

Anderson Dalmaz

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA CRIAÇÃO DE JOGOS
PARA APRENDIZAGEM EM AMBIENTES DE
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia, área de concentração engenharia de produção, linha de pesquisa de desenvolvimento de novos produtos, sob a orientação do Prof. Dr. Osmar Possamai

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Dalmaz, Anderson
PROPOSTA DE UM MODELO PARA CRIAÇÃO DE JOGOS PARA
APRENDIZAGEM EM AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO DE
NOVOS PRODUTOS / Anderson Dalmaz ; orientador,
Osmar Possamai, 2017.
140 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis,
2017.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Jogos de
aprendizagem. 3. Desenvolvimento de produtos. 4.
Aprendizagem ativa. I. Possamai, Osmar. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

Anderson Dalmaz

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA CRIAÇÃO DE JOGOS
PARA APRENDIZAGEM EM AMBIENTES DE
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia”, Especialidade em Engenharia de Produção, aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 03 de março de 2017.

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.
Coordenador do Curso
Banca Examinadora:

Prof.Dr. Osmar Possamai
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.Dr. Glauco Silva
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Diego Fettermann
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.Dr. Carlos Ernani Fries
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Juarez Bortolanza
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família, Jair, Karin, Alessandro, Fernando e Vanessa. A todos esses que direcionaram e apoiaram minhas decisões e que me ensinaram os valores que me sustentam ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Osmar Possamai, que compartilhou comigo seu conhecimento e me conduziu para conclusão deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca, por sua atenção e auxílio para tornar esse trabalho melhor.

Ao Prof. Andre H. Futami, por ter dividido com comigo suas práticas de ensino.

Também sou grato à UFSC, por ter me aceito como aluno e ter fornecido toda a estrutura para tornar esta pesquisa possível.

Agradeço aos meus familiares, por me transmitirem seus valores, inclusive o valor do ensino.

À Vanessa Bohn, por ter estado do meu lado em todos os momentos.

E agradeço à empresa e aos membros do time que faço parte, por terem participado desta pesquisa.

RESUMO

O desenvolvimento bem-sucedido de novos produtos está diretamente relacionado à aprendizagem. Por isto, funcionários de empresas devem manter-se atualizados, constantemente aprendendo sobre produtos, processos e mercado, para garantir o lançamento de produtos competitivos. Existem diversos meios de aprendizagem utilizados na área de Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) para o ensino de funcionários, incluindo meios de engajamento, como os métodos de Aprendizagem Ativa (AA). O uso de jogos é um meio de aprendizagem ativa. Os jogos motivam, envolvem, são divertidos e as novas gerações estão acostumadas com eles. Contudo, o uso de jogos no ambiente de DNP em empresas ainda carece de estudos. Segundo revisão de literatura, desenvolvida nesta pesquisa, nenhum dos modelos de desenvolvimento de jogos existentes poderia ser aplicado com o fim de difundir práticas no ambiente de DNP de uma empresa. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi criar um modelo para desenvolver jogos de ensino que possam ser aplicados em empresas na área de DNP. O modelo foi construído com base nos pressupostos teóricos de jogos e da literatura de AA. Para a construção do modelo, foi necessário identificar os elementos básicos para a formação de jogos, definir a estrutura básica do jogo, definir o sequenciamento das etapas para o desenvolvimento de jogos e estabelecer os critérios de medição de desempenho do jogo. O modelo foi refinado por meio do desenvolvimento de jogos pilotos. Por fim, o modelo final foi utilizado para o desenvolvimento de um jogo aplicado em uma equipe de DNP de uma empresa multinacional. Os resultados indicaram que o jogo foi bem-sucedido, pois observou-se que os participantes ficaram atentos, tiveram êxito na execução das tarefas, concordaram sobre a importância do assunto aprendido, consideraram útil o que aprenderam, e afirmaram que o jogo foi claro e simples de ser jogado. Os estudos futuros sugeridos são o desenvolvimento de jogo com interfaces gráficas para a eliminação do facilitador do jogo, o desenvolvimento de um jogo para uso com interface de diferentes equipes e uma avaliação estruturada do resultado do jogo após meses do treinamento dado.

Palavras-chave: Jogos de aprendizagem. Desenvolvimento de produtos. Aprendizagem ativa.

ABSTRACT

The successful development of new products is directly related to learning. Therefore, company employees must keep up-to-date, which means, they may be constantly learning about products, processes and the market, to ensure the launch of competitive products. There are several learning ways used in the area of New Product Development (NPD) for teaching employees, including means of engagement, such as Active Learning (AL) methods. The use of games is a means of active learning. Games motivate, involve and they are fun, besides that new generations are used to them. However, the use of games in the NPD environment in companies still needs to be studied. According to a literature review, developed in this research, none of the existing game development models could be applied in order to disseminate practices in a company's DNP environment. In this way, this work aimed to create a model to develop educational games that can be applied in companies in the area of DNP. The model was constructed based on the theoretical assumptions of games and AL literature. For the construction of the model, it was necessary to identify the basic elements for games formation, to define the basic structure of the game, to define the sequencing of the stages for the development of games and to establish the criteria for game performance measuring. The model was refined through the development of pilots. Finally, the final model was used for the development of a game applied in a DNP team of a multinational company. The results indicated that the game was successful, because it was observed that the participants were attentive, they were successful in the execution of the tasks purposed, they agreed on the importance of the subject learned, they considered that what they've learned were useful, and they affirmed the game was clear and simple to play. Future studies are suggested for development of the game with graphical interfaces for elimination of the game facilitator, development of a game for use with interface of different teams and a structured evaluation of the outcome of the game after months of the given training.

Keywords: Learning. Product development. active learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Antecedentes do estado de fluxo.	51
Figura 2 - Círculo de engajamento.	54
Figura 3 - Círculo de progressão.	54
Figura 4 - Círculo de engajamento adaptado.....	62
Figura 5 – Estrutura adaptada no modelo de Werback (2013) e Kiili et al. (2012).	64
Figura 6 - Estrutura final dos jogos desenvolvidos pelo modelo desta pesquisa.	65
Figura 7 - Etapas para criação de um jogo de aprendizagem em projetos.	75
Figura 8 - Diagrama relacionando necessidade e objetivos de aprendizagem.	79
Figura 9 - Exemplo relacionando necessidade e objetivos de aprendizagem.	80
Figura 10 - Exemplo de diagrama relacionando desafios e objetivos de aprendizagem.	81
Figura 11 - Exemplo de diagrama com desafios propostos.....	82
Figura 12 – Elementos do roteiro.	84
Figura 13 - Exemplo do desafio específico 1.	86
Figura 14 - Perguntas-guia do exemplo.	87
Figura 15 - Objetivos de aprendizagem do jogo piloto.	90
Figura 16 - Desafios do jogo piloto.....	90
Figura 17 - Desafios do jogo piloto ordenados.	91
Figura 18 - Diagrama relacionando a necessidade e objetivos de aprendizagem.	99
Figura 19 - Lista de desafios.	100
Figura 20 - Texto de introdução do jogo.	102
Figura 21 - Ordem dos desafios específicos.....	102
Figura 22 - Objetivos específicos do desafio 1.	104
Figura 23 - Lista de desafios específicos.....	104
Figura 24 - Lista de perguntas-guia.....	105
Figura 25 - Relação entre perguntas-guia, etapas do jogo e meios de representação.....	107
Figura 26 - Minuta do projeto.	108
Figura 27 - <i>Template</i> de análise.	109
Figura 28 - Documentos que descrevem a motivação do projeto.	110
Figura 29 - Guia para uso do sistema para obtenção dos dados necessários para a análise.....	111
Figura 30 - Exemplo de log.....	115

Figura 31 - Objetivos de aprendizagem específicos dos desafios 1, 2 e 3	136
Figura 32 - Lista de desafios específicos 1, 2 e 3.....	137
Figura 33 - Lista de perguntas-guia desafio 2.....	138
Figura 34 - Lista de perguntas-guia desafio 3.....	138
Figura 35 - Relação entre perguntas-guia, etapas e meios de representação do desafio 2.....	139
Figura 36 - Relação entre perguntas-guia, etapas e meios de representação do desafio 3.....	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos métodos de aprendizagem utilizados no PDP.	35
Quadro 2 - Resumo das abordagens de aprendizagem ativa existentes na literatura.	41
Quadro 3 - Tipos de aprendizagem.	47
Quadro 4 - <i>Checklist</i> de avaliação de jogos de ensino.	52
Quadro 5 - Premissas para desenvolvimento e seleção do método de aprendizagem ativa.....	59
Quadro 6 - Características para descrição do contexto.....	69
Quadro 7 - Base teórica e objetivos do questionário de avaliação.	73
Quadro 8 - Entradas e saídas das etapa do modelo de desenvolvimento de jogos proposto.	76
Quadro 9 - Sugestão de perguntas para coleta de informações sobre o contexto.....	78
Quadro 10 - Detalhes das ações do tutor e do jogador – Parte 1	112
Quadro 11 - Sumário das respostas dos participantes do jogo.	118

LISTA DE ACRÔNIMOS E ABREVIACÕES

4DF	<i>Four-dimensional Framework</i>
AA	Aprendizagem Ativa
AI	Aprendizagem Interativa
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
DNP	Desenvolvimento de Novos Produtos
LLSC	<i>Lessons Learn Steering Committee</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NPD	<i>New Product Development</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
POGIL	<i>Process Oriented Guided Inquiry Learning</i>
PPR	<i>Post Project Review</i>
PLTL	<i>Peer Lead Team Learning</i>
RPG	<i>Role-play Games</i>
SBL	<i>Studio Based Learning</i>
TBL	<i>Team Based Learning</i>
WBL	<i>Web Based Learning</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	21
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO	23
1.3	JUSTIFICATIVA TEÓRICA	23
1.4	ESCOPO DO TRABALHO	24
1.5	METODOLOGIA CIENTÍFICA	25
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	27
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1	O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS EM UMA EMPRESA	29
2.2	APRENDIZAGEM NAS EMPRESAS	30
2.2.1	Meios informais de aprendizagem	31
2.2.2	Meios formais de aprendizagem	32
2.2.3	Meios de registro da aprendizagem	33
2.2.4	Métodos de ensino e aprendizagem ativa	34
2.3	MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA	35
2.3.1	Visão geral e armadilhas na pesquisa de aprendizagem ativa	36
2.3.2	Abordagens existentes na literatura	37
2.4	APRENDIZAGEM INTERATIVA	42
2.5	JOGOS	43
2.6	ANTECEDENTES NECESSÁRIOS PARA O SUCESSO DE JOGOS DE ENSINO	45
2.7	MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS	50
3	FERRAMENTAL	56
3.1	DESENVOLVIMENTO DO MODELO	56
3.1.1	Premissas para desenvolvimento do modelo	56
3.1.2	Avaliação dos modelos de criação de jogos existentes	58

3.1.3	Abordagens de AA com potencial de uso como técnica híbrida.....	59
3.1.4	Elementos necessários de jogos para a área de DNP em empresas.....	61
3.1.5	Estrutura necessária dos jogos para área de DNP em empresas.....	63
3.1.6	Etapas do modelo de desenvolvimento de jogos para DNP de empresas.....	65
3.2	FERRAMENTA PARA DESCRIÇÃO DO CONTEXTO ...	67
3.3	MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO JOGO.....	70
4	MODELO PROPOSTO	75
4.1	ETAPA 1 – ENTENDER O CONTEXTO	77
4.2	ETAPA 2 – DEFINIR OS OSBJETIVOS DE APRENDIZAGEM.....	78
4.3	ETAPA 3 – DEFINIR DESAFIOS.....	80
4.4	ETAPA 4 – CRIAR O ROTEIRO	82
4.5	ETAPA 5 – DEFINIR MEIOS DE REPRESENTAÇÃO.....	87
4.6	APRIMORAMENTO DO MODELO	88
4.6.1	Etapa 1 – Entender o contexto.....	89
4.6.2	Etapa 2 – Definir os objetivos de aprendizagem	89
4.6.3	Etapa 3 – Definir desafios	90
4.6.4	Etapa 4 – Criar roteiro.....	90
4.6.5	Etapa 5 – Definir meios de representação	92
5	APLICAÇÃO DO MODELO EM UM ESTUDO DE CASO.....	93
5.1	ETAPA 1 – ENTENDER O CONTEXTO	93
5.1.1	Público	93
5.1.2	Instalações	93
5.1.3	Metas institucionais	94
5.1.4	Recursos disponíveis.....	94

5.1.5	Meios de aprendizagem existentes na empresa	95
5.1.6	Meios de aprendizagem ativa existentes.....	96
5.1.7	Meios de aprendizagem utilizados pelo time	96
5.1.8	Preferências pessoais.....	97
5.1.9	Tempo disponível	98
5.2	ETAPA 2 – DEFINIR OS OSBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	98
5.3	ETAPA 3 – DEFINIR DESAFIOS	99
5.4	ETAPA 4 – CRIAR ROTEIRO	101
5.4.1	Desafio específico 1 – Troca de compressor.....	103
5.5	ETAPA 5 – DEFINIR MEIOS DE REPRESENTAÇÃO... ..	106
5.6	DIAGRAMA DE AÇOES DO DESAFIO 1	112
5.7	EXECUÇÃO DO JOGO	115
5.8	AVALIAÇÃO DO JOGO	116
5.9	CONTEÚDO DO LOG E DISCUSSÃO DO JOGO.....	119
6	CONCLUSÃO	122
6.1	CONCLUSÃO	122
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	125
	REFERÊNCIAS.....	126
	APÊNDICE A – Questionário para Coleta de Informações sobre o Contexto	133
	APÊNDICE B – Questionário de Avaliação do Material de Treinamento	135
	APÊNDICE C – Diagramas dos Desafios 2 e 3.....	136

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Existem diversas formas de fazer a diferenciação de um produto, como exemplo, oferecendo funcionalidades adicionais ou aumentando o desempenho da sua funcionalidade principal (KOTLER, 1997). Desenvolver novos produtos que serão bem-sucedidos é uma tarefa complexa (BALACHANDRA, 1997) e possui um grande número de diferentes fatores capazes de influenciar o resultado final do projeto. Em vista disto, várias linhas de pesquisa exploram quais seriam os fatores críticos para o sucesso de um novo produto (MONTROYA; CALANTONE, 1994).

Não bastando a complexidade do tema, a lista de fatores críticos ao sucesso de um produto encontrados na literatura é extensa e varia entre diferentes autores. Deste modo, observa-se que determinados fatores são apontados como críticos, em alguns trabalhos, e, em outros, não apresentam a mesma importância - no limite, é possível mesmo observar resultados contraditórios na literatura (MONTROYA; CALANTONE, 1994).

Em alguns estudos, o sucesso (LYNN, 1998; MAIDIQUE, 1985) e o tempo de desenvolvimento (LYNN, 1999) de novos produtos são diretamente relacionados com a aprendizagem. A aprendizagem inicia-se no nível individual para, posteriormente, ser consolidada e difundida em nível organizacional (FUTAMI, 2012). Deste modo, Lynn (1999) desenvolveu constructos de aprendizagem organizacional baseada na cognição e aprendizado individual.

A aprendizagem organizacional pode ocorrer por meios informais, formais (MEYERS; WILEMON, 1989) e por meio de registros existentes (SCHINDLER; EPPLER, 2003). Os meios informais são os mais utilizados para transferir a aprendizagem entre projetos (MEYERS; WILEMON, 1989) e podem ser estabelecidos, por exemplo, a partir da troca de informações entre membros da equipe de projeto, líderes de projeto (como difusores de aprendizagem entre os projetos) e amigos (MEYERS; WILEMON, 1989). A transferência de aprendizagem informal pode ainda se dar por meio de metáforas e histórias (GOFFIN; KONERS, 2008) e a própria experiência individual, registros individuais e *checklists* individuais (RIEK, 2001).

São considerados como meios formais de aprendizagem os momentos específicos, criados com o fim de aprendizagem, durante o

desenvolvimento de novos produtos (DNP) (MEYERS; WILEMON, 1989; LYNN et al., 1999; LYNN; SIMPSON; SOUDER, 1997), como eventos de *after action review*, *post-mortens review*, *post-project review* e *post-project appraisal*. Estes eventos serão descritos com detalhes nos próximos capítulos.

Os meios de registro existentes, por sua vez, se dão a partir do acesso ao registro do conhecimento em forma de microartigos, histórias de aprendizagem (SCHINDLER; EPPLER, 2003), bases de dados, listas de verificação (*checklists*) (RIEK, 2001), normas e políticas (BALACHANDRA; FRIAR, 1997). Ainda, o aprendizado pode ser promovido por meio do acesso ao conhecimento disperso na documentação do projeto, como em minutas, apresentações, contratos, relatórios, etc. O acesso a esses registros é uma forma de indivíduos da organização aprenderem e aplicarem esse conhecimento em projetos futuros.

