

UTILIZAÇÃO DE JOGOS COMO FERRAMENTAS DE ENSINO, TREINAMENTO E SIMULAÇÃO NA ENGENHARIA

Victor Martinelli Chunques (IC) e M.e Massaki de Oliveira Igarashi (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

O uso da gamificação para apoiar o ensino, o treinamento e a simulação não é uma abordagem nova; a utilização desta metodologia está crescendo e se tornando cada vez mais popular entre educadores e alunos. Neste contexto os jogos de empresa também se popularizaram nos últimos anos entre os desenvolvedores e entre o público que busca jogos com a premissa de gerenciar recursos e simular situações do mundo real. A união destes temas, por se utilizarem na maior parte de meios eletrônicos como computadores, celulares e tablets, se popularizou na mesma velocidade com que essas tecnologias entraram no cotidiano das pessoas. Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre jogos e gamificação, cujo foco foi estudar sua aplicação no ensino, treinamento e simulação de conceitos educacionais nos cursos de engenharia, sobretudo no curso de engenharia de produção/industrial. Neste estudo são exemplificados alguns jogos como: Scratch, Big Pharma, Production Line, Flexsim e Lean Board Game; para evidenciar as suas funcionalidades os seus benefícios da utilização do conjunto jogos de empresa e gamificação. Estes benefícios podem ser exemplificados como a melhoria no processo de tomada de decisão, aprendizado com maior eficiência e aplicação prática de conteúdos teóricos.

Palavras-chave: Gamificação. Treinamento. Simulação.

ABSTRACT

The use of gamification to support teaching, training and simulation is not a new approach; the use of this methodology is growing and becoming increasingly popular among educators and students. In this context, enterprise games have also become popular in recent years among game developers and the gaming public with the premise of managing resources and simulating real-world situations. The union themes, because they mainly use electronic media such as computers, cell phones and tablets, became popular at the same speed which these technologies entered people's daily lives. This paper presents a literature review on games and gamefication, whose focus was to study its application for teaching, training and simulation of educational concepts in in engineering courses, specifically in production/industrial engineering courses. In this study some games are exemplified such as: Scratch, Big Pharma, Production Line, Flexsim and Lean Board Game; to highlight its features. These benefits can be exemplified as improved decision making, more efficient learning and practical application of theoretical content.

Key Words: Gamification. Training. Simulation.

1 INTRODUÇÃO

Influenciadas pela globalização, as organizações estão se tornando altamente tecnológicas, inovadoras e o foco está na otimização da produção e serviços. Novos paradigmas para a engenharia têm surgido de maneira muito veloz e as universidades precisam ser capazes de transmitir e compartilhar o conhecimento neste contexto. De acordo com Igarashi (2018), a busca por uma metodologia adequada para o aprendizado de estudantes e futuros engenheiros se depara com a necessidade de um indivíduo que além de dominar os conhecimentos científicos e tecnológicos também deve apresentar habilidades, competências diversificadas e um perfil colaborativo.

Os mundos virtuais possuem um histórico de utilização envolvendo áreas como jogos e simulações (KAMIERSKI, 2004); no ensino das engenharias, mais precisamente na engenharia de produção, não poderia ser diferente: ambientes que simulam situações reais do cotidiano e exigem de seus participantes um pensamento lógico para resolver os problemas propostos desenvolvem nos mesmos vivências e conhecimentos nos quais o ensino tradicional não poderia alcançar em tão pouco tempo e com tamanha eficiência. Neste sentido, plataformas como o Scratch® têm se popularizado no ensino de lógica de programação e de outras disciplinas (do ensino fundamental ao universitário). Estas ferramentas possibilitam a associação de blocos lógicos onde o usuário pode, facilmente, criar seu próprio jogo encaixando e associando blocos e diversos tipos de mídias (imagens, músicas, sons e gráficos) (NASCIMENTO, 2018; PERNASSI et al., 2018).

A gamificação extrapolou o ambiente de pesquisas acadêmicas; portanto, pesquisadores e empresas têm vislumbrado, inclusive, outras possibilidades para os jogos, tais como: fonte de atratividade para novos clientes, inovação em seus negócios, realização de treinamentos internos e externos e até mesmo divulgar novos produtos. Neste sentido, a construção de ambientes de aprendizagem e a visão sistêmica possibilitam uma melhor visualização dos resultados num processo de tomada de decisão e um ambiente muito mais seguro, sem necessidade de exposição do indivíduo a ambientes reais que poderiam apresentar, até mesmo, uma certa periculosidade.

Não obstante, *softwares* e simuladores como o Big Pharma®, Production Line® e FlexSim® cumprem muito bem a proposta de simular situações reais de sistemas produtivos e treinar profissionais e futuros profissionais. O primeiro é basicamente a porta de entrada para estudos de simulação, além de ter um foco mais administrativo, no entanto, todos conseguem simular o dia a dia de uma linha produtiva com mais ou menos complexidade.

A seleção e escolha destes exemplares de gamificação como Scratch®, Big Pharma®, Production Line® e FlexSim® contribui para que esta pesquisa de revisão bibliográfica possa

atingir o objetivo ressaltar as possibilidades e vantagens da aplicação de gamificação e jogos de empresas como estratégias de ensino, simulação e treinamento acadêmico, que podem contribuir para as engenharias, mais notadamente a engenharia de produção.

2 DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

Os conceitos de jogos de empresas e gamificação, embora de origem diferentes, hoje caminham muito próximos.

Os jogos de empresas têm sido utilizados desde a década de 1960 como parte integrante da educação universitária e programas de treinamento industrial nos Estados Unidos da América. A definição utilizada para o termo referia-se a exercícios de tomada de decisões gerenciais sequenciais, os quais geralmente afetavam os resultados de outras equipes, para satisfazer determinados objetivos em um ambiente de negócios e de mercado definido por um administrador do jogo. Eles retratam de forma simplificada uma realidade empresarial complexa, de onde se delimitam algumas variáveis com as quais trabalhar, restringindo-se o impacto de outras variáveis no modelo, os jogos recriam uma entidade organizacional descrita por meio de balanços patrimoniais, demonstrativos de caixa, demonstrativos de resultados, correspondências de trabalho, relatórios anuais e planos de gestão. Basicamente os jogos de empresa precisam ter a possibilidade de modelar a realidade da empresa possibilitando estabelecer analogias entre o jogo e as atividades do cotidiano, além de ter suas regras claras, ser atrativo e envolvente (GOLDSCHMIDT, 1977; SANTOS, 2003; SAUAIA, 1995; BABB, LESLIE, 1966).

