

## **APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO “FÁBRICA DE CANETAS” EM SALA DE AULA**

**Stefany Monteiro Rodrigues (Universidade Federal do Ceará)**  
stefanymonteiro@gmail.com

**Thais Moreira Tavares (Universidade Federal de São Carlos)**  
thais\_mt0405@hotmail.com

**Sérgio José Barbosa Elias (Universidade Federal do Ceará)**  
sergio@ufc.br



*Nos últimos anos, com a contínua utilização de aulas expositivas e pouco ativas, há uma crescente passividade e desmotivação por parte dos alunos quando em sala de aula. Além disso, o mercado profissional da Engenharia de Produção cada vez mais cobra neve*

*Palavras-chave: Aprendizagem baseada em jogos; Ensino de Engenharia de Produção; Manufatura Enxuta; Fábrica de Canetas.*

## 1. Introdução

Segundo SILVA, 2015, em um modo geral, a educação brasileira apresenta falhas desde o ensino básico, apresentando deficiências ao preparar seus alunos para o ensino superior, levando muitas vezes ao fracasso em seus primeiros anos na Engenharia, especialmente em disciplinas que envolvem conhecimento matemático e interpretação.

A evasão nos cursos de engenharia do Brasil, ao longo dos anos, tem sido significativa em sua expressão, principalmente quando posta de encontro aos números de ingressantes, que só aumentam a cada ano.

O aumento ou a manutenção da produtividade, da continuidade da qualidade dos processos e produtos e da redução de custos são os objetivos que todas as empresas buscam, como é afirmado por Dino (2016). Nesse sentido, afirma que o engenheiro de produção é um profissional com *know-how* suficiente para atuar buscando os melhores resultados, mantendo a competitividade e tornando-se peça fundamental dentro de todo o processo de enfrentamento de períodos mais complicados.

No ensino do sistema *lean*, ou produção enxuta, por apresentar certa complexidade no entendimento de seus princípios e na extensão de suas aplicações, existem barreiras em sua aplicação didática, como afirmam Lazzarotto *et al.* (2011).

Diante desse problema, jogos de caráter didático, juntamente com simulações de problemas reais, vêm como um método de ensino para complementar as falhas apresentadas nos métodos comuns e teóricos de aulas. Seu caráter dinâmico e sua proximidade com a realidade, não apenas despertam maior interesse dos estudantes, como os põe em um contato próximo do real com situações que podem ser enfrentadas em seu dia-a-dia profissional.

Diante disso, o presente trabalho pretende aplicar e avaliar um jogo didático em sala de aula para obtenção de resultados através de questionários.

A pergunta de pesquisa deste trabalho, dado o contexto em que está inserida, é: quais os efeitos dos jogos em termos didáticos?

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1.GBL – *Game-Based Learning***

Com a Segunda Guerra Mundial, as simulações eram amplamente utilizadas pelos soldados e, nos anos 50, os jogos de empresas começaram a ser utilizados em universidades americanas, principalmente no ensino de executivos, ganhando fama por suas características de praticidade e fácil assimilação de conhecimento (SAUAIA, 1995).

Já no Brasil, segundo Gramigna (1993), os primeiros jogos de empresas surgiram como traduções das faculdades de administração dos modelos americanos, em meados da década de 80, e vem se difundindo no país desde então.

Para Carvalho (2015, p. 176), “a Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-Based Learning*) é uma metodologia pedagógica que se foca na concepção, desenvolvimento, uso e aplicação de jogos na educação e na formação.” Ela se encaixa na denominação geral de Jogos Sérios (*Serious Games*), que são jogos em que o objetivo principal não é o entretenimento, mas sim o ensino.

A seguir, características do GBL e formas de avaliar os jogos didáticos.

#### **2.1.1.Características gerais da aprendizagem baseada em jogos**

Prensky (2003, *apud* MONSALVE, 2014) traz a diferença entre a nova geração, chamada de “nativos digitais”, e a geração passada, que inclui a diferença entre os professores de agora e do passado. Esse novo grupo, por investir tempo em tecnologia e jogos de computadores, são mais críticos quanto a sua educação, professores e métodos de ensino. Eles instintivamente entendem a importância dos jogos no ensino e o quão bom professor esses jogos são. Eles têm atitudes de competitividade e são orientados a resultados.

O potencial da aprendizagem baseada em jogos, porém, ainda é pouco conhecido pelos professores, apesar de estar crescendo à medida que surgem novos jogos de ensino cada vez melhores e mais profundos. A massificação da tecnologia, tem relação direta com a maior aceitação dos jogos como um método de ensino.

Os jogos não são substitutos completos da abordagem tradicional de ensino, mas são considerados importantes e significativos complementares, devendo ser usados para trabalhar e desenvolver novas habilidades e como um método adicional nas aulas.

A forma de ensino de Engenharia vem se reformulando atualmente e os professores da área estão se tornando cada vez mais conscientes da importância da criatividade e inovação presentes nos jogos para os futuros profissionais. O professor passa a ser um promotor do conhecimento e torna o ensino mais atraente para os alunos, que tornam-se mais ativos ao assimilar os conceitos pela prática, o que justifica a característica do método como motivador.