Convém salientar que, além dos meios de aprendizagem descritos, utilizados em ambiente de desenvolvimento de produtos e projetos, há ainda as técnicas de ensino muito utilizadas em ambientes acadêmicos, as chamadas técnicas de aprendizagem ativa (AA), como aprendizagem baseada em problemas e jogos. O uso de jogos de aprendizagem tem se mostrado uma tendência. Não só porque há uma maior proximidade desta nova geração de sujeitos, submersos numa sociedade digital, aos mais variados tipos de jogos, (WERBACH, 2013), mas também porque jogos são motivadores e prazerosos, fatores chave para o desenvolvimento do aprendizado. Por essa razão, tem sido comum o uso de elementos de jogos e técnicas de *design* fora do contexto dos jogos, como em treinamentos, por exemplo. Este tipo de uso é chamado de gamificação ou ludificação, *gamification*, no inglês (WERBACH, 2013).

Deste modo, dado que a aprendizagem, tanto no nível organizacional quanto no nível individual, mostra-se como fator crítico para manutenção do sucesso de seus novos produtos, a existência de um modelo para o suporte ao desenvolvimento de jogos de ensino mostra-se de grande valia para pesquisadores e profissionais da área de DNP. Assim, a pergunta de pesquisa deste trabalho é: como deve ser um modelo para construção de jogos para aplicação na área de DNP de empresas?

Em posse desta pergunta de pesquisa são estabelecidos os objetivos que nortearão esse trabalho.

1.2.OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral do trabalho é criar um modelo de desenvolvimento de jogos de ensino para ambientes profissionais na área de DNP que possa ser utilizado para difusão de boas práticas de projeto.

A fim de atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os elementos básicos para formação de jogos de aprendizagem na área de DNP;
- Definir a estrutura básica de um jogo de aprendizagem em projetos;
- Estabelecer um sequenciamento de etapas a serem cumpridas para desenvolvimento do jogo;
- Estabelecer os critérios para medir o desempenho dos jogos desenvolvidos.

1.3.JUSTIFICATIVA TEÓRICA

Conforme visto na Apresentação do Problema de Pesquisa (Item 1.1), a literatura aponta que a aprendizagem dos indivíduos de uma organização tem relação direta com o sucesso da empresa. Neste cenário, o desenvolvimento de um modelo para a construção de jogos, que tem por função desenvolver ferramentas de ensino e aprendizagem, pode trazer contribuições teóricas que poderão influenciar no sucesso das empresas.

Durante a pesquisa bibliográfica deste trabalho, que está detalhada na Metodologia Científica (Item 1.5), foi observado que a área de AA e de jogos, no contexto de DNP de empresas, ainda carece de pesquisas exploratórias. Nesta pesquisa bibliográfica, foi encontrado apenas um caso que relata experiências de AA dentro de um ambiente profissional na área de desenvolvimento de produtos. No entanto, o caso não apresenta uma avaliação detalhada do contexto de aplicação prévio ao desenvolvimento da metodologia. Por esta razão, acredita-se que os resultados dessa pesquisa possam contribuir com novos dados e informações para a pesquisa no ambiente profissional.

1.4ESCOPO DO TRABALHO

No escopo desta pesquisa, foi criado um modelo para desenvolvimento de jogos a serem aplicados em ambientes de DNP dentro de empresas. O modelo foi testado a partir de um jogo desenvolvido, aplicado em uma equipe de DNP de uma empresa multinacional. Acompanha o modelo uma ferramenta desenvolvida para auxiliar sua aplicação em qualquer contexto. Nesta ferramenta não foram incluídas questões referentes aos estilos preferenciais de aprendizagem, como preferência por aprendizagem visual ou auditiva, por exemplo, nem questões relacionadas à andragogia. Este aprofundamento poderá ser realizado em estudos futuros. Por esta razão, os estilos preferenciais não serão discutidos durante a aplicação do modelo no estudo de caso, descrito no Capítulo 5, Etapa 1: Entender o contexto.

Para a medição do desempenho do modelo, os participantes responderam um questionário que tinha como objetivo identificar a reação das pessoas. Por meio do questionário, buscou-se avaliar fatores como concentração, efetividade dos *feedbacks* cognitivos, interação com o material e clareza dos desafios. Segundo Kiili et al. (2012), esses fatores são necessários para que a aprendizagem ocorra.

A ferramenta de medição de desempenho foi criada com o intuito de ser utilizada em qualquer jogo desenvolvido a partir do modelo proposto. Nesta pesquisa, não foram utilizados métodos quantitativos para mensurar fatores como a atenção, foco, memória, motivação, conhecimento adquirido e outros fatores cognitivos relacionados ao aprendizado. Admite-se, no entanto, que essa limitação possa gerar uma maior incerteza nos resultados, pois a interpretação de cada um desses conceitos é subjetiva e, portanto, variável. Também, não fez parte do escopo dessa pesquisa desenvolver um guia de como criar questionários para avaliação da retenção de conteúdo que pudesse ser aplicado em qualquer jogo desenvolvido pelo modelo. Dessa forma, o conhecimento adquirido não foi avaliado de forma quantitativa após a aplicação do jogo, nem a médio e nem a longo prazo.

Vale observar que, apesar do objetivo do trabalho ser o desenvolvimento de um modelo para criação de jogos de ensino, não se visa aqui, do ponto de vista acadêmico, um modelo enquanto solução única ou final, mas uma referência metodológica.

1.5 METODOLOGIA CIENTÍFICA

A identificação do problema deu-se pela observação do ambiente de pesquisa. A partir disso, foi realizada uma varredura horizontal (MIGUEL, 2012) na literatura das áreas de aprendizado em ambiente de projetos e de desenvolvimento de novos produtos, com o objetivo de melhor compreender o fenômeno estudado e, conseqüentemente, buscar possíveis soluções para o problema de pesquisa.

A base de busca utilizada foi a *scopus*, utilizando a palavra-chave *learning* combinada com os termos *product development*, *NPD*, *innovation* e *product innovation*. Essa busca resultou em 16.969 artigos. A partir dessa base, foram lidas as revisões de literatura com maior número de citações com o objetivo de identificar os meios de aprendizagem existentes na área. Com o conhecimento adquirido, foi possível compreender melhor os meios de aprendizagem existentes e a importância do aprendizado para a empresa, além de identificar a relação entre jogos e AA. Depois disso, foi realizada nova busca na base *scopus* com a palavra-chave *active learning*, com o objetivo de obter maiores informações sobre métodos de AA, o que resultou em 7.774 artigos. Destes, também foram lidas as principais revisões, com as quais foi possível compreender a definição do conceito de AA, os métodos de AA existentes e as características comuns existentes na pesquisa da área. A compreensão das características comuns da área culminou num conhecimento que conduziu o caminho seguido por esta pesquisa.

Uma das principais características da área de AA é a utilização de métodos variados em uma única aplicação, chamados de métodos híbridos. Esta descoberta contribuiu para buscar na área de AA, esses diferentes métodos que poderiam auxiliar na construção do modelo de desenvolvimento de jogos. Assim, o modelo final foi composto de práticas que envolvessem a teoria de aprendizagem baseado em problemas e jogos;

Com o conhecimento obtido nas duas varreduras e as possíveis soluções identificadas, foi realizada uma nova varredura da literatura, agora vertical (MIGUEL, 2012), com o objetivo de adquirir o conhecimento necessário para criar o modelo de desenvolvimento de jogos. A pesquisa vertical foi feita nas áreas de jogos e aprendizagem baseada em problemas, com as palavras-chave, *games* e *learning* e *problem-based learning*. Esta pesquisa resultou em um grande número de artigos, a saber, 16.974 e 9.287, respectivamente. Então, foram

identificados os principais autores da base de artigos da busca vertical e realizada a análise de título, resumo e conteúdo dos trabalhos destes autores. Os trabalhos que tinham relação com o tema proposto foram selecionados. Além disso, foram feitos recortes na base de artigos da busca vertical com o objetivo de filtrar trabalhos específicos que tratassem de desenvolvimento de jogos de aprendizagem, desenvolvimento de jogos de aprendizagem voltados à engenharia e desenvolvimento de jogos de aprendizagem para desenvolvimento de produtos. Estes três recortes resultaram em 94, três e zero artigos, respectivamente. Desta base de 97 artigos, foi realizada análise de título, resumo e conteúdo e também foram selecionados os trabalhos que tinham relação com o tema proposto.

Artigos e livros citados pelos trabalhos da base de dados, quando apresentavam relação com o tema proposto, também foram selecionados para análise de conteúdo. Adicionalmente, foi realizada uma pesquisa na *internet* buscando páginas que descrevessem jogos de ensino voltados à engenharia e empresas. Os jogos de ensino encontrados nessa busca e os jogos de ensino encontrados na literatura foram registrados em uma lista.

O pesquisador também participou de duas aulas sobre o conteúdo de jogos, na primeira aula, como ouvinte da aula a distância de gamificação da Universidade da Pensilvânia, ministrada pelo Prof. Kevin Werbach. Esta aula está disponível no site da *coursera*, <https://pt.coursera.org/learn/gamification>. Na segunda aula, o pesquisador participou da aplicação de um jogo na aula de Desenvolvimento de Novos Produtos, na universidade SOCIESC ministrada pelo Prof. Andre Hideto Futami.

O conhecimento adquirido com estas análises e experiências foi utilizado para montar o primeiro modelo de desenvolvimento de jogos voltado para a área de DNP em empresas. Este modelo foi testado três vezes, simulando a construção do jogo observado na aula do Prof. Futami, e duas vezes, simulando a construção de um dos jogos encontrados na *internet*. Em cada simulação foram realizadas eliminações, separação, junção de etapas, além do detalhamento da estrutura final do jogo e do modo de realização de cada etapa de desenvolvimento do modelo. O modelo foi então testado outras três vezes, simulando a construção de jogos desenvolvidos pelo autor deste trabalho na área de engenharia. A última versão do jogo desenvolvido foi aplicada em duas pessoas. Novamente, depois de cada iteração, foram realizados ajustes no modelo. O resultado destas 6 iterações foi o modelo final.

A literatura da área indica uma forte relação entre o contexto e a efetividade das ferramentas de ensino e aprendizagem. Por esta razão, foi também desenvolvido um método para obter-se um bom entendimento do contexto do jogo. A forte relação entre o fenômeno pesquisado com o contexto contribuiu para a decisão da realização de um estudo de caso. Segundo Gil (2002), o estudo de caso é um método adequado para o estudo de fenômenos em seu contexto real, em que se observam dificuldades da separação do contexto do fenômeno em si. Após isso, com o modelo de desenvolvimento de jogos e com as informações detalhadas sobre o contexto, foi possível montar o sétimo jogo e aplicá-lo. O estudo de caso e sua aplicação estão apresentados em Aplicação do modelo em um estudo de Caso, Capítulo 5 desta pesquisa.

É importante ressaltar que, de todos os trabalhos encontrados durante a pesquisa bibliográfica, já descrita anteriormente, somente um foi aplicado em empresas, indício de que, para essa área de aplicação, ainda são necessárias mais pesquisas exploratórias e de que os trabalhos na área de jogos e aprendizagem baseado em problemas são fundamentalmente voltados para a aplicação acadêmica. Ainda, na base de dados sobre jogos, encontradas durante a pesquisa bibliográfica, foram excluídos artigos que continham as palavras-chaves relacionadas a jogos de computador como: *digital*; *computer*; *virtual* e *simulation*, assim como foram excluídos os trabalhos na área de ciências de computação. Após essa exclusão, permaneceram um quarto dos artigos encontrados na primeira busca. Este resultado é um indício que a maioria dos estudos na área de jogos, estão relacionados com jogos de computador.

Considera-se que esta pesquisa pode trazer conhecimento para área, pois buscou critérios para responder à pergunta de pesquisa geral, com o fim de tornar sua resposta mais explícita para a academia. A aplicação da solução traz à academia um exemplo de aplicação que estimula a compreensão do tema. Por essas duas razões, pode-se classificar essa pesquisa como exploratória (GIL, 2002).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em seis capítulos. Deste modo, os próximos 5 capítulos que seguem, referem-se ao detalhamento de pontos introduzidos neste Capítulo 1 e ao desenvolvimento da pesquisa propriamente dita. No Capítulo 2, Fundamentação Teórica, há uma descrição da revisão da literatura sobre os meios de aprendizagem e de

ensino que se mostraram os mais adequados para serem utilizados na área de desenvolvimento de produtos. O capítulo descreveu o processo de desenvolvimento de produtos nas empresas, a aprendizagem nas empresas, métodos aprendizagem ativa, métodos interativos, jogos e modelos existentes de desenvolvimento de jogos. No Capítulo 3, Ferramental, são apresentadas as diretrizes para a elaboração do método do jogo e estão descritas as ferramentas utilizadas para descrição do contexto de aplicação e medição do desempenho do jogo. No Capítulo 4, Modelo proposto, estão descritos os passos para a elaboração do jogo, incluindo exemplos. No Capítulo 5, Aplicação do modelo em um estudo de caso, é apresentada a execução do jogo e a sua avaliação num dado contexto de estudo. E, por fim, no Capítulo 6, Conclusões, são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.10 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS EM UMA EMPRESA

O processo de desenvolvimento de novos produtos é um conjunto de atividades com base nas quais se busca chegar às especificações de um projeto de produto possível de ser produzido, a partir das necessidades de mercado, considerando as restrições tecnológicas e a estratégia de mercado (ROZENFELD et al., 2014).

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um processo crítico para manter a competitividade da empresa. Por isso, a empresa precisa atender as necessidades de segmentos específicos de mercado, incorporar novas tecnologias ao produto, atender novos padrões ou restrições legais e substituir produtos com ciclos de vida cada vez menores (ROZENFELD et al., 2014). Assim, o desenvolvimento de produtos acaba situando-se na interface entre a empresa e as necessidades de mercado (ROZENFELD et al., 2014). Nesse sentido, a empresa precisa ter um PDP eficaz e eficiente a fim de atender as necessidades indicadas pelo mercado e, com isso, garantir sua competitividade. (ROZENFELD et al., 2014). Assim, essa eficiência e eficácia só serão alcançadas se a empresa possuir um PDP estruturado e documentado, para, com isso, gerir o desempenho do seu PDP (ROZENFELD et al., 2014).

A descrição do processo de desenvolvimento de novos produtos pela academia serve como referência e orientação para as empresas. Contudo, são necessárias adaptações no modelo de referência para que possa ser utilizado para diferentes produtos e empresas (ROZENFELD et al., 2014). Isto porque, as empresas também apresentam diferentes níveis de maturidade do processo de desenvolvimento de novos produtos. Níveis superiores de maturidade indicam a aplicação de melhores práticas e melhoria contínua dos processos (ROZENFELD et al., 2014). Nos níveis inferiores de maturidade, as empresas somente realizam algumas atividades essenciais, não possuem padronização de atividades, nem aplicação de método ou ferramentas consagradas (ROZENFELD et al., 2014).

Desenvolver produtos que serão bem-sucedidos é uma tarefa complexa (BALACHANDRA; FRIAR 1997) e possui um grande número de diferentes fatores capazes de influenciar no resultado do projeto. Várias linhas de pesquisa exploram quais destes fatores seriam

considerados críticos para o sucesso de um produto (MONTROYA; CALANTONE, 1994). Alguns trabalhos de síntese realizados na década de noventa sobre o assunto concluíram que o principal fator de sucesso seria a qualidade do processo de desenvolvimento de produto (COOPER; KLEINSCHMIDT, 2007; MONTROYA; CALANTONE, 1994). Este fator é o mais apontado na literatura (MONTROYA; CALANTONE, 1994) e afeta positivamente o resultado da empresa (COOPER; KLEINSCHMIDT, 2007), muito embora, a despeito de sua importância, este seja, dentre todos os fatores, o mais negligenciado (COOPER, 1999).

Segundo Cooper e Kleinschmidt (2007), a qualidade do desenvolvimento de novos produtos pode ser definida como um processo que exija: (a) uma definição antecipada e detalhada do produto; (b) eventos de decisão, de continuar ou não o projeto; (c) qualidade e completude na execução das atividades e (d) flexibilidade do processo. A pesquisa de Song e Parry (1997) sugere que a importância do fator qualidade do PDP seria universal, independentemente do país em que o produto esteja sendo desenvolvido.

Cohen (1989, apud GOFFIN; KONERS, 2011) afirma que o processo de desenvolvimento de produtos em si é uma tarefa complexa a ponto das empresas precisarem aprender sobre seus produtos e processos constantemente. Sobre isto, alguns estudos indicam que a aprendizagem é relacionada diretamente com o sucesso (LYNN, 1998; MAIDIQUE, 1985) e com o tempo de desenvolvimento de novos produtos (LYNN, 1999). Assim, quanto melhor a aprendizagem no ambiente de DNP, maior a chance de sucesso dos produtos em desenvolvimento.

2.2 APRENDIZAGEM NAS EMPRESAS

Dada a importância do tema, estratégias da gestão da inovação que focam no aprendizado são vistas como tendência (ROLAND et al., 2006). A pesquisa sobre o tema é extensa, havendo estudos sobre aprendizagens organizacional (ROLAND et al. 2006), de times (LYNN et al., 1998; AKGÜN; LYNN; BYRNE, 2006) e de indivíduos (FUTAMI, 2012).