Já o termo gamificação (tradução do inglês *gamification*), um pouco mais recente, foi inicialmente desenvolvido na década de 1970, onde era associado à utilização e desenvolvimento de *softwares*. Com o tempo o conceito agregou elementos como: narrativa, sistema de recompensas, cooperação, competição, objetivos e regras claras, entre outros. Com o objetivo de motivar o usuário a criar soluções criativas para os problemas encontrados, o fato de todos os elementos compostos da gamificação serem encontrados nos jogos tradicionais e também nos jogos de empresa apenas facilitou a união dos conceitos (BURKE, 2016; FARDO, 2013). Atualmente, embora o termo varie de autor para autor, a gamificação pode ser definida como o uso de técnicas de *game design* e *game thinking* para aprimorar características não relacionadas a jogos, a fim de incentivar as pessoas a adotá-las ou influenciar a forma como são usadas. Resumidamente, é a adoção de conceitos e estratégias de jogos e/ou aplicações para deixar uma tarefa mais interessante e/ou divertida (MARCZEWSKI, 2013).

A seguir, através dos exemplos de jogos selecionados, são destacadas algumas possibilidades fundamentadas pela bibliografia estudada.

2.1 Scratch Como a porta de entrada para o ensino

O Scratch ® (Figura 1) é uma plataforma de programação orientada a objetos que contribui para o aprendizado de linguagem de programação através da criação de projetos audiovisuais como jogos, histórias animadas entre outras possibilidades. Foi desenvolvida pelo *Lifelong Kindergarten Group*, do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT; ela permite que programas desenvolvidos entreguem recursos de multimídia de forma simples e intuitiva (MALONEY, 2010).

Na plataforma existe uma ampla variedade de comandos (por exemplo; “se...”, “tocando em...”, “sempre...”) dispostos em blocos que se encaixam facilmente como quebras cabeças e seus usuários programadores, com o objetivo de condicionar alguma ação específica; para o desenvolvimento do seu jogo, encaixam estes comandos de forma lógica (IGARASHI et al., 2018).

O Scratch foi concebido para estimular a programação entre jovens estudantes de 8 a 16 anos em centros de computação pós-escolar nos Estados Unidos da América; já que se propunha a possibilitar uma programação de software com menos linhas de códigos (o que em outras linguagens tem pouco atrativo visual e difícil entendimento) e mais estratégias visuais lúdicas que propiciavam um aprendizado da lógica com mais atratividade e didática, fez com que a plataforma se disseminasse pelo mundo.

A adoção do Scratch® pelo ensino superior e por pesquisadores nas áreas de programação e tecnologia foi tão positiva que hoje tenta-se associar também projetos de inteligência artificial, redes neurais, *deep learning*, entendimento e tradução de textos, jogos de nicho, entre outros. (MALAN, 2007; MELÓ 2011).

Figura 1 - Telas de um jogo “quiz” de coleta seletiva e reciclagem: a) Tela principal; b) Esquemático e sequência lógica desenvolvido em Scratch ®



Fonte: Igarashi (2018).

A popularização dos telefones celulares fez surgir também outras plataformas para o ensino da programação de aplicativos móveis como o App Inventor®. Autores como Wolber (2011) enfatizam a possibilidade de construir aplicativos Android® apenas “arrastando e soltando blocos”. Por ele ter uma metodologia muito semelhante à do Scratch não foi lhe dado tanta ênfase nesta pesquisa, apenas é importante ressaltar que ele permite a inserção de componentes que possibilitam ao programador acessar, por exemplo, os leitores de: *QR code*, GPS, giroscópio, *Bluetooth*, entre outros. Existem, outrora, exemplos de serviços baseados na web, interação com redes sociais, leitura de códigos de barra, interação com sensores de orientação e geolocalização e de funcionalidades de reconhecimento de voz (GOMES, 2013).

2.2 Simulação da produção farmacêutica usando Big Pharma

As diferentes áreas onde um engenheiro pode atuar também refletem na vasta quantidade de conhecimento que este deve possuir, neste intuito, quanto mais simples e didático for seu aprendizado, mais preparado o engenheiro estará para o mercado de trabalho. Neste sentido, o jogo Big Pharma (Figura 2) vem para dinamizar seu estudo de linhas produtivas, mais especificamente no ramo farmacêutico.

Desenvolvido pela Twice Circled® e distribuído pela Positech Games® desde o ano de 2015, a premissa do jogo é a de que o jogador é um industrial do ramo farmacêutico e o mesmo deve montar a sua indústria de produção de medicamentos para diferentes sintomas e causas. Para isso, o jogador deve importar matérias primas, processar essas matérias e vendê-las em formato de pílula, creme, seringa ou de sachê em um sistema clássico de entrada (*input*) > transformação > saída (*output*).

Figura 2 – Telas do jogo Big Pharma. a) Tela Principal; b) Esquema de concentrações dos materiais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No jogo, a mesma matéria prima pode ser utilizada para produzir diferentes medicamentos, desde que o jogador saiba, com clareza, qual produto ele deseja produzir. O jogo utiliza-se de um sistema de concentrações onde a concentração de um ingrediente varia de 1 a 20 (variação adimensional) e dada uma certa variação, a matéria prima pode ser transformada, por exemplo, em um medicamento para dor de cabeça ou um medicamento para controle de febre (Figura 2-B). Toda a estrutura de equipamentos encontradas no Big Pharma, possuem a função de aumentar ou a de diminuir as concentrações das matérias primas; cabe também ao jogador organizar a ordem certa de equipamentos para que a concentração da matéria prima saia do seu ponto inicial e atinja a concentração do medicamento desejado.

Há um sistema de competição e este sistema é o principal incentivo para o jogador sempre procurar produzir seus medicamentos sem efeitos colaterais e na maior qualidade possível. No jogo, se o medicamento da concorrência se torna mais atrativo tanto em preço, quanto em qualidade, as vendas dos medicamentos do jogador começam a decair significativamente e aos poucos o processo produtivo começa a ter prejuízo, todas as formas de precificação do produto são feitas pelo jogador.

Esta dinâmica de produção é interessante pois induz o jogador, no momento de desenvolver o seu *layout* produtivo, a prestar muita atenção em qual concentração se encontra a matéria prima que está recebendo e a qual concentração final no medicamento esta disponibilizando para o mercado. Também é possível contratar executivos para melhorar as vendas dos produtos, o jogador deve escolher ações para os executivos fazerem e a partir da ação escolhida e do número de executivos escolhidos para determinado produto, há um aumento percentual das vendas.

