXII ENEGEP. Ouro Preto, MG.

Powell, P. (2000). From classical to project-led education. In: POUSADA, A. S. (Eds) Project based learning: project-led education and group learning. Universidade do Minho, Portugal, p. 11-40.

Rother, M.; & Shook, J. (2003) Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. São Paulo: Lean Institute Brasil.

Thilloent, M. (2007) Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez.

Woods, E. J. (2004) Review: Problem-based learning. Biochemistry Education, v. 51, n. 2, p. 21-26.