A pesquisa da aprendizagem em adultos foi por muito tempo negligenciada (KNOWLES, 2009), ainda que, já na antiguidade, fossem largamente utilizadas técnicas para envolver os alunos, como estudos de caso na China, diálogos socráticos na Grécia e confrontos

de opiniões em Roma (KNOWLES, 2009), só para citar alguns exemplos. Apenas após a segunda guerra, as ciências sociais voltaram pesquisas para a aprendizagem em adultos e culmina nos primeiros modelos andragógicos e suas aplicações na década de 60. Segundo Knowles (2009, p.78):

Os adultos precisam saber por que precisam aprender algo; os adultos têm a responsabilidade por suas próprias decisões e por sua vida; os adultos entram na atividade educacional com maior volume e variedade de experiências do que as crianças; os adultos têm prontidão para aprender as coisas que precisam saber para enfrentar melhor as situações da vida real; os adultos são centrados na vida em sua orientação à aprendizagem; e os adultos respondem melhor a os motivadores internos do que a os externos.

De acordo com Goffin e Koners (2011), muitos autores indicam que a aprendizagem individual é a base para a aprendizagem no desenvolvimento de novos produtos. Isto porque, a execução das atividades do PDP e seus resultados acabam recaindo no indivíduo, principalmente no papel do projetista. Este determinará as propriedades do produto em termos de função, segurança, ergonomia, produção, transporte, operação, manutenção, reciclagem e descarte (PAHL et al., 2007). Além dessa responsabilidade, haverá a pressão do mercado para que o desempenho do produto aumente e os custos e tempo de desenvolvimento se reduzam (PAHL et al., 2007).

Em empresas, para que a aprendizagem ocorra, o desenvolvimento de novos produtos pode ocorrer por meios informais (MEYERS; WILEMON, 1989), formais (MEYERS; WILEMON, 1989) e registros existentes (SCHINDLER; EPPLER, 2003). Além destes meios, durante a revisão de literatura, foi encontrado um trabalho que utilizou um método de aprendizagem ativa no ambiente de DNP em empresas (MOSKOWITZ; WARD, 1998). A seguir será detalhado cada um desses meios.

2.2.1 Meios informais de aprendizagem

Meyers e Wilemon(1989) discorrem sobre o aprendizado por meios formais e informais. Em sua pesquisa, os autores concluem que meios informais são os mais utilizados para transferir a aprendizagem entre projetos. Exemplos de meios informais seriam a troca de informações entre os membros da equipe de projeto e entre amigos. Nesta mesma pesquisa, Meyers e Wilemon(1989) indicam que os líderes do projeto são importantes difusores de aprendizagem entre os

projetos, por trabalharem em diferentes projetos e pelo contato com outros líderes. Metáforas e histórias também seriam reconhecidas como meios informais de transferência de conhecimento tácito (GOFFIN; KONERS, 2008). Ainda, segundo Riek (2001), a aprendizagem pode ocorrer por meio de experiência, registros e *checklists* individuais.

2.2.2 Meios formais de aprendizagem

Apesar da grande importância de métodos informais, estes são incontornáveis devido à sua própria natureza, ou seja, não há pleno poder de influência e controle sobre eles. Contudo, é possível incentivar a comunicação e troca de informações (MEYERS; WILEMON, 1989) e criar momentos de discussão (MEYERS; WILEMON, 1989; LYNN et al., 1999; LYNN; SIMPSON; SOUDER, 1997) no ambiente de projetos, configurando, assim, aprendizagem por meios formais.

Schindler e Epper (2003) descrevem alguns desses momentos de discussão com potencial de gerar aprendizado. Um deles é o *after action review*, revisão após ação, em tradução literal. De acordo com o autor, esta é uma prática recente usada pelos militares dos EUA e pela Siemens. É realizada, por um facilitador, durante a execução do projeto com a equipe, em que quatro questões são respondidas: O que deveria ter acontecido? O que aconteceu? Qual a razão das diferenças e o que podemos aprender com esta experiência? O objetivo deste momento é a rápida aprendizagem depois de ações e construção de confiança entre os membros da equipe.

Outro momento formal de discussão é o *post-mortens review*, também chamado de *Post-Project Review* (PPR), em português, revisão pós-projeto. Ele tem o objetivo específico de transferência de aprendizagem entre os projetos e tem sido amplamente estudado na literatura. De acordo com Koners e Goffin (2007), o PPR tem a função de evitar problemas recorrentes, experienciados em projetos anteriores, mas, apesar da sua importância, é raramente utilizado. Koners e Goffin (2007) descreveram como o PPR é realizado e que tipo de aprendizagem geram. Os autores salientam a importância desta ferramenta e da necessidade de uma clara comunicação para evitar que a ferramenta seja considerada burocrática.

Schindler e Epler (2003) também descrevem uma análise semelhante ao PPR, o *post-project appraisal*. Segundo os autores, este evento ocorre dois anos após a conclusão do projeto e gera melhores

práticas para os grandes projetos. A sua execução envolve avaliação da documentação do projeto e entrevistas com membros da equipe, podendo levar até seis meses para ser concluída.

2.2.3 Meios de registro da aprendizagem

As revisões de projeto são momentos em que a aprendizagem é coletada (SCHINDLER; EPPLER, 2003). Mas seu conteúdo pode ser registrado de diferentes formas, como em microartigos, histórias de aprendizagem (SCHINDLER; EPPLER, 2003), bases de dados, listas de verificação (*checklists*) (RIEK, 2001), normas e políticas (BALACHANDRA; FRIAR, 1997). O aprendizado também pode ficar disperso na documentação do projeto, como em minutas, apresentações, contratos, relatórios, etc.

Os microartigos são escritos em linguagem informal ocupando metade de uma página e têm o objetivo de registrar a aprendizagem após a conclusão de um projeto (SCHINDLER; EPPLER, 2003). Já as histórias de aprendizagem são maiores do que microartigos, apresentam de vinte a cem páginas. Assemelham-se a pequenos livros que descrevem todas as etapas do projeto em ordem cronológica e o contexto em detalhes (SCHINDLER; EPPLER, 2003; ROTH; KLEINER, 1998)¹. Microartigos e histórias de aprendizagem estão relacionados a projetos específicos.

Outro meio para se ter acesso à aprendizagem são as buscas em bases de dados com informações de diversos projetos. A *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) usa um sistema de lições aprendidas que pode ser consultado e alimentado por membros da NASA e outras organizações - há uma variedade de problemas registrados nesse banco de dados. Após a lição aprendida ser adicionada, ela é direcionada para a aprovação dos *Lessons Learn Steering Committee* (LLSC), comitê diretor de lições aprendidas, em português. Este sistema é descrito no site da NASA e pode ser acessado pelo público em geral².

Outro tipo de documentação formal que pode proporcionar aprendizagem, orientando novos profissionais, é a lista de verificação (*checklist*). De acordo com Riek (2001), esse documento refere-se a uma lista de pontos a serem considerados, a fim de evitar omissões e

¹ Para maiores detalhes do método, consultar Roth e Kleiner (1998).

² Disponível em: <<http://www.nasa.gov/offices/oce/functions/lessons>>. Acesso em 02 de jan. 2016.

erros durante o desenvolvimento do produto. Segundo o autor, uma lista de verificação, montada por um profissional experiente, pode evitar que profissionais menos experientes cometam grandes falhas.

2.2.4 Métodos de ensino e aprendizagem ativa

A aprendizagem ativa é um método de engajamento dos alunos, que tem como intuito propiciar uma reflexão sobre o assunto ao invés de uma transferência de informações passiva do professor para o aluno (PRINCE, 2004). Este é um assunto amplo, que inclui técnicas potencialmente complexas, como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e até mesmo mudanças de atitudes do educador, como fazer pequenas pausas durante uma aula (PRINCE, 2004).

Muitos pesquisadores, como Lorenzo-yustos et al. (2010), Lantada et al. (2007, 2011, 2013), Horváth et al. (2004), Fain et al. (2008), Zavbi, Kolsek e Duhovnik (2009), Albers et al. (2009) e Everaert e Swenson (2014) utilizaram técnicas de aprendizagem ativa na área acadêmica, relacionada com desenvolvimento de novos produtos. O uso deste método tem demonstrado resultados promissores, apesar de variados, no ambiente acadêmico (PRINCE, 2004). Entretanto, como pode ser observado na revisão de literatura e já mencionado na Metodologia Científica, Item 1.5, há poucos estudos utilizando técnicas de aprendizagem ativa em empresas no contexto de DNP. Um exemplo de trabalho na área é o estudo de Moskowitz e Ward (1998). Os autores desenvolveram um método de aprendizagem ativa dividida em três fases: como (i) fazer; (ii) aplicar e (iii) documentar, resumidas brevemente nesse texto. Segundo os autores, este método visa integrar gestão e engenharia e desenvolver uma cultura de aprendizagem contínua. Moskowitz e Ward (1998) afirmam que o método foi utilizado com sucesso em ambientes acadêmicos e profissionais, contudo os autores não apresentam evidências de seus resultados.

Os métodos de aprendizagem, identificados por este trabalho, utilizados no contexto de desenvolvimento de novos produtos em empresas, estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Resumo dos métodos de aprendizagem utilizados no PDP.

I: Informal F: Formal	Métodos	Autores
I	Experiência individual	Riek (2001)
I	Registros individuais	Riek (2001)
I	<i>Checklists</i> individuais	Riek (2001)
I	Líderes de projeto como difusores	Meyers e Wilemon (1989)
I	Metáforas e histórias	Goffin e Koners (2008)
F	<i>After action reviews</i>	Schindler e Epper (2003)
F	<i>Post-mortens review</i>	Koners e Goffin (2007)
F	Microartigos	Schindler e Epper (2003)
F	Histórias de aprendizagem	Schindler e Eppler (2003), Roth e Kleiner (1998)
F	Bases de dados	NASA, https://llis.nasa.gov/
F	<i>Checklists</i>	Riek (2001)
F	Normas e políticas	Balanchandra, Friar (1997)
F	Aprendizagem ativa	Moskowitz e Ward (1998)

Fonte: O autor (2017)

2.3 MÉTODOS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Como visto, os principais meios de aprendizagem utilizados nas empresas são os informais (MEYERS; WILEMON, 1989). Logo, considerando as características dos meios informais, questiona-se: como a empresa garante que o novo membro está adquirindo as melhores práticas? Seria possível que um novo membro adquirisse práticas não interessantes para a empresa por estes meios informais?

Meyers e Wilemon(1989) ressaltam que é importante para a empresa apoiar meios formais de aprendizagem para garantir a troca de

informações entre projetos. Entre os métodos formais descritos no Capítulo 2.2, Aprendizagem nas Empresas, a aprendizagem ativa é o único método que tem seus fundamentos no engajamento e reflexão individuais, de acordo com a definição de Prince (2004). Os demais métodos descritos no Item 2.2 são relacionados aos processos da empresa, como as revisões de projetos, as documentações, as bases de dados e os *checklists*.

Apesar de sua importância, a aprendizagem ativa ainda carece de pesquisas exploratória no contexto DNP dentro das empresas, conforme visto no Item 1.5. A aprendizagem ativa é uma ampla área na pedagogia e no campo acadêmico – cuja revisão pode ser conferida no Item 2.3.2 – mas com poucas pesquisas no ambiente profissional de DNP.

2.3.1 Visão geral e armadilhas na pesquisa de aprendizagem ativa

De modo geral, a aprendizagem ativa pode ser resumida como um grupo de métodos e técnicas de engajamento dos alunos. Técnicas que fazem com que o aluno pense e reflita sobre o assunto e não apenas o receba passivamente (PRINCE, 2004). No cenário profissional, a aplicação da aprendizagem ativa pode funcionar como um pilar de uma cultura de aprendizagem (MOSKIWITZ; WARD, 1998), sendo parte da estratégia da empresa.

É importante frisar que a aprendizagem ativa engloba diferentes abordagens, sendo que muitas delas acabam sendo nomeadas pelos mesmos termos (PRINCE, 2004), e que algumas técnicas também são consideradas híbridas (EBERLEIN et al., 2008), apresentando características de mais de uma abordagem. Por estas razões, Prince (2004) considera definições gerais para abordagens de aprendizagem ativa uma armadilha (PRINCE, 2004). Além disso, os resultados sobre a eficácia de diferentes técnicas de aprendizagem ativa são difíceis de serem comparados (PRINCE, 2004), não só devido a problemas de definição e hibridismo, mas também pelo fato de que, a depender do contexto que forem aplicadas, muitas técnicas apresentam diferentes resultados (PRINCE, 2004).

Outra armadilha indicada por Prince (2004) é que muitas das técnicas testadas não têm uma grande quantidade de variáveis mensuradas, por exemplo, conhecimento, atitudes dos alunos e retenção (PRINCE, 2004). Uma razão para esta ausência é a dificuldade de mensuração de determinadas variáveis, como aprendizagem de longa duração, por exemplo (PRINCE, 2004).

2.3.2 Abordagens existentes na literatura

As abordagens de aprendizagem ativa variam em níveis de complexidade, que vão desde simples atividades em sala de aula até mundos imersivos construídos em computadores. Alguns exemplos de atividades simples são a escuta ativa e a escrita ativa (FLORIDA STATE UNIVERSITY, 2011). Nessas atividades, os alunos são requisitados a falar e escrever, com suas próprias palavras, o que aprenderam. Variações desta técnica são a explicação, entre alunos, do conteúdo, submetendo perguntas para o professor, a escrita de resumos e de notas em grupo (FLORIDA STATE UNIVERSITY, 2011). Assistir filmes enquanto responde a perguntas, ouvir os comentários do instrutor ou até mesmo produzir os próprios filmes são exemplos de aprendizagem ativa baseada em atividades visuais (FLORIDA STATE UNIVERSITY, 2011). Essas atividades simples podem ser realizadas em grupos. De acordo com Prince (2004), atividades em grupos podem ser classificadas em aprendizagem colaborativas, em que "os alunos trabalham em grupos, com um objetivo comum" (PRINCE, 2004), e aprendizagem cooperativa, em que apesar de trabalharem em grupo, os estudantes são avaliados individualmente (PRINCE, 2004). Outros exemplos de atividades em grupos são os debates, ensino em pares e o *role-play* (FLORIDA STATE UNIVERSITY, 2011). Os métodos descritos a seguir são também atividades em grupo, mas apresentam algumas particularidades.

Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL), em tradução livre para o português, aprendizagem por processo orientado de investigação, é um método que usa perguntas para orientar a discussão de um assunto (EBERLEIN et al., 2008). Geralmente, segue três fases: exploração, invenção do conceito e aplicação, algo semelhante ao método científico. As questões de orientação precisam ser preparadas antes da aula por um instrutor. Isso precisa ser feito de forma precisa, a fim de que os alunos encontrem as conclusões esperadas (EBERLEIN et al., 2008). Os alunos são organizados em grupos e recebem auxílio do instrutor quando necessário (EBERLEIN et al., 2008). Este método é usado principalmente em aulas de graduação e também em experimentos de laboratório, principalmente em áreas relacionadas à ciência (EBERLEIN, et al., 2008; TUAN et al., 2005), como a bioquímica (MINDERHOUT; LOERTSCHER, 2007) e ecologia (TESSIER; PENNIMAN, 2006).

Peer Lead Team Learning (PLTL), ou aprendizagem em times liderados por pares, é um método que tem como particularidade a

liderança de grupo pelos próprios estudantes. Neste caso, os estudantes são selecionados e treinados para este papel de líder e lideram grupos de seis a oito colegas durante workshops, resolvendo problemas previamente estruturados (EBERLEIN et al., 2008; TIEN; ROTH; KAMPMEIER, 2004). Este método mostrou bons resultados (LEWIS, 2011) ao comparar notas de grupos que utilizaram o método com grupos controle. Além disso, numa perspectiva mais individual, foi possível observar que os alunos com o papel de líder tiveram uma grande experiência pessoal, ganhando conhecimento sobre o assunto, habilidades pessoais, como comunicação, e habilidades profissionais como liderança (MICARI; STREITWIESER; LIGHT, 2005).

Team Based Learning (TBL), ou aprendizagem em times, é uma técnica semelhante às duas outras descritas anteriormente. Os estudantes são organizados em grupos de quatro a cinco pessoas e direcionados a solucionar um problema complexo preparado com antecedência (GABELICA; FIORE, 2013). A diferença desta técnica às outras é a existência de uma discussão, entre todos os envolvidos nos grupos, no final da atividade (GABELICA; FIORE, 2013).

No *Studio-Based Learning* (SBL), ou aprendizagem em estúdio, os estudantes constroem modelos reais de arquitetura, design interno e design industrial (GABELICA; FIORE, 2013). O professor é um instrutor que ensina, através de questionamentos e críticas, a obras, os alunos ficam organizados em pequenos grupos (GABELICA; FIORE, 2013).