2.2.1 SIMULAÇÕES DE CONCEITOS COM O BIG PHARMA

O jogo, em sua essência, é uma interessante ferramenta de aprendizado para um engenheiro de produção ao mesmo tempo que sua jogabilidade é simples e sua curva de aprendizado suave. O desafio aumenta a medida que o jogador precisa se destacar frente a concorrência de mercado.

Neste jogo encontram-se, por exemplo, conceitos como o de *layout* produtivo, e sabe-se que se bem definidos, podem melhorar a utilização de recursos e prover meios mais simplificados para aplicações de técnicas da produção como o 5S, *Kanban*, *Just in Time* (JIT) e etc. Estas ferramentas contribuem para melhora na qualidade dos produtos por exemplo (NAQVI et al., 2016).

Um fluxo bem estudado permite o rápido atravessamento do produto pelo sistema produtivo. Assim, conseqüentemente, menos tempo é perdido em cada recurso e ocorre a rápida transformação da matéria-prima em produto final, reduzindo o seu *lead time* e igualando o seu tempo de produção ideal ao seu tempo de ciclo (tempo transcorrido entre do início ao fim da operação de produção do produto) (PARANHOS FILHO, 2007; SUNDAR, BALAJI, KUMAR, 2014).

Se o jogador toma a decisão de que o seu produto principal será apenas um tipo de medicamento e o mesmo ainda possuir baixa complexidade de produção, este estará apto a ter dois tipos de problemas: o primeiro é a demanda por matéria prima (ela varia o seu preço em épocas de escassez) e o preço de produção (este, eventualmente, poderá subir e o lucro da produção diminuir drasticamente). O segundo problema é o da concorrência: caso o concorrente e o jogador tenham o mesmo medicamento, aquele que tiver a maior qualidade e o menor preço ganhará a disputa; mas como não há a certeza de qual a qualidade exata do produto do concorrente, resta tentar ganhar a competição através do preço; porém, menores preços acarretam menores lucros ao jogador.

Caso o jogador opte pela alternativa de sempre aumentar a complexidade de seus medicamentos e conseqüentemente a de seu sistema produtivo, o espaço disponível para organizar as máquinas torna-se um problema. Esta situação encontrada no jogo nada mais é do que uma simulação da realidade, que evidencializa a concorrência no setor industrial e a necessidade de um processo mais enxuto ou também denominado de *Lean Production*, é a realidade do dia a dia de diversos profissionais do meio produtivo. Outro desafio encontrado pelo jogador é a constante necessidade de atenção ao seu fluxo de caixa.

A tomada de decisão é presenciada no jogo em diversos momentos como: qual equipamento priorizar na pesquisa, quais equipamentos e matérias primas devem receber aprimoramento, quais matérias primas priorizar para pesquisas, se é mais vantajoso possibilitar novas descobertas pelos cientistas, se o processo produtivo deve ser refeito ou apenas melhorado, se deve-se arriscar em contratar mais funcionários a medida em que o fluxo de caixa esta aumentando ou apenas esperar o fluxo aumentar e depois contratar; entre outras situações. Estas decisões são semelhantes às enfrentadas por um gestor no cotidiano da indústria.

Em casos mais simples, o jogador também é forçado a aprender a lei da oferta e da demanda¹ dos produtos e a constantemente analisar os gráficos do histórico dos preços das

¹ Modelo econômico de determinação de preços em um mercado, em uma realidade de plena competição, os preços variam de acordo com a relação da quantidade de produtos que os agentes econômicos irão ofertar e a quantidade de produtos que os consumidores irão demandar, caso não haja um balanço entre essas quantidades, os preços destes produtos tendem a aumentar ou diminuir.

matérias primas a fim de tentar prever o futuro. O jogador também aprende o balanço entre qual o preço do produto que ele gostaria que fosse cobrado e qual o real preço que os consumidores estão dispostos a pagar, caso estas duas relações não estejam equilibradas, ou o jogador perde a oportunidade faturar mais em suas vendas ou os consumidores deixam de comprar seus produtos e a concorrência ganha espaço no mercado.

2.3 Simulação da produção automobilística usando Production Line

Desenvolvido e distribuído pela Positech Games®, o jogo é uma evolução em diversos aspectos do jogo Big Pharma. Neste sentido, o Production Line (Figura 3) coloca o jogador na posição de um presidente de uma companhia do setor automotivo e o mesmo deve projetar a sua fábrica e lucrar com a venda advinda da produção de seus carros. A maior diferença entre o Production Line e o Big Pharma é a forma de produção dos produtos, enquanto que o Big Pharma utiliza um sistema de concentrações para sua matéria prima e um número limitado de máquinas que possuem funções fixas (como aumentar ou diminuir a concentração), no Production Line a ideia foi ampliada e trazida para o contexto das montadoras de carros, onde cada processo demanda uma máquina específica.

Por possuir um maior número de elementos e com maior complexidade há sempre mais informações que são exibidas na tela. Portanto, é necessário que o jogador saiba explorar os dados e as informações do processo.

Figura 3 – Exemplo de tela do jogo



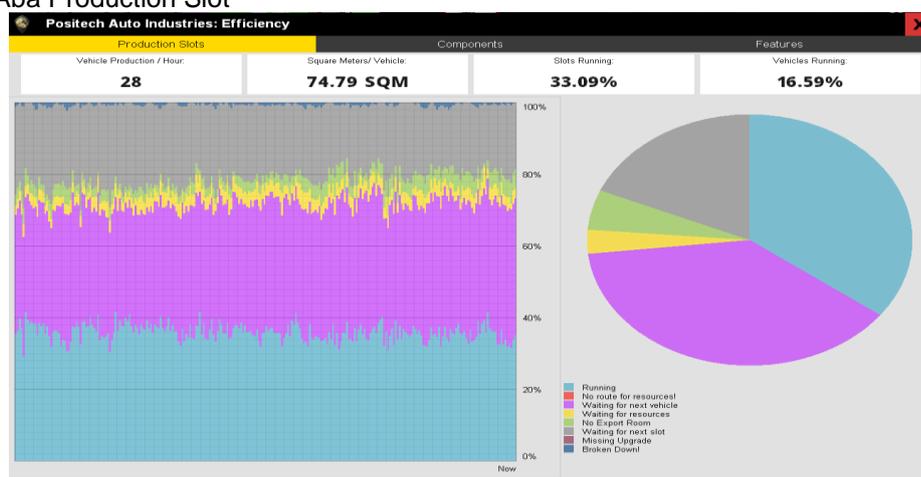
Fonte: Elaborado pelo autor

A divisão do HUD² (Figura 3) do Production Line é dividida majoritariamente em três seguimentos: a visão real da produção, o tempo do jogo e o capital do jogador.