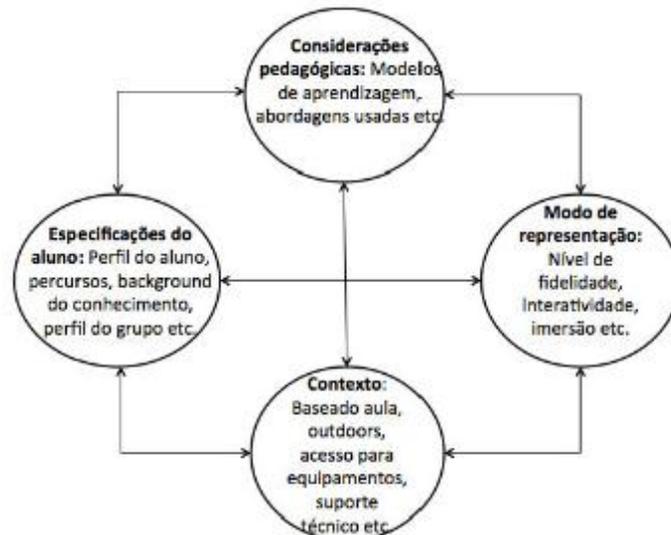
### **2.1.2. Avaliação dos jogos didáticos**

Para este trabalho, há a necessidade da avaliação, por meio de questionário, dos jogos didáticos pelos estudantes a participarem da aplicação em sala de aula. Dessa forma, reuniram-se critérios a serem considerados ao avaliar jogos didáticos, bem como ao elaborar um questionário avaliativo a ser aplicado para estudantes, e que foram utilizados como base no presente trabalho.

Monsalve (2014), traz em sua tese um importante *framework* a ser considerado, o *Four Dimensional Framework* (FDF) de Hainey (2010), que é embasado por seis categorias a serem abordadas no método avaliativo. Hainey destaca um embasamento bibliográfico que aborda os principais problemas existentes na literatura sobre avaliação de jogos, como o fato de ainda se mostrarem muito abstratas, por não refletirem exatamente o que se deseja que seja avaliado e por não estarem alinhadas ao objetivo a ser atingido com o GBL. Ele também aponta que, na literatura, muitas avaliações são baseadas em heurísticas, mas as mesmas são focadas principalmente em usabilidade, não em pedagogia, fazendo com que a qualidade da revisão dependa da experiência do revisor.

Também é ressaltado por Hainey (2010) que o jogador deve alcançar os objetivos do aprendizado estabelecido através de um “bom jogo”. Seu *framework*, assim, permite identificar potenciais critérios a serem avaliados em um jogo para ensino.

Figura 1 – *Framework* de quatro dimensões



Fonte: MONSALVE, 2014, traduzido de (DE FREITAS; OLIVER, 2006)

Na Figura 1, tem-se o *framework* FDF para avaliação de jogos trazido de Monsalve (2014). A primeira dimensão a ser observada é que se concentra no contexto no qual o jogo será utilizado, incluindo fatores históricos, políticos e econômicos numa avaliação geral e incluindo disponibilidade de recursos e ferramentas numa avaliação detalhada. A segunda dimensão a ser considerada é a que se foca nas especificações dos estudantes, incluindo seu perfil, nível, experiências e preferências. A terceira dimensão tem grande peso para o *framework* e destaca o modo de representação, abordando níveis de fidelidade, interatividade e imersão da realidade do jogo. Também analisa o formato e o modo do jogo. Por fim, a quarta dimensão analisa o processo de aprendizado e a pedagogia, durante o curso e com base no tempo, com análise dos métodos, teorias, modelos e estruturas utilizadas.

Diversos autores elaboraram questionários para avaliação de jogos. Sauaia (1995) recorreu a diversos trabalhos anteriores na criação de um questionário para Jogos de Empresas (QJE). Fang (2012) desenvolveu um questionário para avaliar a motivação e o desempenho dos alunos de engenharia antes e depois da aplicação de uma atividade lúdica e também destacou a importância de conduzir pré-testes além do usual após a implementação do jogo. Silva (2015) também realizou um questionário, baseados nos modelos de Oliveira (2013) e no já mencionado de Fang (2012), com o intuito de avaliar o grau motivacional dos estudantes com a utilização do método lúdico de ensino.

## **2.2. Fundamentos da manufatura enxuta**

A referência internacional, quando se fala em produção enxuta, é definitivamente a montadora de automóveis Toyota. Ela desenvolveu seu próprio sistema de produção, que a levou a lucros muito maiores que o das montadoras concorrentes da época, norte-americanas e europeias. Sua produção, de caráter flexível e adaptável, mas com especificações rígidas de produto, permitiu o seu sucesso.

Conforme Krajewski, Ritsman e Malhotra (2009), o STP (Sistema Toyota de Produção) é um excelente exemplo de abordagem para projetar cadeias de valor, chamado de sistema de produção enxuta ou sistema *lean* de produção. Esses sistemas objetivam maximizar o valor adicionado por cada parte de cada processo de uma empresa, através da eliminação dos chamados sete desperdícios, destacados e explicados no Quadro 1:

Quadro 1 – Os sete desperdícios

Desperdício	Sintomas	Causas-raiz
<b>Superprodução</b> <i>Produzir além do necessário, antecipado à demanda</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estoque adicional</li> <li>• Espaço utilizado em excesso</li> <li>• Fluxo de material desequilibrado</li> <li>• Gerenciamento de informação complexo</li> <li>• Taxas de descarte</li> <li>• Manuseio e tratamento adicional de desperdícios</li> <li>• Altos custos de utilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complexidade do produto</li> <li>• Uso errado de automação</li> <li>• <i>Setups</i> longos</li> <li>• Programação desnivelada</li> <li>• Equipamentos e capacidades muito avançados</li> <li>• Falta de reuso e reciclagem</li> <li>• Previsão de demanda inexistente ou errada</li> </ul>
<b>Espera</b> <i>Material em espera para ser processado, formando filas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subutilização de recursos</li> <li>• Produtividade reduzida</li> <li>• Aumento em investimento</li> <li>• Equipamento ocioso</li> <li>• Grande espera/ salas de armazenamento</li> <li>• Equipamento funcionando, mas não produzindo</li> <li>• Testes desnecessários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga de trabalho desequilibrada</li> <li>• Manutenção não planejada</li> <li>• Longos tempos de <i>setup</i></li> <li>• Uso errado de automação</li> <li>• Programação desnivelada</li> <li>• <i>Layout</i> não efetivo</li> <li>• Especialização excessiva</li> </ul>
<b>Transporte</b> <i>Realizar a transferência de materiais que não seja requerido</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuseio adicional de equipamentos</li> <li>• Grandes áreas de armazenamento</li> <li>• Excesso de pessoal</li> <li>• Produtos danificados</li> <li>• Transferências e papelada extras</li> <li>• Consumo de energia excessivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais em locais errados</li> <li>• Programação desnivelada</li> <li>• <i>Layout</i> de fábrica não favorável</li> <li>• Organização precária</li> <li>• Processos desequilibrados</li> </ul>
<b>Processamento excessivo</b> <i>Limitações de equipamento ou método que causem esforços ou resíduos que não agregam valor ao produto</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento adicional</li> <li>• <i>Lead time</i> mais longos</li> <li>• Produtividade reduzida</li> <li>• Movimentação de material adicional</li> <li>• Separação, testes, inspeção</li> <li>• Uso inapropriado de recursos</li> <li>• Consumo de energia excessivo</li> <li>• Processamento de subprodutos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produto muda sem mudança nos processos</li> <li>• Lógica <i>just-in-case</i></li> <li>• Falta de comunicação</li> <li>• Aprovações e inspeções redundantes</li> <li>• Requerimentos do cliente não definidos</li> <li>• Medidas de paradas que se tornaram rotinas</li> <li>• Falta de reuso e reciclagem</li> </ul>
<b>Estoque</b> <i>Materiais em excesso no fluxo, desperdiçando investimento e espaço</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas complexos de rastreo</li> <li>• Armazenagem e manuseio adicionais</li> <li>• Retrabalho extra / problemas escondidos</li> <li>• Papelada / documentos</li> <li>• Fluxo de informação estagnado</li> <li>• Altos custos de descarte</li> <li>• Embalagem em processo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lógica <i>just-in-case</i></li> <li>• Processos incapazes (baixa qualidade)</li> <li>• Carga de trabalho desequilibrada</li> <li>• Remessas não confiáveis de fornecedores</li> <li>• Medição e sistema de premiação inadequados</li> </ul>
<b>Movimentação</b> <i>Movimentos de pessoas e operações que não agregam valor</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade reduzida</li> <li>• Longas distâncias de alcance e de caminhadas</li> <li>• Manuseio excessivo</li> <li>• Qualidade reduzida</li> <li>• Pessoas e máquinas esperando</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergonomia e <i>layout</i> precários</li> <li>• Design da máquina ou do processo</li> <li>• Métodos de trabalho não padronizados</li> <li>• Organização precária</li> </ul>
<b>Produtos defeituosos</b> <i>Torna necessária a realização de atividades de recuperação</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrabalho, reparos e refugo</li> <li>• Devoluções de clientes</li> <li>• Perda da confiança dos clientes</li> <li>• Remessas ou entregas perdidas</li> <li>• Geração de resíduos perigosos</li> <li>• Altos custos de descarte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de controle do processo e de prova de erros</li> <li>• Manutenção planejada deficiente</li> <li>• Necessidade de clientes não entendidas</li> <li>• Manuseio impróprio</li> <li>• Treinamento inadequado</li> </ul>

Fonte: SWINK *et al.*, 2011

É importante entender que o Sistema Toyota de Produção é também, além de uma filosofia, uma coleção de ferramentas e técnicas que visam a eliminação dos desperdícios descritos acima. Elas operacionalizam os princípios e auxiliam na obtenção de resultados. O Quadro 2 retrata a relação entre os princípios da manufatura enxuta e as ferramentas aplicáveis.

Quadro 2 – Princípios da manufatura enxuta e suas ferramentas aplicáveis

Princípios	Ferramentas
Determinar valor para o cliente, identificando cadeia de valor e eliminando desperdícios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeamento do fluxo de valor;</li> <li>• Melhoria na relação cliente-fornecedor/redução do número de fornecedores;</li> <li>• Recebimento/fornecimento <i>just in time</i>.</li> </ul>
Trabalho em fluxo/simplificar fluxo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologia de grupo;</li> <li>• Trabalho em fluxo contínuo (<i>one piece flow</i>)/redução do tamanho de lote;</li> <li>• Trabalhar de acordo com o <i>takt time</i>/produção sincronizada;</li> <li>• Manutenção produtiva total (TPM).</li> </ul>
Produção puxada/ <i>just in time</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kanban</i>;</li> <li>• Redução do tempo de <i>set up</i>.</li> </ul>
Busca da perfeição.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kaizen</i>;</li> </ul>
Autonomação/qualidade seis sigma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferramentas de controle da qualidade;</li> <li>• Zero defeito;</li> <li>• Ferramentas <i>poka yoke</i>.</li> </ul>
Limpeza, ordem e segurança.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 S.</li> </ul>
Desenvolvimento e capacitação de recursos humanos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Empowerment</i>;</li> <li>• Trabalho em equipes;</li> <li>• Comprometimento dos funcionários e da alta gerência;</li> <li>• Trabalhador multi-habilitado/rodizio de funções;</li> <li>• Treinamento de pessoal.</li> </ul>
Gerenciamento visual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de desempenho/<i>balanced scorecard</i>;</li> <li>• Gráficos de controle visuais.</li> </ul>
Adaptação de outras áreas da empresa ao pensamento enxuto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificação de estrutura financeira/custos;</li> <li>• Ferramentas para projeto enxuto (projeto para manufatura e montagem – DFMA, etc.).</li> </ul>

Fonte: Godinho e Fernandes (2004).

### 2.3. Apresentação dos jogos

Os jogos de maior relevância são estilo montadora, que usualmente são compostos de três rodadas e os jogos específicos, que apresentam conceitos específicos das práticas *lean* que os misturam com conceitos gerais da Engenharia de Produção.

Foi feita uma extensa exploração pela literatura e alguns jogos *lean* relevantes foram compilados no Quadro 3, que mostra um resumo.