Uma abordagem que foi amplamente estudada na literatura é a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *problem-based learning*. Esta é uma abordagem amplamente utilizada de maneiras diferentes e em diferentes áreas. A pesquisa relacionada à ABP começou na medicina (EBERLEIN, 2008). Muitas definições são encontradas na literatura (PRINCE, 2004; EBERLEIN, 2008). Mas muitas delas definem a ABP como uma forma de engajamento do aluno de forma ativa (PRINCE, 2004; BRIDGES; HALLINGER, 2007), pois requer a solução de problemas abertos antes da introdução dos conceitos a serem aprendidos (BRIDGES; HALLINGER, 2007). De acordo com Bridges e Hallinger (2007), existem dois tipos de ABP, em um deles, o próprio estudante define objetivos, recursos de aprendizagem e perguntas que guiarão o estudo. No segundo, essas mesmas características são definidas pelo instrutor. O primeiro chama-se ABP centrada no aluno, o segundo chama-se ABP centrada no problema (BRIDGES; HALLINGER, 2007).

As limitações identificadas por Bridges e Hallinger (2007) para a ABP centrada no aluno são a ausência de conhecimento dos estudantes, de modo que eles geralmente escolhem problemas que não cobrem os objetivos mínimos de aprendizagem que a faculdade considera importante. Além disso, eles podem ter problemas com tempo para obtenção dos recursos necessários. Outro ponto mencionado é que a metodologia ABP, em si, não garante que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados. Essa metodologia deve ser promovida em um ambiente de aprendizagem, que apoie estudantes, com paciência, que aceite os riscos assumidos e que promova uma expectativa elevada sobre os alunos (BRIDGES; HALLINGER, 2007).

Alguns autores sugerem processos de como desenvolver um ABP (YEW; SCHMIDT, 2012), outros sugerem implantações de programas de ABP em salas de aula (BRIDGES; HALLINGER, 2007). Segundo Bridges e Hallinger (2007), o pré-requisito para montar um ABP é ter um objetivo de aprendizagem que faça uma relação entre o problema apresentado aos estudantes e o conhecimento a ser, por eles, adquirido. Assim, previamente à definição do problema, é importante ter claro quais são os conhecimentos e objetivos de aprendizagem desejados aos estudantes.

De acordo com Hal White (1994) e Bridges e Hallinger (2007), um bom problema da ABP envolve situações reais, apresentadas em etapas em que informações adicionais são apresentadas em cada uma delas. Durante a introdução do problema, deve-se deixar claro quais são as vantagens do estudante em participar da atividade, como forma de motivá-lo (BRIDGES; HALLINGER, 2007). Posteriormente à introdução, deve haver uma discussão do problema para melhor compreendê-lo, o que resultará em hipóteses (YEW; SCHMIDT, 2012). Assim, o problema vai sendo desdobrado em problemas menores, que, para serem resolvidos, exige-se que os estudantes ganhem mais conhecimento sobre o assunto (BRIDGES; HALLINGER, 2007; YEW; SCHMIDT, 2012).

Enquanto o problema é desdobrado, recursos podem ser disponibilizados aos estudantes, como livros, artigos ou vídeos (BRIDGES; HALLINGER, 2007), utilizados dentro ou fora do horário de aula (BRIDGES; HALLINGER, 2007; YEW; SCHMIDT, 2012). É desejável que esses materiais contenham conceitos de diversas áreas (WHITE, 1994). Perguntas-guia também podem ser apresentadas aos alunos, com o objetivo de direcioná-los à reflexão sobre o problema proposto (BRIDGES; HALLINGER, 2007). Alguns problemas podem

exigir decisões dos estudantes (BRIDGES; HALLINGER, 2007; WHITE, 1994), que necessitarão de um conhecimento adquirido, tornando o problema mais complexo (WHITE, 1994).

Recentemente, a tecnologia está sendo usada como um apoio importante na aprendizagem. E está tendo mais atenção de pesquisadores. Ela permite a autodidaticidade, o ensino à distância, interações sociais à distância (COOK; DUPRASD, 2004), experiências de imersão através de jogos e mundos simulados (FREITAS, 2006). Neste sentido, estudantes podem entrar em contato com o conteúdo de aprendizagem por meio de sites, sem a necessidade de um professor ou um instrutor. Aprendizagem baseada na *web*, *web based learning* em inglês, (WBL) é a aprendizagem a partir do uso de sites construídos a partir dos aspectos de aprendizagem ativa, que permite que os alunos aprendam sozinhos, à distância e em horários flexíveis (COOK; DUPRASD, 2004). Este método pode ou não ser usado para dar suporte a métodos tradicionais (COOK; DUPRASD, 2004). O professor atua aqui como *web designer* (COOK; DUPRASD, 2004), com a disponibilização de fotos, *links* para assuntos relacionados ao tema em questão, perguntas com respostas (COOK; DUPRASD, 2004) e animações (SINAV; AMBRON, 2004) – tudo que seja considerado favorável ao aprendizado e a atenção dos alunos. Como exemplo do método *web based learning*, Sinav e Ambron (2004), desenvolveram um programa acessível pela internet, em que é possível ao aluno explorar a anatomia de estruturas humanas, pequenas e complexas, tornando mais fácil seu reconhecimento. Outros pesquisadores apenas sugeriram como deve ser a estrutura de um site de aprendizagem (COOK et al., 2010) e sua implantação em sala de aula (MINASIAN-BATMANIAN, 2002).

É possível promover a aprendizagem ativa aumentando a interação dos envolvidos por meio de redes sociais, como *facebook*, *MySpace*, *LinkedIn*, *blogs* e *twitter*. O uso de ferramentas sociais como meios de aprendizagem é novidade, as pesquisas ainda estão colhendo dados e alguns usuários estão em fase experimental (TESS, 2013). Por isto, alguns professores e instituições ainda não aceitam a sua utilização enquanto ferramenta de aprendizagem (TESS, 2013).

Há ainda a utilização de simulações. Prensky (2012) descreve que a simulação pode ser aplicada à educação e é definida como algo recriado, aproximado, que imita a realidade ou faz, a partir dela, previsões. Simulações são muito utilizadas para apoiar a formação de profissionais de medicina, militares e profissionais de administração (PRENSKY, 2012). A simulação pode ensinar, mas não motiva o

estudante a continuar com a aprendizagem até o fim (PRENSKY, 2012). Uma simulação pode torna-se uma ferramenta de aprendizagem ativa quando gamificada. O conceito de gamificação ou ludificação, *gamification*, em inglês, é o uso de elementos de jogos e técnicas de *design* fora do contexto dos jogos (WERBACH, 2013), por exemplo, o uso de avatares, níveis, pontos, quadro de líderes, conteúdo de desbloqueio e lutas contra chefes. O uso de jogos de aprendizagem é uma diferenciação, porque a nova geração está acostumada com jogos (WERBACH, 2013). Jogos motivam, envolvem e são divertidos (WERBACH, 2013). Além do uso de jogos de aprendizagem por razões motivacionais, segundo Freitas (2006), jogos também são usados na prática de habilidades, em terapias e na prática profissional. Há uma grande quantidade de tipos de jogos descritos na literatura, por exemplo, jogos virtuais ou digitais, jogos imersivos, jogos progressivos, jogos de tabuleiro e *Role Play Games* (RPG)(PRENSKY, 2012).

As abordagens de aprendizagem ativa descritas neste subcapítulo estão listadas no Quadro 2, abaixo.

Quadro 2 - Resumo das abordagens de aprendizagem ativa existentes na literatura.

Abordagens
Escuta ativa
Escrita ativa
Aprendizagem baseada em atividades visuais
<i>Process oriented guided inquiry learning</i> (POGIL)
<i>Peer lead team learning</i> (PLTL)
<i>Team based learning</i> (TBL)
<i>Studio based learning</i> (SBL)
Aprendizagem baseada em problemas
Aprendizagem baseada na Web
Mídias sociais
Jogos

Fonte: O autor (2017)

2.4 APRENDIZAGEM INTERATIVA

Prensky (2012) descreve o conceito de Aprendizagem Interativa (AI), que, segundo ele, são técnicas de ensino utilizadas, há muito tempo, em jogos digitais, mas que tais técnicas não são jogos. Dentro deste conceito, o autor classifica e define as seguintes técnicas:

- **Prática e *feedback***: excelente técnica para atividades repetitivas, como digitar em um teclado. A técnica baseia-se em acompanhar o jogador na atividade, recompensando-o para acertos e encerrando o jogo caso ele cometa muitos erros. O autor simplifica a explicação descrevendo a técnica como treino e morte.

- **Aprender na prática**: realizar a atividade na prática por meio do computador.

- **Aprender com os erros**: o jogo prossegue até que a falha do jogador ocorre, para então, o jogador ter direito a uma nova tentativa.

- **Aprendizagem guiada por metas**: essa técnica motiva o jogador a aprender a *fazer* algo, enquanto que outras técnicas podem ter como objetivo ensinar ao jogador *sobre* algo.

- **Aprendizagem pela descoberta e descobertas guiadas**: o jogo induz o jogador a aprender por si só. Segundo o autor, esse tipo de jogo pode ser frustrante para alguns perfis mais lineares, pois o jogo pode deixar o jogador com a sensação de “perdido”.

- **Aprendizagem baseada em tarefas**: é uma variação do aprender na prática, mas se inicia com explicações conceituais e depois são apresentados problemas e tarefas.

- **Aprendizagem baseada em perguntas**: as perguntas são dadas para que os indivíduos reflitam sobre o conteúdo antes de dar a resposta correta.

- **Aprendizagem contextualizada**: é quando o material de aprendizagem é apresentado em um ambiente que simula o ambiente real. Essa estratégia é beneficiada por apresentar a cultura do ambiente, vocabulário e comportamento das pessoas daquele local ao jogador.

- **Role-playing**: usado principalmente para habilidades de relacionamento interpessoal, o jogador necessita interpretar um papel durante o jogo.

- **Treinamento**: momentos, durante o jogo, em que um personagem treina o jogador de forma tradicional. Vale ressaltar que existe um esforço grande do designer de jogos para que esses treinamentos sejam parte integrante do jogo.

•**Aprendizagem construtivista:** seria uma modificação da aprendizagem pela descoberta. Na aprendizagem construtivista, o jogador aprende por meio de experimentos ou construções de artefatos físicos feitos por ele mesmo.

•**Aprendizagem acelerada:** é o uso de relações multissensoriais, com o fim de memorizar ou aprender algo.

•**Selecionar a partir dos objetos de aprendizagem:** advém da programação baseada em objetos. Nesse método, o aprendiz pode aprender os objetos de aprendizagem em qualquer ordem.

•**Instrução inteligente:** programas inteligentes que identificam as falhas do jogador e dão *feedbacks* específicos para correção das falhas.

2.5JOGOS

O ato de brincar apresenta uma importante função biológica na evolução (PRENSKY, 2012), é algo universal a todas as culturas humanas e mesmo em filhotes de animais (PRENSKY, 2012). Brincar é fazer o que o indivíduo quiser, dentro de certos limites e estrutura (WERBACH, 2013). Jogar apresenta uma definição parecida, mas envolve uma relação mais complexa, com questões como conflito, problemas, objetivos e decisões (WERBACH, 2013).

Assim como outras abordagens de aprendizagem ativa, os jogos são indicados como meios de aprendizado (PRENSKY, 2012). O jogo é algo difícil de ser definido (WERBACH; HUNTER, 2012), por isso, existem na literatura diversas definições conflitantes (FREITAS 2006). O conceito de jogos já foi utilizado pelo filósofo Ludwig Wittgenstein como exemplo de algo que é difícil, se não, impossível, de se definir (WERBACH, 2013). Outro filósofo que estudou o tema foi Bernard Suits, segundo ele, o jogo é algo que apresenta regras ou limites, uma atitude por parte do jogador em respeitar as regras e um objetivo a ser atingido - algo construído que faça o indivíduo voluntariamente passar por obstáculos desnecessários (WERBACH, 2013).

Johan Huizinga descreveu o conceito de círculo mágico para conceituar o jogo, segundo o qual o jogo é algo que apresenta um limite físico ou virtual, limite que divide o mundo do jogo do mundo real (WERBACH, 2013). Quando o participante está nesse círculo, as regras do jogo prevalecem sobre as do mundo real (WERBACH, 2013). Segundo o autor, o jogo é algo voluntário, objetivo, com limitações e significativo para que as regras sejam seguidas.

Existem muitos tipos de jogos, Prensky (2012) faz uma descrição detalhada de diversos tipos possíveis de jogos, que ele chama de taxonomia dos jogos. Segundo Prensky, antes do computador, os jogos eram classificados em competição, sorte, simulação e movimento, e, atualmente, os jogos de computador podem ser classificados em jogos de:

- **Ação:** jogos de plataforma, como Mario e *Sonic*, labirintos, como *PacMan*, e jogos em que o objetivo é atirar em tudo, como *Doom* e *Quake*;

- **Aventura:** jogos em que o personagem precisa explorar um mundo, coletar objetos e solucionar problemas, com *Zelda*;

- **Esporte:** jogos voltados para simular esportes, como futebol. Alguns exemplos apresentam características de jogos de estratégia, pois o jogador precisa gerir um time;

- **Estratégia:** o jogador é responsável pela evolução de algo, combatendo inimigos, como o caso de *Civilization*, ou sozinho, como *Roller Coaster Tycoon*;

- **Luta:** jogos em que diferentes personagens são colocados em confronto, como o *Mortal Combat*;

- **Quebra-cabeça:** jogos em que o enredo é de menor importância e o objetivo principal é a resolução de problemas, como *Tetris* e *Devil Dice*;

- **Role-play games:** jogos em que o jogador faz o papel de um personagem, não necessariamente humano, que possui atributos individuais, como, força, agilidade, etc. Há a possibilidade de coleta de materiais, armas e ferramentas em um ambiente fictício. O personagem pode enfrentar aventuras e, ao longo destas, pode adquirir experiência e tornar-se mais poderoso. Um exemplo é o *Ultima*;

- **Simulação:** jogos em que é necessário pilotar máquinas, carros, construir mundos, como *Sim City*, ou administrar empresas, como *Start-up*;

- **Estado persistente:** jogos em que a saída do jogador não interrompe o jogo. O mundo continua a existir e outros jogadores podem continuar a jogar, e

- **Reflexo:** jogo que exige do jogador uma reação rápida a determinados estímulos.

Segundo Freitas (2006), é importante não haver confusão entre jogos e jogos de ensino ou jogos sérios, pois o simples uso de jogos, sem seguir princípios de aprendizagem, não fará com que o público atinja os objetivos de aprendizagem. Michael e Chen (2006), na sua

definição de jogos sérios, afirmam que o objetivo principal dos jogos de ensino é ensinar ao invés de entreter.

Além da opção aos E-learning, as empresas têm visto o uso de jogos como uma forma de reduzir custos e melhorar a efetividade dos treinamentos por meio de uma técnica familiar à nova geração (MICHAEL; CHEN, 2006). Muitas empresas já utilizaram jogos para treinamento externo, com clientes, e treinamento interno, como projetistas (PRENSKY, 2012). Um exemplo citado por Prensky (2012) é o jogo *Monkey Wrench Conspiracy*, em primeira pessoa, em que o jogador precisa projetar diversos componentes a fim de passar pelos desafios do jogo.

No contexto do uso de jogos, há o conceito de gamificação, que é o uso de elementos de jogos e técnicas de *design* de jogos em outros contextos (WERBACH, 2013). Exemplos de elementos e conceitos de jogos são: pontuações, distintivos, níveis, *avatares*, coleta de recursos, desafios, níveis, times, pontos, aventuras, recompensas, quadro de líderes, etc. (WERBACH, 2013). Segundo Werbach (2013), existem muitas empresas que já utilizam tanto técnicas de jogos aplicadas a seus problemas, como a Samsung, como elementos e conceitos fora dos jogos.

É importante frisar que gamificação é o uso das características do jogo para fazer com que o participante fique motivado em determinada atividade, não é necessariamente utilizado com o intuito de a atividade tornar-se um jogo completo (WERBACH, 2013).

2.6 ANTECEDENTES NECESSÁRIOS PARA O SUCESSO DE JOGOS DE ENSINO

Diversos autores buscaram entender e explicar porque os jogos funcionam e com isso, indicar quais as características que devem existir para que um jogo de ensino cumpra seus objetivos de aprendizagem. Werbach (2013) relata que jogos motivam, pois apresentam problemas, desafios, dão um senso de progressão ao participante e apresentam feedbacks frequentes e diretos. Segundo ele, são atividades centradas no jogador e incentivam a experimentação sem criar o temor da falha, têm senso de propósito, por apresentarem metas a serem cumpridas, e permitem interações sociais. Por estas características, geram diversão e motivação.

Prensky (2012) argumenta que o jogo funciona porque consegue, ao mesmo tempo, envolver e utilizar processos interativos de aprendizagem. Segundo ele, existem muitas maneiras de combinar

essas duas características e que a estratégia de combinação deve ser baseada no contexto. Segundo Prensky (2012), diferentes tipos de jogos possuem diferentes atividades de aprendizagem, o que os tornam adequados a determinados tipos de conteúdo. Para ilustrar a afirmativa, toma-se como exemplo a linha 3, Julgamento, do Quadro 3, extraído de Prensky (2012): havendo a necessidade de ensinar a tomar uma decisão, as atividades mais adequadas de aprendizagem seriam a revisão de casos ou a proposição de perguntas ao jogador - um estilo de jogo que apresenta estas atividades seria o RPG.