O jogador consegue produzir todo o chassi do veículo, por exemplo, apenas com a máquina de montagem de Chassi, entretanto, além de precisar fazer todo o processo produtivo em uma única máquina, esta produção é mais lenta. Para contornar este problema, o jogador pode pesquisar para realizar a transformação do macro processo em vários micro processos e assim ganhar tempo e produtividade. No total há 8 macro processos ou 42 micro processos os quais o carro deve passar para ser construído e cada um deles possui matérias primas próprias, por exemplo há o micro processo de instalar as portas do carro, neste exemplo, a matéria prima são as portas, enquanto que em outro micro processo de instalar os pneus por exemplo, a matéria prima são os pneus e assim por diante. Se desejado, o jogador consegue produzir a maior parte dos componentes localmente, isto faz com que o custo unitário de cada peça diminua e conseqüentemente a margem de lucro aumente.

No jogo, as campanhas de *marketing* têm por função aumentar fatores como o *Brand Awareness* (consciência de marca) e o *Perceived Quality* (qualidade percebida). Quanto maior a consciência da marca pelos clientes, maiores as vendas. As campanhas permitem também aumentar a percepção de que uma maior qualidade nos carros para assim poder possibilitar maiores preços. O jogador consegue mudar a sua linha de produção para que a mesma se adapte às preferências dos consumidores e assim faça com que menos carros fiquem muito tempo sem serem vendidos. Ele também pode acompanhar as variações do mercado e saber a relação da produção com quantidade de clientes. As estatísticas da produção são apresentadas na Figura 4; a partir dos dados, o jogador consegue encontrar as possíveis causas do problema de produtividade e ter uma maior chance de sucesso.

Figura 4 – Aba Production Slot



Fonte: Elaborado pelo autor

² O termo HUD é utilizado para fazer referência a qualquer elemento gráfico disponível na tela para transmitir informação ao jogador.

2.3.1 O POTENCIAL DE PRODUCTION LINE PARA O ENSINO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Comparando ambos, Big Pharma e Production Line possuem, as mesmas aplicações sob um nível de complexidade diferente. Na construção da planta fabril, o estudo dos *layouts* produtivos é muito importante para a engenharia de produção; através dele o jogador deve desenhar, de maneira otimizada, além do *layout* das máquinas, o *layout* dos *Resource Conveyors* (transportadores de recursos), os quais possuem a função de transportar as matérias primas do ponto de importação até as máquinas e os *Conveyor* (esteira), os quais fazem o transporte dos carros enquanto são produzidos. Caso estejam mal posicionados, estes podem atrasar a produção das máquinas, gerando assim um maior *Lead Time*. Salientasse que a fábrica possui pontos fixos específicos de importação de recursos e de exportação dos carros, portanto, é necessário que estes pontos de importação não fiquem sobrecarregados de requisições de matérias primas e que todo o ciclo produtivo termine próximo a um ponto de exportação da fábrica.

Em relação ao gerenciamento financeiro da fábrica, este apresenta uma alta complexidade, mesmo que no jogo os conflitos financeiros sejam mais simples de serem resolvidos. Assim como no Big Pharma, todos os preços das matérias primas oscilam de acordo com o tempo e em um jogo onde há aproximadamente a importação de mais de 150 peças diferentes, esta oscilação nos preços precisa de atenção por parte do jogador para possíveis substituições de peças. Ainda em relação ao financeiro na fábrica, neste jogo está muito presente o conflito entre o preço que o jogador deve cobrar sobre os produtos/serviços produzidos e o preço que os consumidores desejam pagar, o que é um conflito clássico em todos os setores da sociedade que um engenheiro de produção pode atuar.

Caso o preço fique mais elevado que o natural, os carros começam a ficar estocados e quanto maior for o tamanho da produção, ou seja, quanto mais máquinas e matéria primas estocadas, maior o prejuízo do jogador por essa decisão, pois a única fonte de receita da fábrica é a venda dos carros. No começo do jogo, por haver pouco capital inicial, poucas tecnologias disponíveis e nenhum micro processo disponível, esta decisão pode facilmente acarretar na falência da fábrica ou na dependência constante de empréstimos no banco do jogo. Há também o caso oposto: se os carros forem subprecificados, o jogador demorará mais para aumentar o seu capital ou em alguns casos, os seus custos constantes se igualarão ao baixo lucro da vendas dos carros, o que no final pode gerar um prejuízo constante.

No Production Line o jogador consegue assumir o papel de dois cargos em um sistema produtivo: o de design do sistema e o de administrador da produção. Esta dupla jornada ocorre pela complexidade a qual o jogo adquire informações estatísticas objetivas. Há basicamente

dados sobre tudo na produção: produtividade, *lead time*, tempo de importação, tempo de produção, porcentagem de recurso ocioso, etc. Para um aluno de engenharia de produção, estes dados além de darem uma boa utilização da teoria aprendida em disciplinas de estatística, por exemplo, apresentam de forma objetiva o porquê da baixa produtividade, do alto *lead time*, etc. Nas salas de aula, o professor pode apresentar a seus alunos um cenário de dados estatísticos ruins e pedir para os alunos fazerem as mudanças necessárias a fim de melhorar os números e utilizar esse melhoramento nos dados como forma de avaliação.

Mesmo depois dos pontos levantados, o conhecimento mais importante que um aluno de engenharia de produção pode aprender em um jogo como esse é a sua habilidade de tomada de decisão. A todo momento o jogador deve tomar decisões de qual caminho seguir, pois a todo momento, diretamente ou indiretamente, são propostos desafios ao jogador e independente da escolha, todos os caminhos possuem pontos positivos e negativos e cabe a ele escolher a melhor.

2.4 Flexsim e a simulação de sistemas produtivos

Geralmente o verbo simular significa imitar ou fingir. No contexto do ensino e aprendizagem, o verbo simular significa imitar através de experimentação com um modelo (ou representação) um sistema real, entretanto, simulação também envolve mais do que imitação ou experimentação, ela envolve desenvolver atividades como design, construção, definição dos experimentos a serem conduzidos e coleta e análise dos dados, portanto, quando um *software* simula algo, significa que o seu usuário participa de todas as atividades descritas (BEAVERSTOCK, 2011).