Quadro 3 – jogos *lean*

Jogos	Estilo	Tópico de Ensino	Material Utilizado	Referência
Linha de montagem de carrinhos Lego	Montadora	Conceitos em geral da produção enxuta	Peças Lego	Depexe <i>et al.</i> (2006)
Linha de montagem de mesas de bar	Montadora	Produção puxada e <i>kanban</i>	Peças ATTO	Silva (2015)
Fábrica de Canetas - 2005	Montadora	Produção puxada e <i>kanban</i>	Canetas esferográficas	Silveira <i>et al.</i> (2005)
Fábrica de Canetas - 2006	Montadora	Produção puxada e MFV	Canetas esferográficas	Costa e Jungles (2006)
Fábrica de Canetas - 2009	Montadora	Conceitos em geral da produção enxuta	Canetas esferográficas	Althoff, Colzani e Seibel (2009)
Montadora de carrinhos	Montadora	JIT e <i>kanban</i>	Blocos de montar	Lazzarotto <i>et al.</i> (2011)
Mini-montadora de veículos	Montadora	Produção puxada	Peças Lego	Graziani (2012)
SBC <i>Game</i>	Montadora	SBC e produção enxuta	Peças Lego	Pourabdollahian, Taisch e Kerga (2012)
<i>Heijunka</i> Didático	Específico	Nivelamento da produção	Cartas de baralho	Có, Có e Meriqueti (2008)
ROBOCANO	Específico	Balanceamento, MRP, produção puxada e <i>kanban</i>	Conexões de PVC	Santos, Gohr e Vieira Junior (2013)
<i>SIMPLE</i>	Específico	Tomada de decisão na logística enxuta	Software	Chang <i>et al.</i> (2009)
<i>Beer Game</i>	Específico	Princípio da estabilidade da produção enxuta	Software	Riemer (2008)
<i>Parade Game</i>	Específico	Variabilidade em atividades em sequência	Dados	Tommelein, Riley e Howell (1999)
<i>Lean Enterprise Value Simulation</i>	Específico	Metodologia <i>lean</i>	Peças Lego	McManus <i>et al.</i> (2007)
<i>Lean Board Games</i>	Específico	Produção enxuta	Jogo de tabuleiro	Grupo Engenho

Fonte: Própria

### 3. Escolha do jogo

Como parte do trabalho, um dos jogos foi escolhido para aplicação em sala de aula, para que os efeitos do GBL pudessem ser vistos de perto e para que um *feedback* por parte dos alunos pudesse ser obtido.

Para tal escolha, usou-se o *framework* trazido por Hailey (2010) de quatro dimensões a serem avaliadas. Para a primeira dimensão, temos o contexto em que o jogo será inserido, em que os recursos aqui apresentam um fator crucial. Os jogos que necessitam da presença de computadores, como o “*Beer Game*” e o “*SIMPLE*”, foram descartados devido à falta de tal recursos para essa ocasião.

Na segunda dimensão, analisa-se o perfil dos alunos que em sua maioria são do curso de Engenharia de Produção de semestres mais avançados, Para a terceira e quarta dimensões, analisadas em conjunto, focou-se em avaliar os aspectos pedagógicos do jogo, aliando aos objetivos de ensino com a aplicação da metodologia lúdica.

Com o enfoque de cada dimensão em mente, percebeu-se que a “Fábrica de Canetas” desenvolvido por Silveira *et al.* (2005) mostrou-se estar de acordo com os critérios das quatro dimensões de Hailey (2010), pois aborda todos os conceitos da produção enxuta e se aproxima de uma prática real. O recurso a ser utilizado é de fácil acesso e montagem e o tempo a ser utilizado estão de acordo com o disponível.

#### **4. Aplicação do jogo “fábrica de canetas”**

O presente capítulo apresenta as características do jogo, o desenvolvimento dos questionários de pré-execução e pós-execução e a aplicação do jogo junto com sua avaliação através dos questionários.

##### **4.1. Apresentação do jogo**

O jogo “Fábrica de Canetas”, como descrito por Silveira *et al.* (2005), realiza simulações do processo de montagem de canetas pretas e azuis, sendo 45 e 25 as quantidades, respectivamente.

Durante o jogo, são simuladas três etapas e, de acordo com a aplicação de Silveira *et al.* (2005), existem determinados resultados esperados para cada uma delas. A primeira etapa consiste na montagem de canetas na maior velocidade possível, em uma produção sem controle, e se espera que o objetivo de montar 45 canetas seja alcançado com dificuldades. São utilizados 4 operários para a produção das canetas e um para a cronometragem. Na segunda etapa, os participantes devem montar canetas pretas e azuis, com uma demanda de 5 canetas a cada 30 segundos com as duas cores variando, num sistema empurrado da produção com muita variação e demora nas entregas. São utilizados 3 operários para a produção, uma figura de um fornecedor e um para a cronometragem. Para a última etapa, deve-se montar as canetas com uma demanda de cinco, com produção puxada, utilizando o sistema *kanban*. Se espera um fluxo suave, atendendo a demanda com facilidade.

##### **4.2. Desenvolvimento de questionários**

Segundo Leite (2007, *apud* MONSALVE, 2014), a utilização de questionários se justifica em sua utilização em casos onde se tem bom conhecimento do tópico aplicado e necessita-se abranger todos os participantes, permitindo análises posteriores.

Para o desenvolvimento dos questionários, foi feita uma revisão bibliográfica, adotando principais dimensões e tópicos mais importantes sobre um jogo didático.

As questões utilizadas foram adaptadas de Fang (2012), Monsalve (2014), Silva (2015) e Sauaia (1995). Além disso, mais uma vez foi tido como base o *framework* e critérios de Hainey (2010) para a decisão de quais questões utilizar e em que aspectos focar.