Segundo Prensky (2012), “na aprendizagem baseada no aprendiz, o aprendiz vem em primeiro lugar”. Assim, previamente ao desenvolvimento do jogo, deve haver o conhecimento de, por exemplo, se o público tem experiência anterior com jogos (PRENSKY, 2012). Após o reconhecimento do público, é possível seguir diferentes estratégias para atender aos diferentes perfis existentes no público: fazer um jogo próximo do perfil da maioria e que atenda a todos, criar mais de um jogo, oferecer técnicas tradicionais de ensino como opção ao jogo desenvolvido (PRENSKY, 2012). Segundo o autor, a primeira estratégia tem o risco de, na tentativa de atender a todos, o jogo ficar ruim e acabar não atendendo as necessidades de ninguém. A segunda estratégia tem maior custo, pois exige que vários jogos diferentes sejam desenvolvidos. E a terceira seria a mais adequada, pois oferece a opção aos indivíduos que não se adaptaram ao jogo recorrem a um método tradicional de ensino.

Quadro 3 - Tipos de aprendizagem.

Tipos de aprendizagem			
Conteúdo	Exemplos	Atividades de aprendizagem	Estilos de jogos possíveis
Fatos	Leis, políticas, especificações de produtos	Perguntas, memorizações, associações, treinos	Competições como programas de televisão, jogos que utilizam cartões (<i>flashcards</i>), jogos mnemônicos, de ação e de esportes
Habilidades	Entrevistas, ensinar a vender, operar uma máquina, gestão de projetos	Imitação, retorno, treinamento, prática contínua, crescentes desafios	Jogos de estado persistente, RPG, jogos de aventura, jogos de detetive
Julgamento	Decisões de gestão, tempo correto, ética, contratações	Revisão de casos, fazer perguntas, fazer escolhas (praticar), retorno e treinamento	RPG, jogos de detetive, interação entre múltiplos jogadores, jogos de aventura, jogos de estratégia
Comportamentos	Supervisionar, exercitar o autocontrole, dar exemplos	Imitação, retorno, treinamento, prática	RPG

Teorias	Lógica de marketing, como as pessoas aprendem	Lógica, experimentação, questionamentos	Jogos de simulação, abertos, jogos de criação, jogos de construção, jogos que testam a realidade
Raciocínio	Pensamento estratégico e tácito, análise de qualidade	Problemas, exemplos	Enigmas
Processo	Auditorias, criação de estratégias	Análise e desconstrução de sistemas, prática	Jogos de estratégia, jogos de aventura e jogos de simulação
Procedimentos	Montagem, procedimentos legais de bancários	Imitação, prática	Jogos com tempo contado, jogos de reflexo
Criatividade	Invenção, configuração de produto	Jogos, memorização	Enigmas, jogos de invenção
Linguagem	Acrônimos, línguas estrangeiras, jargões de negócio ou profissionais	Imitação, prática contínua e imersão	RPG, jogos de reflexo, jogos com cartões (<i>flashcards</i>)
Sistemas	Cuidado com a saúde, mercados, refinarias	Entender princípios, tarefas graduadas, jogar em microuniversos	Jogos de simulação

Observação	Humores, motivação, ineficiências, problemas	Observação, retorno	Jogos de concentração, jogos de aventura
Comunicação	Linguagem apropriada, tempo correto, envolvimento	Imitação, prática	RPG, jogos de reflexo

Fonte: Prensky (2012, p. 220)

Na literatura de jogos, o conceito introduzido por alguns autores da área é o conceito de *flow experience*. Esse conceito baseia-se na *flow theory* (KIILI et al., 2012), que serve como base para o desenvolvimento de jogos educacionais e à criação da experiência de *flow* pelos participantes do jogo (KIILI et al., 2012).

Flow, ou fluxo, é um estado mental que pode ocorrer durante a execução de uma atividade, onde a pessoa sente-se no controle total da situação. A atividade não parece exigir esforço nenhum, pois faz a pessoa sentir como se a tarefa e pessoa fossem uma coisa só. É caracterizada pela alta concentração, foco, perda da autoconsciência e sensação de tempo distorcida (NAKAMURA; CSIKSZENTMIHÁLYI, 2009). Esse conceito é relevante no desenvolvimento de jogos educacionais e considerado uma das bases para garantir o engajamento do jogador e, conseqüentemente, da efetividade da aprendizagem (KIILI et al., 2012).

Segundo Kiili et al. (2012), para que o jogo educacional possa fazer a pessoa chegar no estado de fluxo, a suas atividades devem apresentar algumas características:

- Desafios claros, a fim de facilitar o foco, e diretamente relacionados com os objetivos de aprendizagem, para evitar que o jogo engaje, mas sem haver aprendizagem;
- Desafio principal, dado no início do jogo e que posteriormente deve ser subdividido, para que a passagem por cada uma das etapas faça o jogador sentir-se bem-sucedido e motivado;
- Feedbacks imediatos, para manter o foco e motivação do jogador;
- Feedbacks cognitivos, que farão o jogador refletir sobre as informações que ele recebeu, relacionadas com os objetivos de aprendizagem. Estes desafios devem estar de acordo com a habilidade

do jogador. Isto porque os desafios demasiadamente difíceis geram ansiedade e podem tornam-se chatos;

- Sensação de controle, onde o jogador visualiza poder desenvolver sua habilidade a ponto de não cometer nenhum erro, tendo total controle sobre o jogo. Essa sensação motiva o jogador a desenvolver suas habilidades até o limite;

- Jogabilidade alta, ou seja, a dificuldade de jogar o jogo não pode consumir a cognição do jogador, deixando-o centrado na tarefa para o aprendizado. Segundo Kiili et al. (2012), esta característica não fora descrita nos trabalhos originais de Csikszentmihályi de descrição de fluxo e é específica na aplicação desse conceito em jogos. A jogabilidade substitui a característica descrita por Nakamura e Csikszentmihályi (2009), em que atividade e pessoa seriam apenas uma entidade.

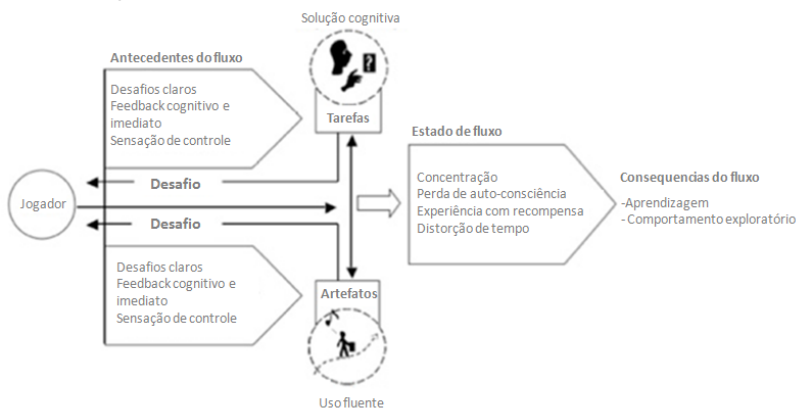
Além do conceito de fluxo, é importante que o jogo siga uma história interessante. Esta história tem o objetivo de distribuir e mostrar os desafios aos jogadores em uma ordem lógica e também envolvê-los e motivá-los a continuar jogando (AMORY; SEAGRAM, 2003). Segundo Amory e Seagram (2003), a história básica deve ser definida juntamente com os objetivos de aprendizagem e, então, deve ser desdobrada em atos e cenas, em que cada ato apresentará um objetivo de aprendizagem.

2.7 MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS

Na literatura, existem modelos para guiar a construção de jogos. Não foi observado, durante a pesquisa bibliográfica descrita na Metodologia Científica, Item 1.5, nenhum modelo específico para área de desenvolvimento de novos produtos. Então, aqui serão revisados os modelos existentes para jogos de ensino em geral.

Kiili et al. (2012), construíram um quadro com antecedentes necessários para que o fluxo ocorra e seja mantido (Figura 1). Esse quadro foi construído para guiar a construção de jogos de ensino e foi baseado na teoria de fluxo. Considera fatores como clareza dos desafios, reflexão, feedback e jogabilidade, fatores descritos em Jogos, Item 2.5. Observa-se, no entanto, que esse modelo não apresenta uma descrição de etapas para a construção do jogo e a proximidade com casos reais não é citada. O modelo é voltado para construção de jogos virtuais e para estudantes.

Figura 1 - Antecedentes do estado de fluxo.



Fonte: Kiili et al. (2012, p. 82)

Freitas apresenta um outro modelo, de avaliação e seleção de jogos virtuais de ensino voltados para estudantes (FREITAS, 2006). Apesar de não ser um modelo de desenvolvimento de jogos, o autor apresenta questionamentos e considerações a serem feitos para que jogos de ensino funcionem e, por esta razão, foi descrito e incluído neste capítulo.

O modelo de Freitas (2006) apresenta quatro pilares: contexto, aprendiz, considerações pedagógicas e modo de representação. Mesmo sendo apresentado como um modelo de avaliação, o modelo é fundamentalmente subjetivo. O Quadro 4 apresenta o *checklist* de avaliação, por meio de perguntas, a ser utilizado para cada um dos pilares.

Werbach (2013) desenvolveu um modelo de gamificação. O autor salienta que, antes de compreender como fazer uma gamificação, é importante entender o *design* de forma geral. Segundo Werbach (2013), *design* é um processo para atacar problemas e, *design* de jogos, de forma geral é:

- Compreender o propósito, o jogo não existe apenas porque é divertido, o jogo deve sempre estar se referindo ao conteúdo para que o objetivo seja atingido;
- Entender que o foco deve estar na pessoa, na experiência da pessoa terá jogando;
- Considerar que deve haver equilíbrio entre uma estrutura criativa e bonita e uma estrutura essencialmente analítica e direta; e

- Considerar que a criação deve ser iterativa, que é necessário montar protótipos e testá-los. Começar com testes simples sobre as regras e mecânica, depois, partir para um *design* mais aprofundado.

Quadro 4 - *Checklist* de avaliação de jogos de ensino.

Contexto	Especificação dos estudantes
<p>Qual é o contexto para o aprendizado? (Por exemplo, escola, universidade, casa, uma combinação de vários)</p> <p>O contexto afeta a aprendizagem? (Por exemplo, nível de recursos, acessibilidade, suporte técnico)</p> <p>Como se podem estabelecer ligações entre contexto e prática?</p>	<p>Quem é o aluno?</p> <p>Qual é sua formação e história de aprendizagem?</p> <p>Quais são os estilos / preferências de aprendizagem?</p> <p>Quem é o grupo de alunos?</p> <p>Como o aluno ou grupo de alunos podem ser melhor apoiados?</p> <p>De que forma os grupos estão trabalhando em conjunto (por exemplo, individualmente, parcialmente em grupos) e quais abordagens colaborativas podem apoiar isso?</p>
Considerações pedagógicas	Modelo de representação (ferramentas a serem utilizadas)
<p>Que modelos pedagógicos e abordagens estão sendo usados?</p> <p>Quais os modelos e abordagens pedagógicos mais eficazes?</p> <p>Quais são os objetivos dos currículos? (Liste-os)</p> <p>Quais são os resultados da aprendizagem?</p> <p>Quais são as atividades de aprendizado?</p> <p>Como as atividades de aprendizagem e os resultados podem ser alcançados através de jogos ou simulações existentes?</p>	<p>Quais ferramentas de <i>software</i> ou conteúdo melhor apoiariam as atividades de aprendizado?</p> <p>Que nível de fidelidade precisa ser usado para apoiar atividades de aprendizagem e resultados?</p> <p>Que nível de imersão é necessário para apoiar os resultados da aprendizagem?</p> <p>Que nível de realismo é necessário para alcançar os objetivos de aprendizagem?</p> <p>Como se podem estabelecer</p>

<p>Como as atividades de aprendizagem e os resultados podem ser alcançados através de <i>software</i> especialmente desenvolvido (por exemplo, incorporação em planos de aula)?</p> <p>Como a abertura/ encerramento pode ser usado para reforçar os resultados da aprendizagem?</p>	<p>ligações entre o mundo do jogo / simulação e a reflexão sobre a aprendizagem?</p>
--	--

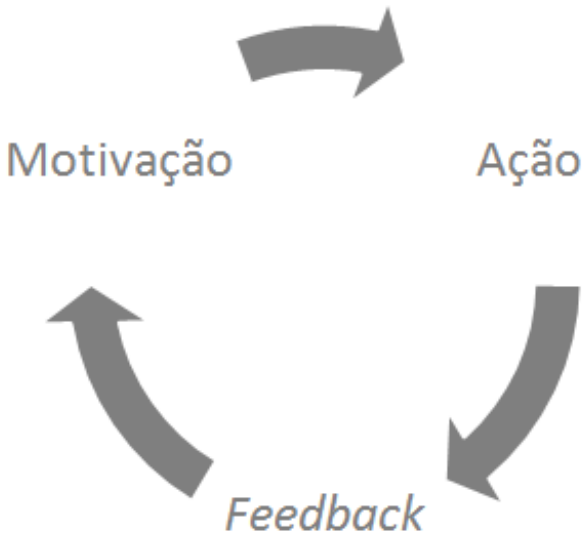
Fonte: Freitas (2006, p. 256)

De acordo com Werbach (2013), as etapas para o design de algo gamificado são:

- Definir objetivos de negócios;
- Delinear os comportamentos alvo, o que o *designer* quer que os jogadores façam;
- Descrever os jogadores, quem utilizará o jogo ou o sistema gamificado;
- Desenvolver atividades circulares, círculos de engajamento e círculos de progressão;
- Verificar se a atividade é divertida, um requisito fácil de ser esquecido, segundo o autor, e
- Utilizar as ferramentas, elementos e estruturas adequados para a atividade que está sendo gamificada.

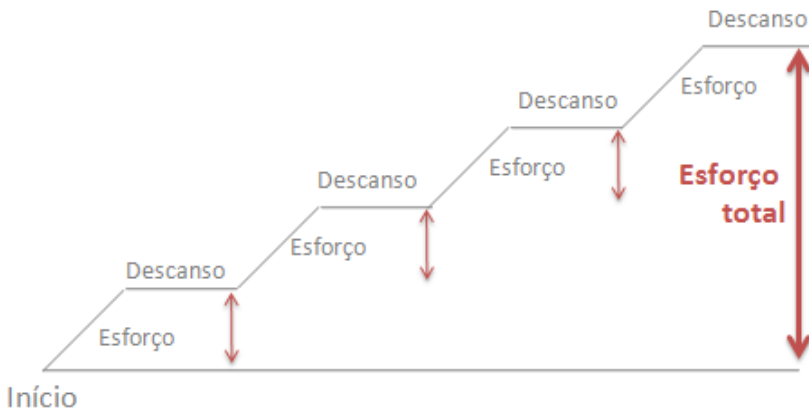
O autor define que as atividades circulares, como estruturas repetitivas que farão com que o jogador vá em frente e também podem fazer com que o jogador vá para diferentes direções. Existem dois tipos de atividades circulares, círculos de engajamento e círculos de progressão. Círculos de engajamento iniciam pela motivação, pelo estímulo dado ao jogador para que ele faça algo, então, a ação do jogador acontece e, por último, o sistema volta a dar um estímulo do que aconteceu para que o jogador se sinta recompensado (ver Figura 2). Em seguida, o jogo apresenta novo estímulo de motivação. O círculo de progressão representa a evolução do jogador no jogo ou a visão de que os desafios menores fazem parte de um desafio maior. A ideia de fases ou mundos a serem passados funcionam como intervalos. Esta visão é útil para não deixar as pessoas exaustas ou parecer que o jogo é muito longo (ver Figura 3).

Figura 2 - Círculo de engajamento.



Fonte: Werbach (2013)

Figura 3 - Círculo de progressão.



Fonte: Werbach (2013)

O modelo de Amornin e Seagram (2003) baseia-se em uma abordagem construtivista. Indica a relação dos componentes

pedagógicos com os elementos de um jogo virtual voltado a estudantes. Os autores relatam que a construção do roteiro da história e a definição dos objetivos de aprendizagem são a primeira etapa do modelo. Apresenta elementos semelhantes aos outros modelos já descritos, como motivação, uso de desafios, engajamento, ligação entre objetivos de aprendizagem a desafios e o roteiro. O modelo guia o desenvolvimento de jogos com histórias fictícias e roteiros lúdicos e, inclusive, indica o uso de mundos (micromundos) a serem explorados com histórias não lineares. Como diferencial, com relação aos outros modelos descritos nessa pesquisa, descreve em detalhes os elementos para a construção de roteiros.

3FERRAMENTAL

Conforme descrito nos capítulos anteriores, este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo para criação de jogos de ensino para aplicação em ambientes de DNP em empresas, a linha seguida para a construção do modelo está no Item 3.1 Desenvolvimento do Modelo. Adicionalmente, houve a necessidade de desenvolver duas ferramentas para tornar o trabalho possível. A primeira delas tem a função de suportar a descrição do contexto em que o jogo será aplicado e será utilizada na primeira etapa do modelo de desenvolvimento de jogos. A segunda ferramenta tem a função de medir o desempenho do jogo e foi aplicada após sua conclusão. O Item 3.2, Ferramenta para descrição do contexto, apresenta como a primeira ferramenta foi desenvolvida e o 3.3, Método para avaliação do desempenho do jogo, como a segunda ferramenta foi desenvolvida.