No mercado há diversas aplicações que podem simular um ambiente produtivo, o que mais se destaca pela facilidade de uso e variedade de aplicação é o Flexsim® (Figura 5). Este, tem por definição ser um pacote de simulação de eventos discretos, segundo William B. Nordgren, presidente da Flexsim Software Products Inc, a empresa por detrás do desenvolvimento e distribuição do *software* (NORDGREN, 2010).

O *software* ainda permite aos usuários desenvolver completamente novas aplicações de simulação para interfaces gráficas, bibliotecas de objetos e estruturas de menu para qualquer nicho de mercado (NORDGREN, 2010). O ambiente de simulação do Flexsim® (Figura 5) é orientado a modelar, simular, visualizar e monitorar atividades do processo de fluxo dinâmico. Ainda segundo (ZHU, 2014), o Flexsim® pode ser utilizado para tecnologias de inteligência artificial e manipulação de dados complexos. Para o autor, os usos mais

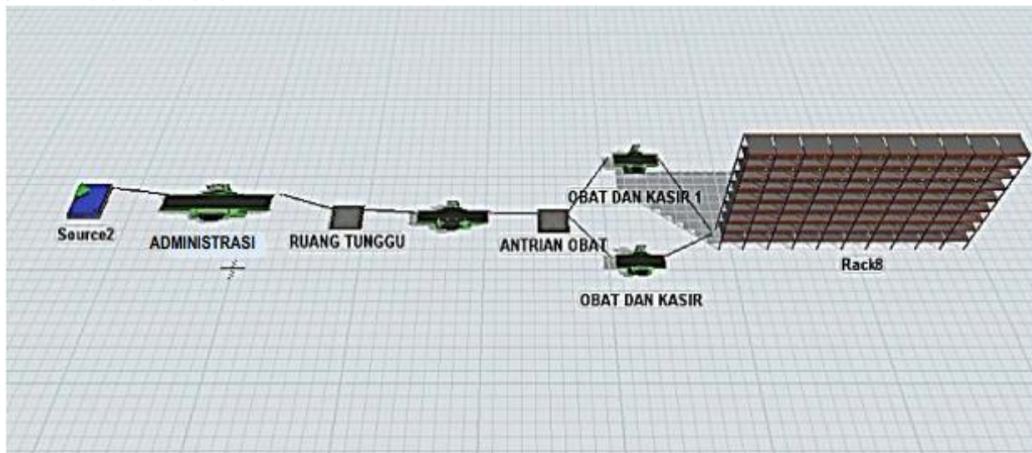
adequados são para montagem da fabricação de produtos e serviços, armazenamento e entrega, sistema de transporte e outros campos.

O Flexsim® fornece dados originais, inserindo modelagem e modelo de operação para realizar experimentos de simulação e otimização do sistema; o fluxo da simulação (Figura 8) descreve como pode ser feito o processo de simulação.

A família de funcionalidades atuais do Flexsim inclui o Flexsim GP para simulação de uso geral, Flexsim Fabmodeler para fabricação de semicondutores, Flexsim Port para simulação de terminal de contêiner marítimo e Flexsim SANS para simulação de sistemas de armazenamento de rede de acesso compartilhado. Há diversos tipos de produtos ao redor da família Flexsim, justamente para tornar os processos de construção dos modelos produtivos mais simples e intuitivos para os diferentes setores industriais.

Todos os modelos Flexsim possuem visualização 2D, 3D e seguindo as tendências da atualidade, possuem suporte a visualização de realidade virtual, integrando os seus usuários ainda mais ao modelo criado.

Figura 5 – Ambiente Flexsim



Fonte: Nurhasanah, 2017 (Adaptado).

2.4.1 FUNCIONAMENTO DO FLEXSIM

Ao se utilizar o *software* pela primeira vez, pela quantidade de objetos e tarefas que podem ser simuladas, o Flexsim parece ser complexo e difícil de ser utilizado, no entanto, este é um dos *softwares* de simulação mais amigáveis de utilização aos seus usuários. O HUD do Flexsim é composto basicamente do ambiente virtual, opções no canto superior e os objetos que podem ser adicionados na simulação no lado esquerdo da tela.

Em relação aos objetos que o *software* possui para serem utilizados no ambiente virtual, estes são divididos em nove categorias: *Fixed Resources* (recursos fixos), *Task Executors* (executores de tarefa), *Travel Networks* (rede de viagem), *Conveyors*

(transportadores/esteiras), *Visual* (Visuais), *Navigation* (Navegação), *AGV* (Veículo autoguiado), *Fluid* (Fluidos) e *People* (Pessoas).

2.4.2 FLEXSIM E OS DADOS ESTATÍSTICOS

Uma das principais características que fazem o *software* ser definido com um simulador de eventos é a sua capacidade de apresentar dados estatísticos de rendimento/produção, esta pode ser dividida em duas fases da simulação: a pré-simulação e a pós-simulação.

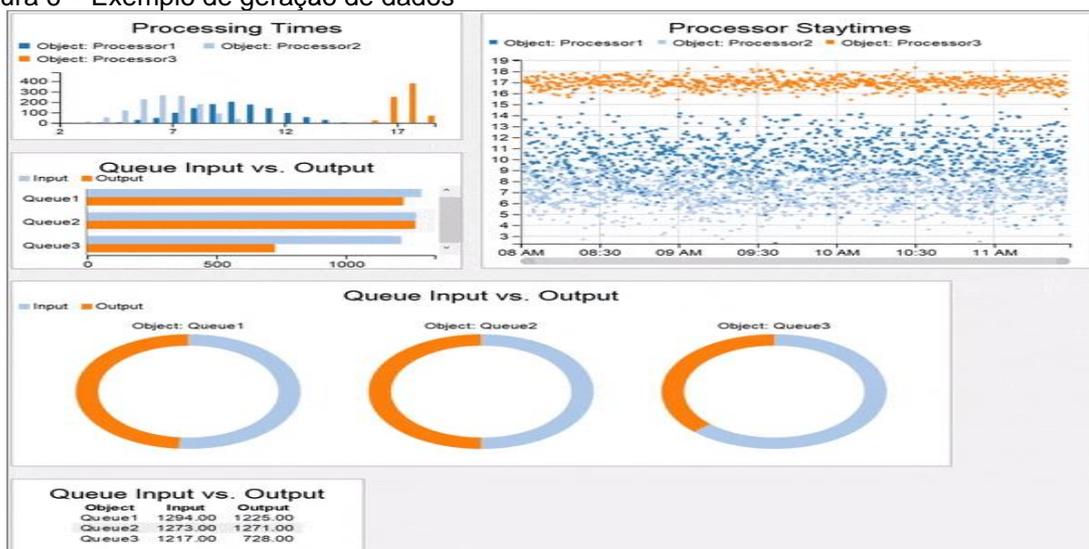
A pré-simulação consiste no ajuste estatístico de todos os objetos a serem utilizados na simulação, cada objeto possui de 5 a 6 abas de configuração onde o usuário define, por exemplo: tempo de processamento, tempo de transporte, função estatística de chegada de itens, função estatística de envio de itens e etc. Cada objeto, devido a sua função específica, terá abas ou funções específicas a serem programadas. Em relação as distribuições estatísticas existentes, é possível a escolha de 33 diferentes distribuições como: Normal, Bernoulli, Gamma, Pareto, Exponencial e etc. Essas distribuições podem ser utilizadas para programar por exemplo a criação de itens, o descarte, o transporte e etc.