Foram utilizados dois questionários. O primeiro um pré-teste, contido no Apêndice A, com objetivo de traçar um perfil dos participantes quanto ao seu comportamento e contato com o ensino baseado em jogos. O segundo um pós-teste, onde as categorias de Hainey foram

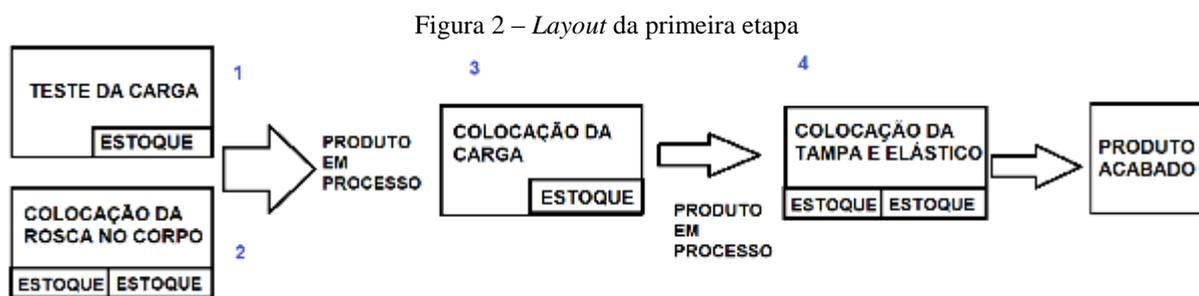
abordadas (desempenho, motivação, percepção, atitudes, preferências, colaboração e ambiente).

### 4.3. Execução do jogo

O jogo foi aplicado em uma turma da matéria de Produção *Lean*, de sete alunos, e observada, para posterior avaliação em forma de questionário, por outros alunos do curso de Engenharia de Produção interessados no assunto. O jogo teve a duração de 1h30min.

#### 4.3.1. Primeira etapa

Na etapa de produção de 45 canetas pretas, sem controle, foram utilizados 4 operadores previstos, porém 2 para o controle de tempo. O *layout* utilizado para essa etapa pode ser visto na figura 2:



Fonte: Própria

Durante a primeira rodada dessa etapa, os alunos puderam identificar um gargalo na operação 3, de colocação da carga, e ociosidade nas operações 1, de teste, e 2 de colocação da rosca. Sendo assim, para a segunda rodada os alunos optaram por retirar o operador 3 e incorporar seu trabalho ao operador 1, do teste de carga, diminuindo a ociosidade e trabalhando com menos operadores no processo. Parte das operações estão ilustradas na figura 3:

Figura 3 – Montagem das canetas na primeira etapa



Fonte: Própria

Notou-se uma diminuição significativa no tempo total do processo, bem como um fluxo e uma produção mais uniforme. Os resultados e diferenças entre a primeira e segunda etapas podem ser observadas nas tabelas 1 e 2 de controle de produtividade e tempo das operações.

Tabela 1 – Controle de produtividade da primeira etapa

Fonte: Própria

LOTES	TEMPO (s)	
	PRIMEIRA RODADA	SEGUNDA RODADA
1	46	31
2	23	30
3	29	20
4	27	18
5	28	24
6	20	21
7	23	25
8	20	24
9	27	19
MÉDIA DE TEMPO POR LOTE	27	23
TEMPO TOTAL	243	212

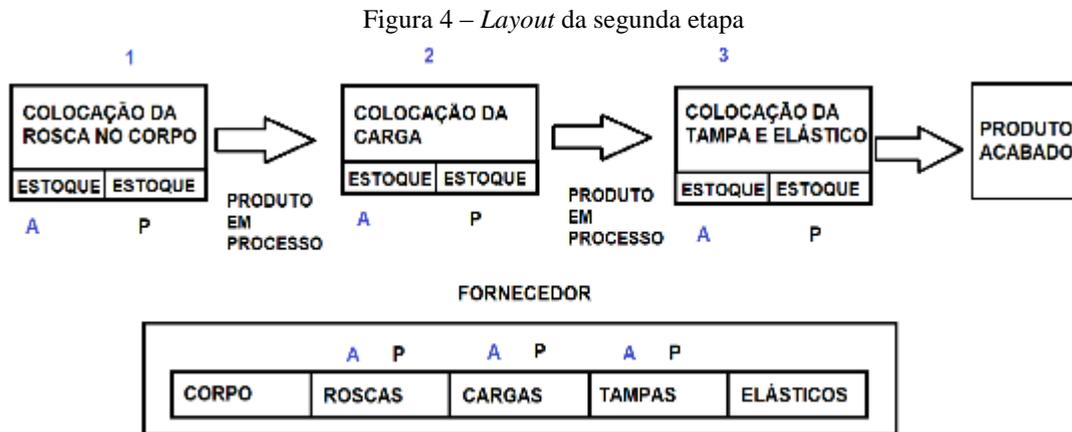
Tabela 2 – Tempo das operações da primeira etapa

ETAPAS	PROCESSOS	TESTE DE CARGA	COLOCAÇÃO DA ROSCA	COLOCAÇÃO DA CARGA	COLOCAÇÃO DA TAMPA	COLOCAÇÃO DO ELÁSTICO	TEMPO TOTAL
PRIMEIRA ETAPA	RODADA 1	2	3	5	2	2	14
	RODADA 2	1	3	3	1	2	10

Fonte: Própria

### 4.3.2. Segunda etapa

Para a segunda etapa, foram utilizadas 45 canetas pretas e 25 azuis, demandadas em lotes de cinco a um *takt time* de 30 segundos. Foram utilizados 3 operadores, 2 controladores de tempo e 1 fornecedor. O *layout* para essa etapa pode ser visto na figura 4.



Fonte: Própria

Ao longo da primeira rodada, foi possível observar grande desorganização entre os operadores e o fornecimento do material. Todas as entregas tiveram atraso em relação ao *takttime*, e o fornecedor demonstrou um grande gargalo para o funcionamento geral.

Por isso, os alunos acrescentaram mais uma pessoa ao fornecimento, uma encarregada das canetas azuis e outra das pretas, evitando a confusão criada na entrega das mesmas.