3.1 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

3.1.1 Premissas para desenvolvimento do modelo

Conforme relatado no Item 1.5, Metodologia Científica, existem poucos trabalhos, identificados pela pesquisa bibliográfica deste estudo, de aplicação de ferramentas de aprendizagem ativa e de jogos, voltados especificamente para a área de desenvolvimento de produtos, em empresas. Desta forma, a construção do modelo de desenvolvimento de jogos apresentado neste capítulo será baseada, principalmente, na literatura voltada ao ensino.

As empresas possuem diferentes práticas, níveis de maturidade e processos de desenvolvimento de novos produtos, conforme relatado no Item 2.1, Desenvolvimento de novos produtos em uma empresa. De tal modo, o modelo de desenvolvimento de jogos precisará apresentar como diferencial uma ferramenta detalhada de descrição do contexto da empresa, para que, durante a aplicação do modelo, sejam identificadas as características específicas do ambiente de aplicação do jogo. O jogo precisará ser construído com base nas conclusões desta descrição, para que tenha maior chance de efetividade no ambiente descrito, dado que existe uma forte relação entre o sucesso de métodos de aprendizagem ativa e o contexto de aplicação (PRINCE, 2004) e que o desenvolvimento dos jogos deve ser voltado ao aprendiz (WERBACH, 2013).

Os jogos desenvolvidos pelo modelo proposto neste trabalho têm a função de reforçar e difundir práticas já existentes na empresa, transmitindo estas práticas de especialistas mais experientes para sujeitos menos experientes. Não é função dos jogos desenvolvidos por este modelo a transformação do processo de desenvolvimento de novos produtos, tão pouco o desenvolvimento ou utilização de ferramentas de medição de maturidade do PDP da empresa. Defini-se como transformação do processo de novos produtos da empresa a introdução de melhores práticas de desenvolvimento de produtos para melhorar a maturidade do processo da empresa (ROZENFELD et al., 2014).

Dado o que foi discutido no Item 2.3, Métodos de aprendizagem ativa, são difusas as definições das diferentes abordagens de aprendizagem ativa. Isto porque, é comum haver um hibridismo dessas abordagens durante sua aplicação. Por esta razão, existe a oportunidade da utilização de recursos de outras abordagens de aprendizagem ativa no modelo de criação de jogos.

Grande parte das pesquisas utilizadas no embasamento teórico deste trabalho são referentes a jogos virtuais, conforme relatado no Item 1.5, Metodologia Científica. No entanto, não fará parte dessa pesquisa o desenvolvimento ou adaptação de um *software* para uso, no meio de desenvolvimento de novos produtos, durante o estudo de caso. Assim sendo, não serão discutidos no modelo fatores relacionados a *software*, como linguagem de programação, realismo do jogo, mundos virtuais, etc.

Deve-se considerar que o uso de jogos representa um risco, pois nem todas as pessoas podem estar habituadas a eles (PRENSKY, 2012). Outra consideração a se fazer é que o único modelo de desenvolvimento aplicado por empresas, apresentado no Item 2.7, Modelos de desenvolvimento de jogos, é, na verdade, para gamificação e não para desenvolvimento de jogos. A gamificação, conforme discutido no Item 2.5, Jogos, é a inclusão de elementos de jogos para a motivação das pessoas e não há a necessidade de transformar a atividade em um jogo completo. Adicionalmente, como já visto, Michael e Chen (2006), em sua definição de jogos sérios, consideram que o objetivo prioritário é o aprendizado e não o entretenimento. Por estas razões, como o modelo dessa pesquisa trata de jogos no ambiente de empresas, assim como o modelo Werbach (2013), não é necessário que o modelo produza jogos completos. Caberá ao desenvolvedor do jogo, ao utilizar este modelo, a decisão de criar um jogo completo ou incluir muitos ou poucos elementos de jogos. E essa decisão terá que ser baseada no contexto da empresa em que o jogo será aplicado.

3.1.2 Avaliação dos modelos de criação de jogos existentes

Primeiramente, foi realizada uma avaliação para verificar se os modelos existentes descritos no Item 2.6, Antecedentes necessários para o sucesso de jogos, no ensino, poderiam servir para o desenvolvimento de jogos, no ambiente de desenvolvimento de novos produtos, em empresas.

O modelo de Kiili et al. (2012) é uma adaptação feita a jogos educativos, baseada na teoria de fluxo, que é um conceito utilizado na psicologia. Porém este modelo não apresenta detalhes das etapas que precisam ser executadas para que um jogo educacional seja construído. O modelo de avaliação de jogos de Freitas (2006), traz informações adicionais úteis de critérios a serem utilizados, principalmente, para a avaliação do público, do contexto e dos meios de representação não encontrados no outro modelo da mesma autora. Mas, conforme discutido no Item 2.7, Modelos de desenvolvimento de Jogos, esse modelo não tem a função de desenvolver jogos. O modelo de Amorin e Seagram (2003), por sua vez, descreve mais profundamente os elementos de roteiro, mas, assim como Freitas (2006) e Kiili et al. (2012), os autores também não propõe quais as etapas devem ser seguidas para que o jogo seja construído.

Já o modelo de Werbach (2013) é o único que apresenta etapas. Sua aplicação é para gamificar atividades existentes, por esta razão, a segunda etapa de seu modelo é delinear os comportamentos alvo, ou seja, o que é esperado que as pessoas façam para, com isso, atingir os propósitos da atividade gamificada. Como exemplo, o autor cita o Foursquare, este aplicativo foi gamificado para incentivar as pessoas a fazerem check-in dos locais que frequentam. O modelo de Werbach (2013) foi moldado para incentivar certos comportamentos, no entanto, o modelo desta pesquisa demanda a difusão de práticas, conforme discutido no Item 3.1.1, Premissas para desenvolvimento do modelo.

Como comentário geral, com exceção do modelo de Werbach (2013), os modelos acima consideram que os objetivos de aprendizagem já estão definidos, pois foram construídos para ambientes acadêmicos, para a utilização em salas de aula. Desta forma, a presente pesquisa considera que, ao chegar em um novo ambiente, como a empresa, possa haver a possibilidade de o objetivo de aprendizagem proposto, necessário para o time, não estar claro.

Apesar dos modelos acima apresentarem limitações, suas características podem ser adaptadas ao modelo que será desenvolvido neste trabalho.

3.1.3 Abordagens de AA com potencial de uso como técnica híbrida

Conforme já descrito anteriormente, as definições das diferentes abordagens de aprendizagem ativas são difusas e é comum haver um hibridismo dessas abordagens durante sua aplicação. Por esta razão, existe a oportunidade da inclusão de recursos de outras abordagens de aprendizagem ativa no modelo de criação de jogos. Neste item, serão discutidas quais abordagens podem ser utilizadas. Foi necessário desenvolver premissas para auxiliar na seleção das abordagens complementares mais promissoras e, com isso, direcionar o detalhamento do modelo.

Essas premissas foram baseadas no estudo de Prince (2004), discutido no Item 2.3.1, Visão geral e armadilhas na pesquisa de aprendizagem ativa, e estão sumarizadas no Quadro 5, abaixo.

Quadro 5 - Premissas para desenvolvimento e seleção do método de aprendizagem ativa.

Premissa	Por que essa premissa é relevante?
1. A seleção da abordagem precisa considerar as características do contexto.	A eficiência das técnicas de aprendizagem ativa é diferente em diferentes ambientes (PRINCE, 2004). Então, entender o ambiente pode ajudar na seleção das técnicas.
2. A seleção não precisa ser de apenas uma técnica. Ela pode ser atividades ou conceitos, talvez até, de mais de uma técnica de aprendizagem ativa.	Isso por razão das dificuldades com as definições das técnicas e abordagens de aprendizagem ativa e do hibridismo comum nessa área (PRINCE, 2004).
3. A seleção da abordagem não será baseada em resultados mensurados nas técnicas já utilizadas por outros autores.	Pois as diferentes técnicas não são comparáveis (PRINCE, 2004). E também por essas técnicas terem resultados diferentes em contextos diferentes (PRINCE, 2004), sendo o contexto de DNP novo.

Fonte: O autor (2017)

Muitos dos casos da literatura estão relacionados com atividades de sala de aula ou atividades em grupo, como escuta e escrita ativa e aprendizagem baseado em atividades visuais. Estes casos poderiam ser adaptados para melhorar as seções de treinamento. Ainda, técnicas específicas como POGIL, PLTL e TBL poderiam ser utilizadas como base metodológica para um treinamento em times.

O SBL não se aplicaria no DNP, por se tratar de uma abordagem adotada para as áreas de arquitetura, design interno e design industrial, onde os times realizam uma obra e o professor crítica e orienta o trabalho realizado.

A aprendizagem baseada na web também é uma opção, que poderia facilitar a disponibilização de materiais de ensino com facilidade. Contanto que existam pessoas com a habilidade para a construção desses *web sites* na empresa em questão. Mídias sociais profissionais poderiam ser criadas, ou então, as existentes na empresa poderiam ser adaptadas para intercâmbio de boas práticas e compartilhamento de aprendizagem.

Outra possibilidade ainda é transformar casos reais da empresa em treinamentos baseados em ABP ou jogos. Foi possível observar que a ABP possui uma extensa pesquisa, conforme relatado no Item 1.5, e uma fundamentação teórica mais profunda que as demais abordagens de AA, conforme observado no Item 2.5. A ABP também possui embasamento de como identificar os problemas a serem utilizados como formas de ensino, embora nenhum dos modelos de desenvolvimento de jogos apresentem esse formato de forma clara. Os modelos de jogos, de forma geral, apresentam fundamentação de como o jogo deve ser e acabam não discutindo como transformar os objetivos de aprendizagem em problemas ou desafios a serem apresentados aos participantes do jogo. Nesse sentido, as técnicas de ABP podem auxiliar a estruturar o problema que guiará o jogo, enquanto os elementos de jogos podem ser incluídos a fim de criar desafios e manter o engajamento. Ambas abordagens, ABP e jogos, podem ser aplicadas a indivíduos ou times.

Além disso, comparando a teoria da ABP, apresentado no Item 2.3.2, Abordagens existentes na literatura, e os antecedentes necessários para o sucesso de jogos, apresentados no Item 2.6, observam-se semelhanças entre as duas abordagens, de ABP e de Jogos. Ambas visam criar relações entre os objetivos de aprendizagem e os desafios/problemas para depois dividi-los em problemas menores, com o intuito de melhorar a atenção, foco e motivação dos participantes. Tanto o ABP como o jogo apresentam ferramentas para

guiar a pessoa. No caso da ABP, com as perguntas guias e a função do tutor, no caso do jogo, com o roteiro. As duas abordagens reforçam a importância da reflexão no aprendizado ou do feedback cognitivo.

As demais abordagens de aprendizagem ativa discutidas neste item, apesar de terem potencial de uso no ambiente em questão, não apresentam um diferencial grande com relação a teoria de jogos, como observado com a ABP. Assim, a ABP e os jogos se mostram abordagens complementares e com um embasamento teórico forte. Por esta razão, a teoria de ambos serão utilizadas para a estruturação do modelo de desenvolvimento de jogos desta pesquisa.

3.1.4 Elementos necessários de jogos para a área de DNP em empresas

Considera-se nesta pesquisa que elementos de jogos são características ou estruturas abstratas que irão compor o jogo a ser desenvolvido pelo modelo. Assim, este subcapítulo tem como objetivo discutir quais dos elementos apresentados na revisão bibliográfica deverão estar presentes no jogo. Serão discutidos dois tipos de elementos, os elementos gerais, importantes para qualquer tipo de jogo, e os elementos específicos, relacionados com características específicas da área de DNP de empresas ou relacionados às premissas do modelo desta pesquisa (Item 3.1.1).

Alguns elementos são discutidos em diversas fontes, indício de que devem estar presentes no jogo, independentemente de sua aplicação. Um dos elementos é a ligação entre o objetivo de aprendizagem do jogo e os desafios do roteiro são considerados importantes por estudiosos de áreas diferentes, como Bridges e Hallinger (2007), na área de ABP, e por Werbach (2013) e Kiili et al. (2012), na área de jogos. Estes três trabalhos indicam o uso de uma atividade para posterior reflexão de seu conteúdo. O simples uso de jogos não garante o aprendizado (FREITAS, 2006), por esta razão, o jogo deverá apresentar, em seu roteiro, desafios que estejam, de alguma forma, ligados aos objetivos de aprendizagem. Para tornar esse elemento mais claro, será utilizado o conceito discutido por Werbach (2013), de círculo de engajamento, mas será substituída a palavra motivação por desafio, para haver um alinhamento aos termos desta pesquisa. Para este trabalho, desafio significa o objetivo do jogo, ou seja, o estímulo para que o jogador faça algo. O desafio tem relação com a ação que será necessária por parte do jogador, enquanto que,

objetivo de aprendizagem é o conteúdo, habilidade ou prática a ser ensinada para o jogador. Deste modo, será utilizado o termo desafio para que não se confunda o objetivo do jogo com o objetivo de aprendizagem do jogo (ver Figura 4).

Figura 4 - Círculo de engajamento adaptado.



Fonte: O autor (2017)

Outro elemento é a divisão dos desafios em desafios menores. Werbach (2013) introduz o conceito de círculo de progressão, em que o jogador progride entre diferentes desafios para o cumprimento de um desafio maior. Yew e Schmidt (2012), White (1994) e Bridges e Hallinger (2007), da área de ABP, também afirmam a necessidade desta divisão. Amorin e Seagram (2003) relatam a importância de mostrar um aprendizado por vez ao longo do jogo. Este elemento foi observado nas pesquisas de jogos e ABP e foram descritas nos Itens 2.3 e 2.7, Métodos de aprendizagem ativa e Modelos de desenvolvimento de jogos, respectivamente. Por esta razão, o jogo deverá apresentar desafios menores, que progridem para atingir um desafio maior, para não tornar o jogo exaustivo e para manter a motivação do jogador. Abaixo, estão os elementos específicos que o modelo apresentará.

- Conforme discutido no Item 3.1.1, Premissas para desenvolvimento do modelo, a função dos jogos desenvolvidos por

este modelo é difundir práticas já existentes na empresa. Desta forma, é possível utilizar situações reais, já ocorridas na empresa, como forma de sensibilizar e motivar o participante. Como visto no Item 2.3.2, Abordagens existentes na literatura, segundo White (1994) e Bridges e Hallinger (2007), um bom problema envolve situações reais.

- Conforme discutido no Item 3.1.2, Avaliação de modelos de jogos existentes, o objetivo de aprendizagem no ambiente de empresas nem sempre estará claro, como acontece no ambiente acadêmico. Por esta razão, é importante haver uma introdução geral, mostrando, ao indivíduo, as vantagens em participar da atividade, motivando-o. Este elemento é utilizado na área de ABP (BRIDGES; HALLINGER, 2007), discutido no Item 2.3, Métodos de aprendizagem ativa.

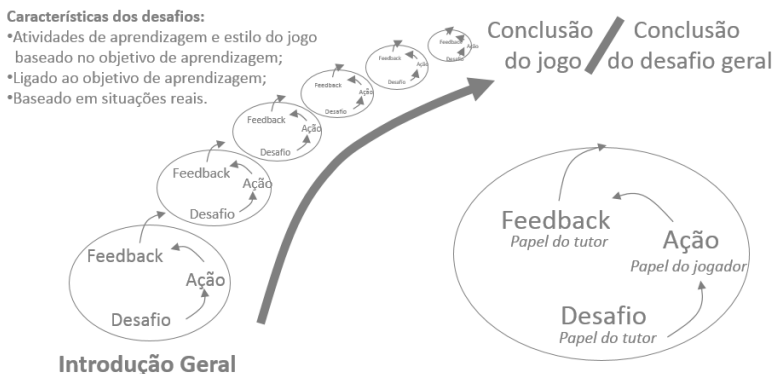
- Conforme descrito no Item 3.1.1, o modelo proposto por esta pesquisa não abordará o desenvolvimento de jogos digitais. Um jogo estruturado por meio de um *software* é programado para projetar o desafio, incitar posterior a ação do jogador e oferecer o feedback (WERBACH, 2013). No entanto, no momento em que esta pesquisa decide por não utilizar um *software* para isso, é necessário encontrar uma solução alternativa. Assim, foi escolhido o tutor como alternativa, pois a área de ABP utiliza o tutor como elemento de introdução dos desafios, ele ocupará o papel de direcionador, ao longo da execução das atividades, por vezes utilizando perguntas-guia e introduzindo os *feedbacks* aos indivíduos.

Conforme descrito no Item 2.6, Antecedentes necessários para o sucesso de jogos de ensino, os jogos podem ser compostos de diversas atividades de aprendizagem, a depender do tipo de conteúdo que se objetiva ensinar. Então, durante o desenvolvimento do jogo, deverão ser selecionadas as atividades de aprendizagem e estilos de jogo a serem empregados com base nos tipos de objetivos de aprendizagem (ver Quadro 3).