Outro aspecto muito interessante do jogo é a pós-simulação e a geração de dados que o *software* consegue fazer, esta geração pode ser feita através de gráficos, fluxogramas, planilhas de Excel, árvores de processamento e até por scripts. Os dados podem ser visualizados através de um dashboard (Figura 6).

Quanto mais complexa for a simulação, mais dados serão gerados e mais complicado será a sua interpretação, visto essa problemática, o *software* já possui até mesmo recursos de Inteligência Artificial (IA) para ajudar na tradução dos dados em característica mais palpáveis ou caso o usuário tenha interesse, o mesmo pode exportar estes dados para plataformas externas com o intuito de utilizar outras ferramentas de análise.

Além do Flexsim outros *softwares* de simulação como AutoMod e Expertfit são também destacados pela bibliografia como boas possibilidades para a simulação de sistemas de produção no curso de engenharia de produção e prática dos conceitos aprendidos em sala de aula (SKOOGH, 2012). Mas como tanto o AutoMod quanto o Expertfit possuírem dinâmicas muito parecidas ou até iguais com o Flexsim, esta temática de ensino teórico na aula e aplicação prática em *software* de simulação também poderia ter sido feita através do mesmo.

Figura 6 – Exemplo de geração de dados



Fonte: Elaborado pelo autor

2.5 Lean board: o ensino não digital do sistema produtivo

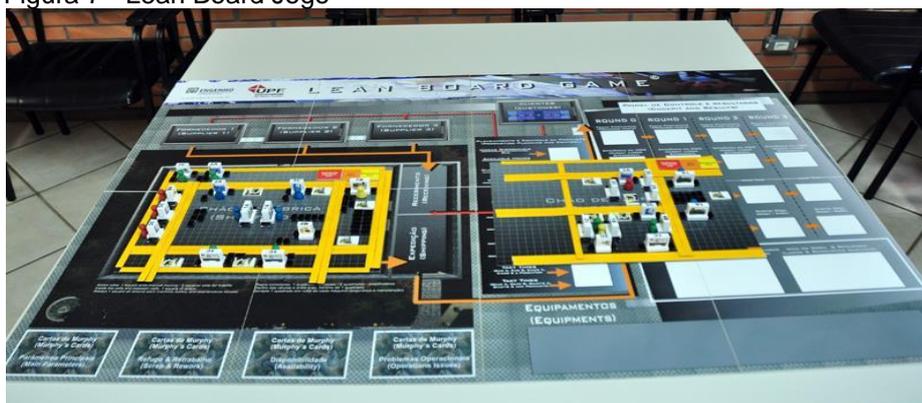
O jogo de tabuleiro *Lean Board Game* – LBG (Figura 7), criado pelo grupo engenho, é um jogo de simulação de tabuleiro que tem como plano de fundo o *layout* produtivo de uma fábrica onde estão representados a área de produção e os departamentos de suporte: estoque, recebimentos e expedição” (RUIZ, 2017). Este, diferentemente do Flexsim e Production Line, utiliza de meios não digitais ou não eletrônicos para o ensino de conceitos encontrados na engenharia de produção.

O jogo é basicamente composto de um tabuleiro e tipos de peças, os quais um grupo de peças representa as máquinas da fábrica, outro os operários e outro os estoques, além de possuir cartas “*murphies*” que proporcionam eventos aleatórios no jogo a fim de desafiar seus jogadores. O LBG é jogado entre equipes e os mesmos tem por objetivo otimizar os processos produtivos e resultados ao máximo sob a tutela dos conhecimentos sobre Manufatura Enxuta (do termo em inglês Lean Manufacturing).

Este jogo, permite simular o projeto de uma fábrica; partindo de um determinado problema e com a finalidade de se encontrar uma solução. Essa resposta ao problema deve buscar melhorar o tempo de produção, melhorar o fluxo de processo e otimizar custos e ganhos.

Durante o treinamento, os grupos têm a oportunidade de construir um negócio de manufatura “do zero”, passando pelas fases de aquisição inicial dos equipamentos, contratar a mão de obra a ser utilizada, fazer aquisição dos recursos auxiliares, elaborar o *layout* da fábrica, sincronizar as necessidades com os fornecedores, operacionalizar o negócio e por fim executar as oportunidades de melhoria.

Figura 7 - Lean Board Jogo



Fonte: Vailatti, 2016 (Adaptado)

Das opções de ensino e treinamento mostradas, o LBG é a opção mais simples aos alunos, isto se deve ao fato de que jogos de tabuleiro tendem a ser mais intuitivos para a maioria das pessoas do que aplicações no computador e possuem limitações da quantidade de ações possíveis por parte dos jogadores. Além disso, o LBG propõe uma competitividade entre as equipes participantes com o objetivo de qual grupo consegue propor a solução para o problema mais rápido e mais eficaz, o qual antecipa aos jogadores o sentimento de competitividade encontrado no mundo profissional.

2.6 Dificuldades da implantação de gamificação e jogos de empresa

Da Silva e colaboradores (2012) analisando a obra literária sobre a área de jogos de empresa, destacam cinco dificuldades que, sob sua perspectiva, dificultam a implementação dos jogos nas instituições educacionais, estes são descritos como: falta de professores treinados, elevado custo de aquisição dos jogos, dificuldade de acesso a jogos prontos, infraestruturas inadequadas à aplicação de jogos e falta de consciência de coordenadores dos cursos. Eles afirmam que o uso de programas computacionais como ferramenta de ensino é bem-visto tanto no meio acadêmico quanto profissional. Os benefícios relatados na literatura vão desde a aprendizagem e gerenciamento de informações à capacidade de lidar com problemas complexos na indústria. Estes benefícios são chave para o desenvolvimento de profissionais mais capacitados para lidar não somente com os problemas do cotidiano, quanto para aprenderem novas tecnologias e conseguirem aplicar na prática métodos inovadores, visto que, não há custo financeiro para a empresa a simulação por exemplo de um novo modelo de sistema produtivo ou um melhoramento do mesmo.