A partir das mudanças, os tempos de atrasos foram menores e o processo demonstrou-se bem mais organizado. O tempo total do processo teve significativa diminuição, assim como os estoques em processo. Esses resultados podem ser observados nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Controle de produtividade da segunda etapa

LOTES	PEDIDO (s)	PRIMEIRA RODADA			SEGUNDA RODADA		
		Entrega (s)	Estoque em processo posto 2	Estoque em processo posto 3	Entrega (s)	Estoque em processo posto 2	Estoque em processo posto 3
Preto	30	51			48		
Azul	60	98			81		
Preto	90	172	2		108		
Preto	120	251			134		
Preto	150	318	3		162		
Azul	180	213			192		
Preto	210	371			217		
Preto	240	393			242	2	
Azul	270	283			288		1
Azul	300	350			308		
Preto	330	445	3		338		
Preto	360	483		3	375		
Azul	390	414			392		1
Preto	420	533	4	3	423		
MÉDIA DE TEMPO POR LOTE (s)			35			30	
TEMPO TOTAL (s)			533			423	

Fonte: Própria

Tabela 4 – Tempo das operações da segunda etapa

ETAPAS	PROCESSOS	TESTE DE CARGA	COLOCAÇÃO DA ROSCA	COLOCAÇÃO DA CARGA	COLOCAÇÃO DA TAMPA	COLOCAÇÃO DO ELÁSTICO	TEMPO TOTAL
SEGUNDA ETAPA	RODADA 1	-	3	4	1	3	11
	RODADA 2	-	2	3	2	3	10

Fonte: Própria

### 4.3.3. Terceira etapa

Para resolver o problema do atraso nas entregas das demandas, introduziu-se na terceira etapa a aplicação do *kanban*. Foram acrescentados cartões *kanban* de fornecedor e de produção, nas cores vermelho, amarelo e verde. O cliente, puxa a produção com a mesma demanda a cada 30 segundos. O *layout* dessa etapa está ilustrado nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Célula 1 da terceira etapa



Fonte: Própria

Figura 6 – Layout da terceira etapa



Fonte: Própria

Nessa etapa, a demanda foi atendida sem problemas e com folga, como pode ser observado na tabela 5, e os tempos de cada operação permaneceram congruentes com os da etapa anterior, como visto na tabela 6.

Tabela 5 – Controle de produtividade da terceira etapa

Fonte: Própria

LOTES	PEDIDO (s)	PRIMEIRA RODADA
		<u>Entrega</u> (s)
<u>Preto</u>	30	26
Azul	60	61
<u>Preto</u>	90	92
<u>Preto</u>	120	119
<u>Preto</u>	150	148
Azul	180	170
<u>Preto</u>	210	193
<u>Preto</u>	240	236
Azul	270	251
Azul	300	285
<u>Preto</u>	330	323
<u>Preto</u>	360	342
Azul	390	380
<u>Preto</u>	420	404
MÉDIA DE TEMPO POR LOTE (s)		28
TEMPO TOTAL		404

Tabela 6 – Tempo das operações da terceira etapa  
 Fonte: Própria

ETAPAS	PROCESSOS	TESTE DE CARGA	COLOCAÇÃO DA ROSCA	COLOCAÇÃO DA CARGA	COLOCAÇÃO DA TAMPA	COLOCAÇÃO DO ELÁSTICO	TEMPO TOTAL
TERCEIRA ETAPA	RODADA 1	-	2	3	2	3	10

#### 4.3.4. Resultado dos questionários

O jogo foi avaliado por 16 estudantes presentes na prática, sendo sete deles participantes ativos do jogo.

Antes da execução do jogo foi realizado um pré-teste (Apêndice A) de quatro questões. A partir dos resultados das três primeiras questões, que podem ser vistos na tabela 7, é possível caracterizar a turma com uma disposição ao aprendizado em cooperação com outros estudantes, com um grau suficiente de conhecimento do sistema *Lean* a ser desenvolvido.

Tabela 7 – Respostas do pré-teste

	<u>Opções</u>	<u>Quantidade</u>
<b>Questão 1</b>	<u>Competitivo</u>	3
	<u>Cooperativo</u>	12
	<u>Individual</u>	1
<b>Questão 2</b>	<u>Avançado</u>	0
	<u>Bom</u>	5
	<u>Suficiente</u>	11
	<u>Ruim</u>	0
	<u>Insuficiente</u>	0
<b>Item (a)</b>	<u>Nunca</u>	0
	<u>Ocasionalmente</u>	9
	<u>Frequentemente</u>	5
	<u>Sempre</u>	2
<b>Item (b)</b>	<u>Nunca</u>	1
	<u>Ocasionalmente</u>	6
	<u>Frequentemente</u>	4
	<u>Sempre</u>	5
<b>Item (c)</b>	<u>Nunca</u>	0
	<u>Ocasionalmente</u>	8
	<u>Frequentemente</u>	4
	<u>Sempre</u>	4

Fonte: Própria

Na última questão do pré-teste, subjetiva, oito estudantes afirmaram já ter tido uma experiência em sala de aula com atividade lúdica, especialmente em cadeiras de Planejamento e Controle da Produção, demonstrando que há uma crescente presença do GBL no curso de Engenharia de Produção.

Após a execução do jogo, foi aplicado o pós-teste (Apêndice B), com 10 questões. O resultado das primeiras cinco questões objetivas pode ser visto na tabela 8.

Tabela 8 – Resultado das questões objetivas do pós-teste

	Opções	Quantidade
Questão 1	Muito motivado	5
	Motivado	11
	Desmotivado	0
	Entediado	0
Questão 3	Sim	10
	Mais ou menos	4
	Não	2
Questão 4	Maior dinamismo e interação com o professor	10
	Maior Facilidade de aprendizado dos conceitos	8
	Melhor memorização	3
	Promove participação ativa dos alunos	10
	Outros	1
Questão 5	Dificuldade de associar teoria à prática	2
	Complexidade do jogo atrapalha compreensão	3
	Simplificação do jogo não abrangeu conceitos	2
	Pouco estímulo para participação do aluno	2
	Outros	5
Questão 6	Solução de problemas	9
	Raciocínio lógico e rápido	10
	Organização/planejamento	11
	Responsabilidade	0
	Criatividade	3
	Liderança	3
	Trabalho em equipe	11
	Comunicação	9
	Motivação	1
Outros	0	

Fonte: Própria

Com os resultados da primeira questão, é possível notar o interesse dos envolvidos em participar do método proposto, afirmando a importância do GBL para a manutenção da motivação dos estudantes. Outro benefício foi o de aproximação com a realidade (Questão 3), que foi avaliado, em sua maioria, como positivo pelos alunos.