3.1.5 Estrutura necessária dos jogos para área de DNP em empresas

A estrutura do jogo é definida neste trabalho como o conjunto de elementos que devem existir no jogo como resultado da aplicação do modelo proposto por esta pesquisa. Deste modo, baseando-se nos elementos descritos no Item 3.1.4, Elementos necessários de jogos para a área de DNP em empresas, - desafios ligados ao objetivo de aprendizagem, desafio geral dividido em desafios menores, ação, *feedback*, situações reais, introdução geral do jogo, tutor, atividades de

Figura 6 - Estrutura final dos jogos desenvolvidos pelo modelo desta pesquisa.



Fonte: O autor (2017)

3.1.6 Etapas do modelo de desenvolvimento de jogos para DNP de empresas

A descrição das etapas será feita com base nos elementos de jogos descritos no Item 3.1.4.

Conforme indicado, a descrição do contexto precede todas as outras atividades de desenvolvimento de jogos (PRENSKY, 2012). Por esta razão, fica evidente que a primeira etapa do modelo deve ser a descrição do contexto. Entende-se por descrição do contexto o entendimento do perfil do público e o ambiente de aplicação em que o jogo será aplicado. Conforme discutido no Item 3.1.2, uma das atividades do modelo desenvolvido nesta pesquisa é definir os objetivos de aprendizagem, como o modelo de Werbach (2013), os objetivos muitas vezes não são claros no início da aplicação do modelo. Sendo assim, durante a primeira etapa, será necessário o levantamento das necessidades de desenvolvimento do time a ser treinado, para, então, descrever os objetivos de aprendizagem do jogo. A descrição do contexto, portanto, precede a definição dos objetivos de aprendizagem.

Também foi relatado, nos Itens 3.1.4 e 3.1.5, que os desafios devem ter relação direta com os objetivos de aprendizagem. Por esta razão, a definição dos objetivos deve preceder a definição dos desafios. Além disso, nos mesmos capítulos, foi identificada a necessidade do

desafio geral ser dividido em desafios menores, de modo que o objetivo de aprendizagem também deverá ser dividido em objetivos menores. Nesta pesquisa, estes objetivos menores serão chamados de objetivos específicos de aprendizagem e os desafios relacionados com cada um destes serão chamados de desafios específicos. Uma característica necessária para os desafios é que eles sejam baseados em situações reais. O caso real pode ser selecionado logo após a definição dos desafios específicos.

No Item 3.1.5, foi descrita a estrutura final do jogo. Tal estrutura é linear, tendo, no início, a introdução geral, que tem o intuito de motivar os participantes, depois, a introdução ao desafio, execução e feedback de cada desafio específico, em progressão, até o encerramento do jogo. Para o jogo chegar a ter essa estrutura, faz-se necessária a etapa de organizar os desafios específicos, fazer a introdução geral, a introdução de cada desafio específico, designar como será a ação do jogador e como será dado o *feedback*. Durante o detalhamento do desafio, é sugerido que o conteúdo ensinado seja avaliado com base no Quadro 3. Este auxiliará no detalhamento de cada desafio específico. A estrutura detalhada representará o roteiro do jogo.

Montada a estrutura do jogo não é possível ainda que o jogo seja jogado, pois falta a definição do meio de representação, conforme definido por Kiili et al. (2012), descrita no Item 2.6. Sugere-se que esta etapa seja a final, pois a seleção dos meios em que o jogador irá interagir com o material será mais simples após ter o conhecimento de como será a estrutura do jogo.

As etapas do modelo foram separadas em momentos em que o líder do time, o especialista e o time trocam de papel, ou não há mais a participação de uma destas figuras. A exceção é a etapa em que se define o meio de representação, conforme comentado no parágrafo anterior. Por esta razão, resultaram em cinco etapas, nestas, o tutor é o responsável pelo desenvolvimento e aplicação do jogo, o especialista é o responsável pelo conteúdo técnico do que está sendo ensinado e a liderança se refere ao responsável pela área em que o jogo é aplicado:

- Entender o contexto: tutor é responsável e como o time como participante;
- Definir objetivos de aprendizagem: tutor e a liderança como responsáveis e o especialista como suporte;
- Definir desafios: tutor é responsável, com suporte do especialista e aprovação do líder;

- Criar roteiro: tutor é responsável com suporte do especialista;
- Definir meios de representação: tutor é responsável com suporte do especialista.

Cada uma dessas etapas é descrita, em detalhes, no Capítulo 4. O estudo de caso, em que o modelo foi utilizado em um contexto real de DNP, é descrito no Capítulo 5.

3.2 FERRAMENTA PARA DESCRIÇÃO DO CONTEXTO

A premissa 1 (Quadro 5) relata que a eficiência das diferentes técnicas de aprendizagem ativa varia de acordo com o contexto de aplicação, o que indica a necessidade de compreensão do contexto. Por esta razão, foi criada uma ferramenta para essa função. A ferramenta para descrição do contexto abordará as características apresentadas pelos autores Eberlein et al (2008) e Freitas (2006).

Na pesquisa de Eberlein et al (2008), foram comparados três métodos ativos diferentes, ABP, PLTL e POGIL. Os autores listam os fatores que precisam ser avaliados antes de decidir qual método deve ser aplicado: público, instalações, metas institucionais, preferências pessoais e recursos disponíveis. Eberlein et al. (2008) não trazem uma definição clara de cada um dos fatores, mas, durante suas discussões, descrevem como a sala de aula deve ser organizada e estruturada, fazem considerações sobre o tamanho em que os grupos devem ser organizados, sobre a área de conhecimento da turma, comportamento da turma, sobre o papel dos instrutores para garantir as metas institucionais durante a aula, como as metas devem ser atingidas, como são medidas. Descrevem ainda quais materiais devem ser disponibilizados aos estudantes, apresentam técnicas para revisar o conteúdo e descrevem o uso de materiais suplementares para leitura em casa.

Freitas (2006), por outro lado, descreve um quadro chamado 4DF (*Four-dimensional Framework*), para ajudar os profissionais a selecionar jogos de aprendizagem, listando as dimensões contexto, aprendiz, representação gráfica e pedagogia. Segundo Freitas (2006), a dimensão contexto refere-se a onde o jogo ou aprendizado ocorre. Na dimensão contexto, a autora considera fatores macro, como fatores políticos, históricos e econômicos, fatores micro, como disponibilidade de recursos e ferramentas, o histórico do tutor e a disponibilidade de suporte técnico. A dimensão aprendiz é relacionada a atributos dos alunos, como idade, qualificação, preferências de aprendizagem e

estilo de aprendizagem. A dimensão representação diz respeito ao modo de apresentação, iteratividade, nível de imersão e fidelidade do jogo ou simulação. A dimensão pedagogia promove a reflexão dos métodos, teorias, modelos e estruturas utilizados para apoiar a aprendizagem em sala de aula.

O Quadro 6 apresenta características de cada autor e aquelas que foram consideradas relevantes nesta pesquisa.

Posto as definições dos autores Eberlein et al (2008) e Freitas (2006), esta pesquisa interpretará cada uma das características abaixo com a seguinte definição:

- **Público-alvo:** quantidade de participantes e seus atributos, como idade, gênero, formação, experiência, posição e responsabilidades;

- **Instalações:** ambiente em que ocorrerá a aplicação do jogo, incluindo uma descrição da empresa e da área que o público-alvo atua;

- **Metas institucionais:** metas existentes para o desenvolvimento das pessoas da área, fornecidas pelo gerente da área;

- **Recursos disponíveis:** recursos físicos que poderão ser utilizados durante a aplicação do jogo, como, televisão, computadores, documentos, etc;

- **Pedagogia:** outros meios de aprendizagem existentes no ambiente de aplicação. Esta característica será dividida em meios de aprendizagem existentes, meios de aprendizagem ativa existentes e meios de aprendizagem utilizados pelo time;

- **Preferências pessoais:** preferências pessoais de aprendizagem dos participantes;

- **Tempo disponível:** tempo disponível para execução do jogo.

Quadro 6 - Características para descrição do contexto.

Eberlein et al (2008)	Freitas (2006)	Características	Relevante para essa pesquisa?
X	X	Público	Sim
X		Instalações	Sim
X		Metas institucionais	Sim
X		Preferências pessoais	Sim
X		Recursos disponíveis	Sim
	X	Contexto	Sim
	X	Representação	Não
	X	Pedagogia (processo de aprendizagem)	Não
		Tempo disponível	Sim

Fonte: O Autor (2017)

A característica representação (FREITAS, 2006) foi desconsiderada e a característica pedagogia (FREITAS, 2006) foi redefinida para construção dessa ferramenta. Freitas (2006) utiliza as características representação e pedagogia para avaliar o contexto de aplicação de jogos existentes, objetivo diferente da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa. A ferramenta utilizada neste trabalho busca avaliar o contexto para desenvolvimento de jogos, ou seja, não é possível avaliar representação e pedagogia de um jogo ainda não desenvolvido. A característica pedagogia teve sua definição alterada a fim de avaliar somente outros meios de aprendizagem existentes no contexto de aplicação. Ainda, Freitas, (2006) inclui uma característica chamada de contexto. Mas as características listadas por Eberlein foram consideradas sub-tópicos do contexto, tornando-a redundante. Sendo assim, a descrição do contexto será dada por meio da descrição da audiência, instalações, metas institucionais, recursos disponíveis, etc.

O tempo disponível foi incluído pelo autor deste trabalho, já que esta é uma característica relevante para uma empresa. Como o tempo de mão de obra especializada alocado custa caro, o tempo disponível deve ser considerado fator importante para o desenvolvimento do jogo

neste ambiente. A descrição do contexto, por sua vez, dar-se-á por meio da descrição de cada uma das características relevantes mostradas no Quadro 6.

3.3 MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO JOGO

Além do modelo de desenvolvimento do jogo, é necessário que haja o desenvolvimento de uma ferramenta que possa ser utilizada para medição do desempenho dos jogos desenvolvidos pelo modelo desta pesquisa. Segundo O'Neil, Wainess e Baker (2005), existem muitas formas de avaliar o desempenho de jogos, como, por exemplo, avaliar a capacidade dos participantes em resolver problemas, a aplicação do conhecimento, a auto-declarações dos participantes e checar os registros dos jogos. Esses mesmos autores fizeram um levantamento de milhares de jogos e, destes, apenas 19 possuíam alguma forma de medição de desempenho, qualitativa ou quantitativa. Existem métodos desenvolvidos com o intuito de avaliar jogos educacionais em contextos específicos, que são fundamentados apenas com avaliações subjetivas, como o modelo Freitas (2006). Uma referência para avaliar o desempenho de jogos é a ferramenta de avaliação de treinamentos de Kirkpatrick (O'NEIL; WAINESS; BAKER, 2005). Esse método foi publicado pela primeira vez em 1959, em um artigo dos autores na revista *Journal for the American Society of Training Directors*, sendo revisado e publicado novamente em 1996 (KIRKPATRICK, 1996). Segundo os autores, um treinamento pode ser medido em quatro diferentes níveis:

- **Reação:** mede a satisfação e os sentimentos do indivíduo, caso seja positivo, indica motivação;
- **Aprendizagem:** quanto eles aprenderam, mudaram seu comportamento/atitudes e habilidades;
- **Comportamento:** essa medição ocorre posteriormente no trabalho. É a extensão com que sua atitude mudou, após o treinamento;
- **Resultado final:** trata-se do resultado final esperado, por exemplo, custos reduzidos, redução de problema de qualidade, etc.

O'Neil, Wainess, Baker (2005) revisaram um grande número de diferentes artigos que tratavam de jogos de computadores voltados ao ensino e concluíram que a maioria destes jogos avaliavam somente os dois primeiros níveis, a reação e o aprendizado do indivíduo. Estes dois primeiros níveis podem ser avaliados durante a execução do próprio jogo (O'NEIL; WAINESS; BAKER, 2005), o que facilita sua

medição. Segundo Kirkpatrick (1996) o terceiro nível, comportamento, é o mais difícil de mensuração, pois somente pode ser realizado posteriormente, no ambiente de trabalho do indivíduo. O autor também relata que a medição do quarto nível é difícil, senão impossível, pois seus resultados somente podem ser percebidos nos indicadores da empresa. Desta forma, para a avaliação do jogo tratado nesta dissertação, foram considerados apenas os dois primeiros níveis de Kirkpatrick, que podem ser medidos logo após a finalização do jogo. A reação foi medida por meio do questionário de avaliação, mostrado no Apêndice B.

Os fatores da reação, primeira dimensão de Kirkpatrick, foram derivados do método de Kirkpatrick e dos fatores da teoria de fluxo, considerados importantes para a ocorrência de aprendizado. Segundo Kirkpatrick (1996), uma reação positiva dos participantes sobre o conteúdo apresentado pode reforçar a importância do treinamento para a gerência e garantir que o treinamento seja mantido na organização. Por esta razão, a primeira pergunta buscou identificar se os participantes consideraram o treinamento útil para suas atividades de trabalho, no caso de um resultado afirmativo, há um indício, para a gerência, da importância do jogo. As demais perguntas do questionário foram baseadas nos fatores necessários para a ocorrência do fluxo no participante, teoria segundo a qual o modelo de criação de jogos foi baseado. Estes fatores, descritos no Item 2.6, são: divisão do desafio principal, clareza dos desafios, *feedback* cognitivo, desafios de acordo com a habilidade, sensação de controle do indivíduo e alta jogabilidade. Para cada fator foi criada uma pergunta com objetivo de identificar a reação do participante ao fator em questão. As perguntas elaboradas para cada um desses fatores e seus objetivos estão descritos no Quadro 7. Dois dos fatores foram avaliados por meio de uma só pergunta, são eles: divisão do desafio principal e sensação de controle do indivíduo. Esses dois fatores são importantes para manter o foco e a atenção do participante. Foi incluída no questionário uma única pergunta sobre a atenção do participante. A reação positiva aos fatores avaliados configura-se como um indício de que os sujeitos foram motivados com o jogo (KIRKPATRICK, 1996), atingiram o estado de fluxo e, conseqüentemente, de que o jogo foi efetivo como ferramenta de ensino (KIILI et al., 2012).

Ainda, foram realizadas observações em complemento a avaliação objetiva da reação. Segundo O'Neil, Wainess e Baker (2005), é prática a utilização de mais de um meio de avaliação em pesquisas sobre jogos. Alguns exemplos dados pelo autor sobre fatores

adicionais avaliados são: desempenho no jogo, observação, questionário, retenção do conteúdo, satisfação e discussão sobre o comportamento. Nessa pesquisa, foi observado, pelo tutor, o comportamento dos participantes frente aos desafios, ao material e algumas das limitações do desempenho dos participantes. Foi também avaliado pelo tutor o segundo nível de Kirkpatrick, o aprendizado. O tutor avaliou se o participante chegou ou não na decisão esperada.

Não foi realizada uma avaliação objetiva sobre o conhecimento adquirido pelos participantes, pois o objetivo do jogo era que os participantes chegassem nas decisões esperadas. Assim, a observação pelo tutor foi já suficiente, uma avaliação de conhecimento no fim do jogo mostrar-se-ia duplicada além de aumentar o tempo de treinamento, uma questão crítica para o ambiente de aplicação do jogo, conforme discutido no Item 3.2, Ferramenta para descrição do contexto. Além disso, não seria aplicável a qualquer jogo desenvolvido pelo modelo desta pesquisa um questionário que avaliasse o conteúdo e não fez parte desta pesquisa o desenvolvimento de um método de como criar um questionário de avaliação de conteúdo aplicável a qualquer jogo. Kirkpatrick (1996) indica que é uma boa prática incluir perguntas abertas para que o indivíduo relate o que sentiu e para incentivar sua opinião honesta. Por esta razão, no fim de cada desafio específico, o tutor do jogo realizou, com cada participante, uma discussão não estruturada sobre o jogo.

Todas as observações relevantes feitas pelo tutor sobre o comportamento, limitações, aprendizado e comentários dos participantes foram descritos em um *log*. O *log* é um documento que tem o objetivo de registrar as anotações do pesquisador que foram listadas acima. Essas informações foram utilizadas como complemento para a avaliação do jogo e para as conclusões dessa pesquisa.

Uma cópia do questionário está no Apêndice B e o resumo com as dimensões de avaliação, estratégia, pergunta e seu objetivo estão descritos no Quadro 7.

Quadro 7 - Base teórica e objetivos do questionário de avaliação.