Um exemplo prático de qual foi o benefício da utilização de jogos em relação a análise de desempenho de seus participantes pode ser encontrado na pesquisa de Sauaia (2006). Em seu trabalho, Sauaia fez um experimento com 160 participantes graduandos ultimoanistas em 2002 dos cursos de administração e ciências contábeis da FEA/USP, onde o mesmo

aplicou uma prova de conceitos teóricos de múltipla escolha, uma prova de conhecimentos teóricos de completar lacunas e por fim aplicou uma prova dentro de um *software* de simulação de uma empresa (jogo de empresa).

A visão do autor era de que partindo-se do princípio de que a academia esteja correta em seus critérios de avaliação (modelo existente de provas teóricas), os conhecimentos, por si só, resultariam em maiores habilidades e atitudes gerenciais e, portanto seria natural imaginar-se que os grupos de alunos formados por aqueles com as notas mais elevadas, fazendo uso de seu nível superior de conhecimentos tenderiam a demonstrar desempenho superior na gestão simulada.

Para demonstrar se esta visão de fato aconteceria na prática, os participantes foram divididos em grupos a partir de suas notas obtidas no teste teórico e lhes foi aplicado um jogo de média. Os resultados demonstraram inexistir qualquer correlação significativa entre o nível de conhecimentos individualmente disponível e o uso que se fez dele nos processos coletivos de gestão. Guardadas as limitações do estudo, concluiu-se que na amostra observou-se um hiato importante entre o desempenho individual do formando e sua capacidade de produzir resultados ao atuar em organizações. Tal hiato para o autor confirmou a importância dos jogos de empresas, método de aprendizagem vivencial que permite observar, desenvolver e avaliar competências gerenciais não alcançadas pelas aulas expositivas e métodos tradicionais (SAUAIA, 2006).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na tabela abaixo (Tabela 1) é possível observar um resumo dos softwares apresentado neste trabalho, os seus objetivos, conceitos desenvolvidos e para qual aplicação o mesmo pode ser utilizado. As estratégias de gamificação para o ensino, treinamento e simulação possibilitam ao desenvolvedor e também aos jogadores a oportunidade de exercitar suas percepções, atitudes, ações, habilidades e competências. Como destacado anteriormente, são um exercício de tomada de decisões em torno de um modelo de operação de processo ou negócios, no qual os participantes assumem um papel semelhante ao de uma situação real e a adoção de estratégias de jogos deixa a tarefa mais interessante.

Tabela 1 – Resumo dos jogos exemplificados nesta pesquisa

SOFTWARE	FABRICANTE	OBJETIVOS	PRINCIPAIS CONCEITOS	APLICAÇÕES
Scratch	Massachusetts Institute of Technology	Criar um projeto de programação	<ul style="list-style-type: none"> • Programação • Lógica • Criatividade 	Ensino
Big Pharma	Positech Games®	Criar, gerir e impulsionar uma fábrica de produção de medicamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Administração de operações • Concentração e diluição química • Layout produtivo • Manufatura enxuta • Lead Time • Tomada de decisão 	Ensino e treinamento
Production Line	Positech Games®	Criar, gerir e impulsionar uma fábrica de produção de carros	<ul style="list-style-type: none"> • Tomada de decisão • Gestão financeira • Layout produtivo • Lead Time 	Ensino, treinamento e simulação
FlexSim	Flexsim Software Products	<ul style="list-style-type: none"> • Simular um ambiente produtivo real; • Aplicar projetos de melhoria produtiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de produção • Layout produtivo • Manufatura enxuta • Lead Time • Dados estatísticos de rendimento/pr odução, 	Treinamento e Simulação
Lean Board Game	Grupo Engenho	Simular um ambiente produtivo real; Aplicar projetos de melhoria produtiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de produção • Gestão financeira • Layout produtivo • Manufatura enxuta 	Ensino, treinamento e simulação

Fonte: Elaborado pelo autor

Foram ressaltados aqui jogos úteis para simulação de conceitos de produção como produtividade, lead time, tempo de importação, tempo de produção, porcentagem de recurso ocioso, etc. Estes conceitos fazem parte das ementas dos cursos de engenharia de produção

e são importantes para preparar os futuros profissionais para situações reais de atuação profissional.

As novas metodologias que utilizam conceitos de gamificação contribuem para a formação de profissionais mais capacitados para os problemas reais do cotidiano e tenta acompanhar a velocidade com que as inovações surgem.

Neste estudo onde são exemplificados alguns jogos como: Scratch, Big Pharma, Production Line, Flexsim e Lean Board Game; evidenciam-se nas suas funcionalidades os seus benefícios da utilização do conjunto jogos de empresa e gamificação. Estes benefícios são, principalmente, a melhoria no processo de tomada de decisão, aprendizado com maior eficiência e aplicação prática de conteúdos teóricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BABB, E. M.; LESLIE, M. A. **The potential of business-gaming methods in research**. The Journal of Business, Chicargo, v. 39, n. 4, p. 465-472, out. 1966. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2351513?seq=1#page_scan_tab_contents. Acesso em: 02 de jun 2019

BEAVERSTOCK, Malcolm et al. **Applied Simulation. Modeling and Analysis using Flexsim**, Flexsim Software Products, Inc., Canyon Park Technology Center, Orem, USA, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/59a6/0686b34f45d5eb357f5301e1ef585b59d860.pdf>. Acesso em 10 sep 2018.