Quanto aos pontos fortes do jogo (questão4), a promoção de participação ativa dos alunos e o maior dinamismo e interação foram os mais destacados pelos alunos. Para os pontos fracos (questão 5), as opiniões dividiram-se, mas houve ressalvas quanto à complexidade do jogo, especialmente a terceira etapa, à organização e ao tempo utilizado.

Em relação às questões subjetivas, na segunda questão foi unânime a opinião positiva em relação aos jogos, e a maioria justificou essa opinião pela oportunidade de uma abordagem prática que os jogos permitem. Um dos alunos trouxe “[...] possibilitou a visualização na

prática de 3 modelos de produção. Além de verificar que sem a devida organização e preparação, até os métodos mais eficazes podem gerar uma maior confusão”.

Na questão oito, obteve-se como respostas: *kanban*, produção puxada, padronização, *takt time*, nivelamento, balanceamento, melhoria contínua, 5s, eliminação de desperdícios, *just-in-time* e polivalência dos operadores.

Para a questão nove, foi unânime a preferência pelo ensino com jogos. Na questão 10, destacou-se a necessidade de um maior tempo para explicação e teste do funcionamento das etapas.

## **5. Conclusão**

A partir desse estudo, foi possível, primeiramente apresentar o GBL - *Game Based Learning* - por meio de uma revisão da literatura. Em seguida, foi discutida a forma com o qual se deve avaliar um jogo didático, com a conclusão, através da literatura abordada, de que o *framework* de Hailey (2010) e seus critérios eram os mais indicados para uma abordagem completa na avaliação.

O jogo definido (“Fábrica de Canetas”) foi aplicado em uma turma de Engenharia de Produção e seus resultados foram ilustrados e discutidos. Os *feedbacks* foram compilados e analisados, através de questionário, realizados pelos alunos participantes da prática aplicada. Com isso, houve a identificação de pontos positivos e limitantes do jogo em questão e do método como um todo. Através das respostas dos questionários, foi possível notar uma avaliação positiva da aplicação do jogo e o fato de seu objetivo ter sido alcançado. Porém, dado que foi aplicado em apenas uma turma, o número de alunos atingidos ainda é pouco para resultados mais pertinentes e conclusivos. É reconhecido o impacto que a aprendizagem baseada em jogos tem nos participantes e o espaço que há para o crescimento da utilização do mesmo na Engenharia de Produção, bem com a ser estendido para outras engenharias.

Com isso, foi possível reafirmar a importância da aprendizagem baseada em jogos e sinalizar o espaço para crescimento e uso que existe dentro da Engenharia de Produção que pode, e deve, ampliar seu repertório de métodos de ensino.

## **REFERÊNCIAS**

CARVALHO, Carlos Vaz de. Aprendizagem Baseada em Jogos. In: WORLD CONGRESS ON SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY, 2., 2015, Vigo. **Proceedings...** 2015. p. 176 - 181.

CHANG, Yung-chia et al. A flexible web-based simulation game for production and logistics management courses. **Simulation Modelling Practice and Theory**, [s.l.], v. 17, n. 7, p.1241-1253, ago. 2009. Elsevier BV.

CÓ, Fábio Almeida; CÓ, Márcio Almeida; MERIGUETI, Brunela de Alcântara. O "Heijunka 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. **Anais...** 2008.

COSTA, Adolfo Cesar Figueiredo; JUNGLES, Antônio Edesio. O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** 2006.

DEPEXE, Marcelo D. et al. APRESENTAÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA DE APOIO AO ENSINO DA PRODUÇÃO ENXUTA. **Revista Gestão Industrial**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.140-151, 1 dez. 2006. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

DINO. **Saiba como é o mercado de Engenharia de Produção**. 2016. EXAME. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/saiba-como-e-o-mercado-de-engenharia-de-producao-shtml/>>. Acessoem: 04 set. 17.

FANG, Jun. **The use of a game-based project in engineering education: an examination of the academic learning, engagement and motivation of first year engineering students**. 2012. 191 p. Ph. D, Dissertation. Philosophy. PurdueUniversity. Indiana, 2012.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F.C.S. Manufatura enxuta: Uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de trabalhos futuros. **Gestão & Produção**, V.11, P.1-19, Jan/Abril 2004.

GRAMIGNA, Maria Rita. **Jogos de empresa**. São Paulo: Makron Books, 1993.

GRAZIANI, Álvaro Paz. **Mini-montadora de veículos: simulação de montagem de veículos rádio-controlados como recurso pedagógico para o ensino de engenharia de produção**. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Instituto Superior Tupy - Sociedade Educacional de Santa Catarina (SOCIESC), Joinville, 2012.

GRUPO ENGENHO (Campinas). **Lean Board Game**. Disponível em: <<http://grupoengenho.com.br/index.php/lean-board-game/>>. Acessoem: 08 nov. 2017.

HAINNEY, Thomas. **Using Game-Based Learning to teach requirements collection and analysis at tertiary education level**. 2010. 275 f. Tese (Doutorado) - Curso de Philosophy, University Of The West Of Scotland, Hamilton, 2010.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITSMAN, Larry P.; MALHOTRA, ManojK.. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 615 p.

LAZZAROTTO, Tassyana Crespan et al. Utilização de jogos didáticos no aprendizado dos conceitos do Sistema Toyota de Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** 2011.