BURKE, B. **How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things**. 1ª. ed. Nova Iorque: Taylor & Francis Group, v. 1, 2016. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781315230344>. Acesso em 01 mar. 2019

DA SILVA MOTTA, Gustavo; QUINTELLA, Rogério Hermida. **A utilização de jogos e simulações de empresas nos cursos de graduação em administração no estado da Bahia**. Revista Eletrônica de Administração, v. 18, n. 2, p. 317-338, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/read/v18n2/a02v18n2>. Acesso em 15 nov. 2018

DA SILVA ZALUSKI, Patrícia Regina; DANTAS, Maria José Pereira. **Aplicação de softwares de simulação na educação em engenharia: um relato de experiências internacionais exitosas em cursos de modelagem e simulação de sistemas**. Brazilian Applied Science Review, v. 2, n. 1, p. 170-181, 2018. Disponível em: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/345>. Acesso em 15 nov. 2018

FARDO, Marcelo Luis. **A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem**. RENOTE, v. 11, n. 1, 2013. Disponível em <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629>. Acesso em 08 jul 2019

FILHO, M. P. **Gestão da Produção Industrial**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Ibpex, v. 1, 2016. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=o0tfS8k_FgMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=PARANHOS+FILHO,+Moacyr.+Gestão+da+Produção+Industrial. Acesso em 05 de abr. 2019

GOLDSCHMIDT, P.C. **Simulação e jogo de empresas**. v.17, n.3, Rio de Janeiro: FGV, maio/jun.1977, pp.43-46. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901977000300009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 10. Out 2019

GOMES, Tancicleide CS; DE MELO, Jeane CB. **App Inventor for Android: Uma nova possibilidade para o ensino de lógica de programação**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2013. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/2725>. Acesso em 17 jul 2019

IGARASHI, M.O., LIMA, M. Z. T.; RIGHETTO, A. V. D. **ENSINO ATIVO E INCLUSIVO NA ENGENHARIA: UM RELATO DE CASO**. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia 2018: p. 11.

KAMIENSKI, C.A., S. Fernandes Silva, **Mundos virtuais: histórico, avaliação e perspectivas**. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Kamienski/publication/280529367_Mundos_Virtuais_Historico_Avaliacao_e_Perspectivas/links/55b78b4608ae9289a08becc9.pdf. Acesso em 15 dez 2018

MALAN, D. J., Leitner, H. H. **Scratch for Budding Computer Scientists**. In: **Special Interest Group on Computer Science Education**, Kentucky, EUA. Mar. 2007. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1227388>. Acesso em 05 mar 2019.

MARCZEWSKI, A. **Gamification: A Simple Introduction**. 1º. ed. SL: Andrzej Marczewski, v. 1, 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=IOu9kPjIndYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=MARCZEWSKI,+Andrzej.+Gamification:+a+simple+introduction>. Acesso em 20 nov 2018

MÉLO, F. É. N. et al. **Do Scratch ao Arduino: Uma proposta para o ensino introdutório de programação para cursos superiores de tecnologia**. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Santa Catarina. sn, 2011. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sexoestec/art1886.pdf>. Acesso em: 03 jun 2019

NAQVI, S. A. A. **Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning**. **Cogent Engineering**, S.L, v. 3, n. 1, p. 13, maio 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311916.2016.1207296?needAccess=true>. Acesso em 02. jun. 2019

NASCIMENTO, M. C; IGARASHI, M. O. et al. (2018). **Music learning machine: um relato de experiência no aprendizado de linguagem de programação**. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador-BA. Anais do COBENGE. Salvador, 2018. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sexoestec/art1886.pdf>. Acesso em 21 abr. 2019

NORDGREN, William B. **Flexible simulation (Flexsim) software: Flexsim simulation environment**. In: Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation. Winter Simulation Conference, 2003. p. 197-200. Disponível em <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1030846>. Acesso em 20 abr. 2019

NURHASANAH, Nunung; NURLINA, Siti; NUGROHO, Tri. **SIMULASI FLEXSIM UNTUK OPTIMASI SISTEM ANTRIAN POLI UMUM RAWAT JALAN RUMAH SAKIT X**. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, v. 3, n. 2, 2017. Disponível em <https://journal.untar.ac.id/index.php/industri/article/view/497>. Acesso em 25 abri. 2019

PERNASSI, A. C.; IGARASHI, M. O. et al. (2018). **Um jogo para ensinar química e prática de linguagem de programação**. In: Brazilian Technology Symposium, 2018, Campinas-SP. Anais do BTSym'18. Campinas, 2018.

RUIZ, Miguel Augusto Lobon; GIACAGLIA, Giorgio Eugenio Oscore. **ANALYSIS OF BOARD GAMES IN THE TEACHING OF PRODUCTION ENGINEERING**. Engineering Research: technical reports, v. 8, n. 6, 2017. Disponível em: <http://engres.emnuvens.com.br/engres/article/view/174>. Acesso em 21 Feb. 2019

SANTOS, Robertovatan dos. **"Jogos de empresas" aplicados ao processo de ensino e aprendizagem de contabilidade**. Revista Contabilidade & Finanças, v. 14, n. 31, p. 78-95, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-70772003000100006&script=sci_arttext. Acesso em: 30 mai 2019

SAUAIA, A. C. **Conhecimento versus desempenho das Organizações: um estudo empírico com jogos de empresas**. REAd - Revista eletrônica de administração, São Paulo, v. 12, n. 1 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4011/401137450001.pdf>. Acesso em 15. nov. 2018

SAUAIA, Antonio Carlos Aidar. **Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas: contribuições para a educação gerencial**. 1995. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12134/tde-23112005-193556/en.php>. Acesso em 28 ago 2019

SAUAIA, Antonio Carlos Aidar; ROSAS, André Rosenfeld. **Jogos de empresas na educação superior no Brasil: perspectivas para 2010**. Enfoque: Reflexão Contábil, v. 25, n. 3, p. 72-85, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3071/307124269006.pdf>. Acesso em: 05. set. 2019

SKOOGH, A; JOHANSSON, B; WILLIAMS, J. E. **"Constructive Alignment in Simulation Education"**, Anais: Proceedings of the 2012 Anais: Winter Simulation Conference edited by C. Laroque, J. Himmelspach, R Pasupathy, O. Rose, and AM. Uhrmacher, p. 1541-1551, Piscataway, New Jersey: IEE, 2012. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.416.6593&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 20 jan 2019

SUNDAR, R.; BALAJI, A. N.; KUMAR, RM Satheesh. **A review on lean manufacturing implementation techniques**. Procedia Engineering, v. 97, p. 1875-1885, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/81150703.pdf>. Acesso em: 24 mai 2019

WOLBER, ABELSON. **App Inventor**. 1^o. ed. S.L: O'Reilly Media, Inc, v. 1, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=WcMBVIXItSsC&oi=fnd&pg=PR4&dq=WOLBER,+David+et+al.+App+Inventor>. Acesso em: 28 jul 2019.

ZHU, X., et al., **A flexsim-based optimization for the operation process of cold-chain logistics distribution center**. 2014. 12(2): p. 270-288. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-64232014000200011. Acesso em 27 dez 2019.

CONTATOS

Victor Martinelli Chunques - vi.chunques@hotmail.com.

M.e Massaki de Oliveira Igarashi - massaki.igarashi@mackenzie.br.