MONSALVE, Elizabeth Suescún. **Uma abordagem para transparência pedagógica usando aprendizagem baseada em jogos**. 2014. 256 f. Tese (Doutorado) - Curso de Informática, Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Puc-rio, Rio de Janeiro, 2014.

MCMANUS, Hugh L. et al. TEACHING LEAN THINKING PRINCIPLES THROUGH HANDS-ON SIMULATIONS. In: INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 3., 2007, Cambridge. **Proceedings...** 2007.

POURABDOLLAHIAN, Borzoo; TAISCH, Marco; KERGA, Endris. Serious Games in

Manufacturing Education: Evaluation of Learners' Engagement. **Procedia ComputerScience**, v. 15, p. 256-265, 2012.

RIEMER, Kai. The Beergame in business-to-business eCommerce courses: a teaching report. In: BLED ECONFERENCE ECOLLABORATION: OVERCOMING BOUNDARIES THROUGH MULTI-CHANNEL INTERACTION, 21., 2008, Bled. **Proceedings...** 2008.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; VIEIRA JUNIOR, Milton. ROBOCANO: UMA DINÂMICA ALTERNATIVA PARA ENSINAR E APRENDER GESTÃO DA PRODUÇÃO. **Revista Gestão Industrial**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.122-146, 22 maio 2013. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

SAUAIA, Antonio Carlos Aidar. **Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas**: Contribuições para a Educação Gerencial. 1995. 273 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, EsteraMuszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. 139 p.

SILVA, Elissa Danielle. **Aprendizagem baseada em jogos: uma análise da motivação, do desempenho e da evasão de alunos em um curso de Engenharia de Produção**. 2015. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Tupy - Unisociesc, Joinville, 2015.

SILVEIRA, João Paulo et al. Fábrica de Canetas: Aprendendo Conceitos de Produção a Partir de Jogos em Equipe. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais...** 2005.

SWINK, Morgan et al. **Managing operations across the supply chain**. New York: Mcgraw-Hill/Irwin, 2011. 575 p.

TOMMELEIN, Iris D.; RILEY, David R.; HOWELL, Greg A..PARADE GAME: IMPACT OF WORK FLOW VARIABILITY ON TRADE PERFORMANCE. **Journal Of Construction Engineering And Management**, X, v. 125, n. 5, p.304-310, jul. 1999.

## APÊNDICE A

**Pré-teste**  
**Fábrica de Canetas**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
\_/\_/\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

- 1. Que tipo de aprendizado dinâmico você prefere?**
  - Competitivo – aprendendo a partir da competição com outros estudantes.
  - Cooperativo – aprendendo cooperando com outros estudantes.
  - Individual – aprendendo por conta própria.
- 2. Como classifica seu grau de conhecimento em relação ao sistema *Lean de Produção*?**
  - Avançado
  - Bom
  - Suficiente
  - Ruim
  - Insuficiente
- 3. Durante suas aulas, com que frequência você fez cada uma das ações a seguir:**
  - a) Fez perguntas durante a aula ou contribuiu com discussões em classe
    - Nunca    Ocasionalmente    Frequentemente    Sempre
  - b) Trabalhou com outros estudantes em atividades em sala de aula
    - Nunca    Ocasionalmente    Frequentemente    Sempre
  - c) Trabalhou com outros estudantes para completar, fora de sala de aula, atividades iniciadas em sala
    - Nunca    Ocasionalmente    Frequentemente    Sempre
- 4. Você já participou de alguma atividade lúdica em sala de aula antes? Se sim, como foi sua experiência?**

---

---

---

---

---

---

**Pós-teste**  
**Fábrica de Canetas**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_  
\_ / \_ / \_

**Matrícula:** \_\_\_\_\_

1. Como você avalia sua motivação ao participar do jogo?
  - Muito motivado
  - Motivado
  - Desmotivado
  - Entediado
2. Você acredita que o jogo é uma ferramenta atrativa e que possibilitou um maior aprendizado? Por quê?

---

---

---

---

---

3. Durante a participação do jogo você se sentiu próximo da realidade de uma linha de produção de uma fábrica real?
  - Sim
  - Mais ou menos
  - Não
4. Quais os pontos fortes do jogo?
  - Maior dinamismo e interação com o professor/palestrante
  - Maior facilidade de aprendizado dos conceitos
  - Melhor memorização
  - Promove a participação ativa do aluno
  - Outro. Qual? \_\_\_\_\_
5. E os pontos fracos?
  - Dificuldade de associar a teoria à prática
  - A complexidade do jogo atrapalha a compreensão dos conceitos
  - A simplificação do jogo não abrangeu os conceitos estudados
  - Houve pouco estímulo para a participação do aluno
  - Outro. Qual? \_\_\_\_\_
6. Quais habilidade você conseguiu desenvolver e/ou utilizar durante o jogo?

- o Solução de problemas
- o Raciocínio lógico e rápido
- o Organização/planejamento
- o Responsabilidade
- o Criatividade
- o Liderança
- o Trabalho em equipe
- o Comunicação
- o Motivação
- o Outro. Qual? \_\_\_\_\_

**7. Classifique a intensidade dos benefícios alcançados:**

CONHECIMENTOS	Baixa	Alta
Adquirir um novo conhecimento.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
Integrar conhecimentos.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
Atualizar conhecimentos.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
<b>HABILIDADES</b>		
Praticar análise de problemas.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
Praticar a tomada de decisões.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
Praticar controle de resultados.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
<b>COMPORTAMENTOS</b>		
Adaptar-se a novas situações.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
Buscar explicar os resultados.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	
Fazer analogias com a realidade.....	(1) (2) (3) (4) (5) (6)	

**8. Que práticas e métodos do Sistema *Lean* de Produção você pôde identificar ao longo do jogo?**

---



---



---

**9. Você prefere métodos do ensino tradicional ou do ensino com a utilização de jogos? Por quê?**

---



---



---

**10. O que poderia ser mudado no jogo e na experiência como um todo? Exprima aqui sua livre opinião.**

---



---



---