Modelo de Kirkpatrick			
Dimensões de avaliação	Estratégia	Pergunta	Objetivo da pergunta
Reação	Pergunta direta no fim do jogo	1) O que você aprendeu nesse treinamento será útil para você?	Identificar se o indivíduo ficou satisfeito com o conteúdo do treinamento
Aprendizagem	Observação durante o jogo	Sem pergunta, observações foram anotadas em um log	Identificar se o indivíduo conseguiu executar a atividade
Comportamento	Não avaliado		
Resultado final	Não avaliado		
Fluxo e aprendizado			
Dimensões de avaliação	Estratégia	Pergunta	Objetivo da pergunta
Alta concentração	Pergunta direta no fim do jogo	2) Você conseguiu manter-se atento durante o treinamento?	Identificar se o indivíduo conseguiu manter-se focado, pré-requisito do fluxo e consequentemente da aprendizagem
<i>Feedback cognitivos</i>	Pergunta direta no fim do jogo	3) No fim do treinamento, ficou claro como as técnicas ensinadas são aplicadas e a utilidade de	Identificar se o indivíduo conseguiu relacionar os objetivos de aprendizagem com suas aplicações

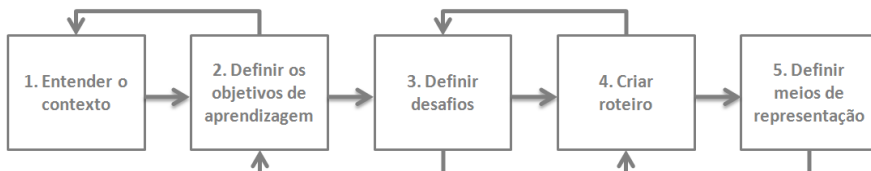
		cada uma?	
Jogabilidade	Pergunta direta no fim do jogo	4) Como foi a iteração com o material?	Identificar se o meio de representação era complexo ou simples. Material complexo demais poderia aumentar a carga cognitiva do indivíduo e prejudicar o aprendizado
Desafios claros	Pergunta direta no fim do jogo	5) Foram apresentados com clareza qual era o desafios de cada etapa do jogo?	Desafios claros para facilitar o foco, que auxilia o aprendizado.
Desafios de acordo com a habilidade do jogador	Pergunta direta no fim do jogo	6) Como foi a dificuldade do desafio apresentado no jogo?	Desafios muito fáceis podem desmotivar, desafios muito difíceis podem criar ansiedade. Ambas essas situações poderiam atrapalhar o aprendizado

Fonte: O Autor (2017)

4 MODELO PROPOSTO

Baseando-se na fundamentação teórica e ferramental, apresenta-se na Figura 7 as etapas do modelo proposto.

Figura 7 - Etapas para criação de um jogo de aprendizagem em projetos.



Fonte: O autor (2017)

As cinco etapas apresentadas acima têm por objetivo o desenvolvimento de um jogo de aprendizagem, cada uma das etapas será explicada em detalhes neste capítulo.

A seguir, no Quadro 8, exibe-se um resumo das entradas e saídas esperadas para cada etapa do modelo.

Quadro 8 - Entradas e saídas das etapas do modelo de desenvolvimento de jogos proposto.

Etapas	Entradas	Saídas
1 Entender o contexto		Levantamento de necessidades de desenvolvimento, recursos disponíveis da área, preferências e perfil do público-alvo.
2 Definir os objetivos de aprendizagem	Necessidades de aprimoramento técnico do público alvo.	Objetivos de aprendizagem gerais e específicos.
3 Definir desafios	Objetivos de aprendizagem gerais e específicos.	Desafios que atendam todos os objetivos específicos de aprendizagem.
4 Criar o roteiro	Perfil do público-alvo. Objetivos de aprendizagem e lista de desafios.	Introdução motivacional. Ordem de apresentação dos desafios definida, ação do jogador definida e estratégia de feedback definida.
5 Definir meios de representação	Roteiro. Recursos disponíveis.	Material que dará suporte ao jogo.

Fonte: O autor (2017)

O fluxo da construção, ilustrado na Figura 7, apresenta *loopings*, ou seja, após cada etapa é necessário voltar para as conclusões das etapas anteriores e revisá-las. É comum, por exemplo, durante a Etapa 3 de criação dos desafios, observar a necessidade de adicionar um objetivo de aprendizagem adicional, para garantir que o indivíduo adquira o conhecimento necessário para a concluir o desafio. Com esse método iterativo, é possível obter um jogo mais consistente, que atenda todos os objetivos e que se adeque a todos os requisitos e restrições identificados no contexto. Vale salientar que é possível criar inúmeros jogos com mesmos objetivos de aprendizagem, variando diferentes roteiros e meios de representação, por exemplo.

4.1 ETAPA 1 – ENTENDER O CONTEXTO

O entendimento do contexto é a primeira etapa do modelo e será realizada pelo tutor, a pessoa que dará suporte durante a execução do jogo. Esta etapa irá nortear o desenvolvimento do jogo e, por esta razão, tem o objetivo de identificar qual é a necessidade de desenvolvimento dos integrantes do time de projeto de DNP. Nesta etapa, deve-se compreender o perfil dos integrantes, conhecer sobre os recursos disponíveis no local de execução do jogo e compreender melhor o local de aplicação. Deste modo, a coleta de informações poderá ser realizada por meio de uma entrevista semi-estruturada (ver Quadro 9) com o público alvo a ser treinado e com o líder e complementada pela visita ao local de treinamento e levantamento dos documentos que fazem parte do PDP naquele contexto. O levantamento dos documentos existentes poderá auxiliar na última etapa de desenvolvimento, quando forem definidos os meios de representação.

Primeiramente, o líder da equipe de projeto será entrevistado a fim de identificar se existem pontos a serem desenvolvidos pelo time ou metas institucionais que poderiam ser cumpridas por meio de um jogo com fim de aprendizado. Posteriormente, será realizada uma entrevista com os integrantes do time, a fim de identificar quais habilidades e conhecimentos são necessários para que melhorem sua eficiência e eficácia no trabalho e também para identificar suas preferências pessoais em relação ao aprendizado, conforme descrito no Item 3.2. A visita ao local e a avaliação dos documentos trará informações complementares que nortearão e restringirão a seleção dos meios de representação.

As informações obtidas deverão ser compiladas e sumarizadas, conforme o método apresentado no Item 3.2, e utilizadas na definição dos objetivos de aprendizagem, Etapa 2 e na seleção dos meios de representação, Etapa 5 do modelo.

As perguntas utilizadas e o objetivo de cada uma estão mostrados no Quadro 9 e o questionário utilizado para entender o contexto está no Apêndice A. Durante o desenvolvimento do modelo, não foram consideradas questões referentes aos estilos preferenciais de aprendizagem como visual, auditivo, etc, nem questões relacionadas à andragogia. Isto porque, o modelo proposto nessa pesquisa não considera estes aspectos, conforme já comentado no Capítulo 1.4.

Quadro 9 - Sugestão de perguntas para coleta de informações sobre o contexto.

Pergunta	Objetivo da pergunta
Como você gosta de aprender?	Identificar as preferências da equipe.
Como você aprende no ambiente de trabalho?	Identificar recursos disponíveis no local de aplicação.
Quais são as ferramentas existentes da empresa que te ajudam a aprender?	Identificar recursos disponíveis no local de aplicação.
Quais são outros meios de aprendizagem do trabalho que você pode utilizar?	Essa segunda pergunta visa garantir que o indivíduo não se esqueça de qualquer ferramenta existente. Geralmente, o entrevistado respondia apenas uma ferramenta na primeira pergunta, essa foi a razão da inclusão dessa pergunta redundante.
Quais são as principais habilidades / falta de conhecimento que faz com que você reduza sua eficiência / eficácia no trabalho?	Identificar necessidades de aprendizagem relevantes para o resultado do trabalho do público-alvo, que irão nortear os objetivos de aprendizagem do jogo.

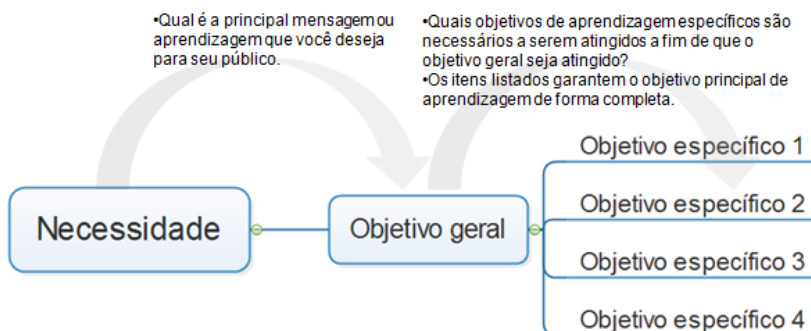
Fonte: O autor (2017)

4.2 ETAPA 2 – DEFINIR OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Executada a Etapa 1, deve-se formular os objetivos gerais do jogo, descritos como resposta à necessidade de desenvolvimento do time identificada. Para isso, sugere-se perguntar: qual é a principal mensagem ou aprendizagem que se deseja transmitir para os aprendizes? Esta aprendizagem pretendida pode estar relacionada a um "sentimento", a uma "habilidade" ou a uma mudança de alguma "atitude" ou, até mesmo, a um conjunto de mais de um dos itens anteriores.

Todas as etapas posteriores de criação do jogo serão baseadas no objetivo geral, daí sua importância para este modelo. Após a descrição do objetivo geral, é necessário definir quais objetivos de aprendizagem específicos são necessários para alcançar o objetivo geral. Os objetivos específicos estão ligados a conceitos ou técnicas necessárias ou desejáveis para cumprimento do objetivo geral de aprendizagem do jogo. Eles tornam o objetivo de aprendizagem mais tangível. Para garantir suficiência dos objetivos específicos, é importante perguntar-se se os itens listados garantem o objetivo principal de aprendizagem de forma completa. A identificação dos objetivos de aprendizagem do jogo será definida pelo tutor, em conjunto com a liderança do time e com auxílio de um especialista no assunto. Para estruturar os objetivos de aprendizagem, sugere-se o uso de diagramas como exemplificado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama relacionando necessidade e objetivos de aprendizagem.

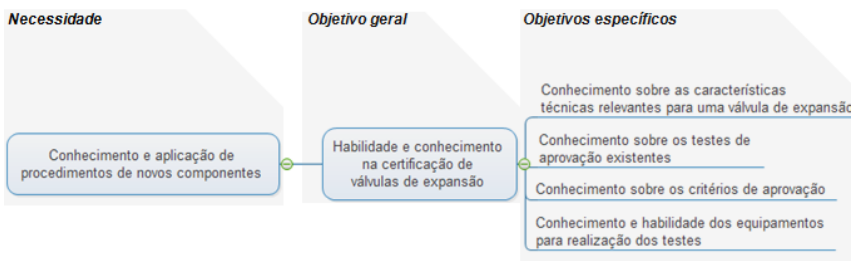


Fonte: O autor (2017)

Como exemplo, pode-se pensar na necessidade de desenvolver, num determinado grupo, o conhecimento e aplicação de procedimentos de certificação de novos componentes. Seguindo a estrutura apresentada na Figura 8, o tutor se questionaria: “Qual é a principal mensagem ou aprendizagem que é desejada para o público-alvo? ”. Com o auxílio da liderança do time, seria possível responder à pergunta anterior. Sua resposta seria: “Habilidade e conhecimento na certificação de válvulas de expansão”. Em seguida, questionaria: “quais objetivos específicos são necessários para atingir o objetivo geral? ”. Com suporte de um especialista no tema, seria possível listar os seguintes objetivos específicos: “Conhecimento sobre as características técnicas relevantes para uma válvula de expansão”,

“Conhecimento sobre os testes de aprovação existentes”, “Conhecimento sobre os critérios de aprovação” e “Conhecimento e habilidade dos equipamentos para realização dos testes” (ver Figura 9). Por fim, o tutor questionaria se os objetivos específicos desenvolvidos garantem o alcance do objetivo geral, para fins de se certificar de que os mesmos são necessários e suficientes para o objetivo geral proposto.

Figura 9 - Exemplo relacionando necessidade e objetivos de aprendizagem.



Fonte: O autor (2017)

4.3 ETAPA 3 – DEFINIR DESAFIOS

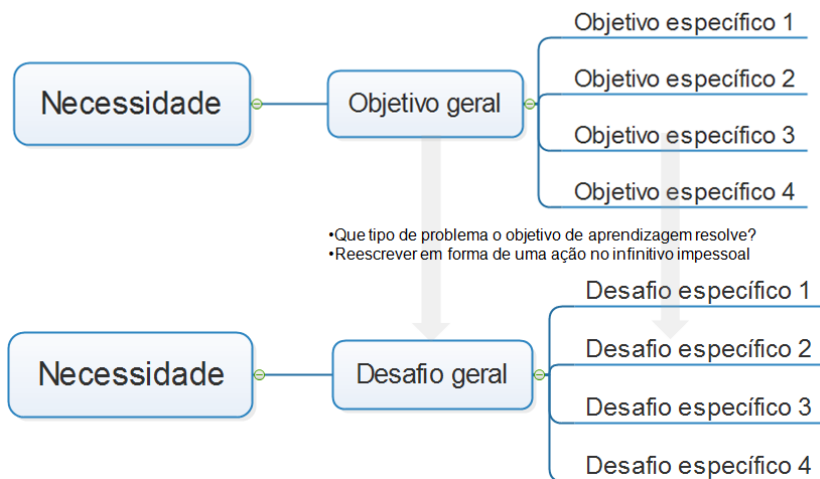
O desafio principal deve envolver situações reais, ser claro e diretamente ligado ao objetivo geral de aprendizagem. O desafio deverá ser apresentado aos participantes durante a execução do jogo com a função de aumentar a atenção, a motivação e o engajamento dos participantes. Para os participantes superarem estes desafios, precisarão aprender certas habilidades, técnicas ou conceitos, ou seja, os objetivos de aprendizagem. Essa etapa deverá ser realizada pelo tutor, com o suporte de um especialista no tema.

Para criar um desafio geral, sugere-se pensar qual seria tipo de problema seria resolvido pelo objetivo de aprendizagem. Por exemplo, o conceito de *layout* em U foi criado para que o operador possa fazer diversas operações com reduzido tempo de movimentação, facilitar o balanceamento e, assim, obter uma maior produtividade em uma linha de produção. Sendo assim, se, por exemplo, existe o objetivo de ensinar o conceito de *layout* em U, o jogo precisaria apresentar um problema, em que exista um “*layout* improdutivo e linear”. Então, basta reescrever o objetivo, em forma de uma ação no infinitivo impessoal, de modo que o desafio a ser apresentado aos participantes

seria “alterar um *layout* improdutivo”.³ Assim, para cada objetivo de aprendizagem específico, deverá haver um desafio relacionado e na sua definição deverá ser utilizada a mesma técnica do objetivo geral.

Com a lista de desafios definida e os exemplos reais de aplicação coletados, os desafios devem ser organizados e detalhados na Etapa 4 - Criar o Roteiro. No exemplo citado sobre a alteração de *layout*, os desafios específicos poderiam ser: 1) desafio de reduzir o tempo de movimentação; 2) desafio de balancear o posto de trabalho, etc. Sugere-se que estes desafios sejam atacados um de cada vez, para melhorar o foco do aprendiz. A Figura 10 apresenta esta técnica em forma de diagramas.

Figura 10 - Exemplo de diagrama relacionando desafios e objetivos de aprendizagem.



Fonte: O autor (2017)

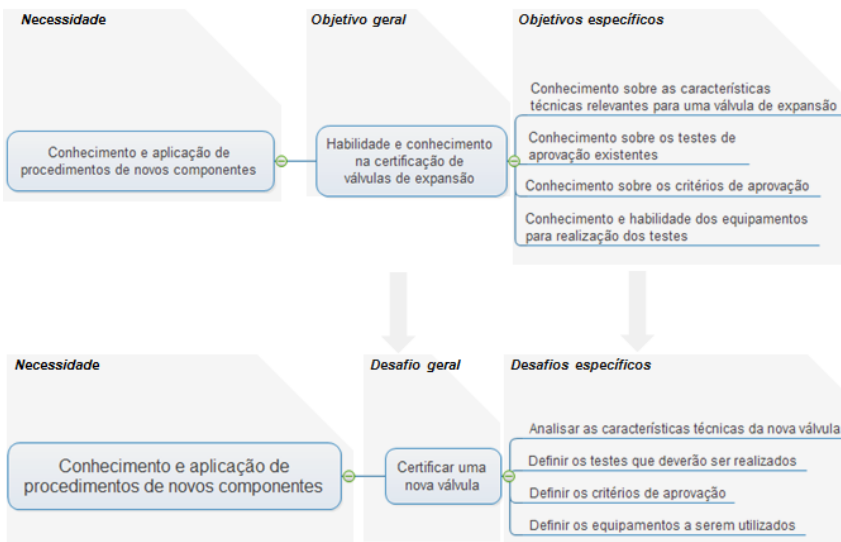
Dando continuidade ao exemplo seguido no Item 4.2 sobre a válvula, ilustra-se aqui a transformação do objetivo geral de aprendizagem “Habilidade e conhecimento na certificação de válvulas de expansão” em um desafio. Ao reescrever essa sentença no infinitivo

³ Os passos descritos são um paralelo feito com base em um jogo real existente na engenharia de produção, na área de *lean*, o jogo da tomada, descrito no Capítulo 4.6, Considerações Finais.

impessoal tem-se “Certificar uma nova válvula” como desafio principal. Esta lógica também deve ser utilizada para os desafios específicos, ver Figura 11.

Ressalta-se novamente que é importante o tutor buscar projetos reais que no passado necessitariam fazer a certificação de uma nova válvula. Esses exemplos reais serão importantes na criação do roteiro, Etapa 4. A utilização de situações reais é uma importante sugestão, pois tornam os roteiros mais interessantes (BRIDGES; HALLINGER, 2007; WHITE, 1994).

Figura 11 - Exemplo de diagrama com desafios propostos.



Fonte: O autor (2017)

4.4 ETAPA 4 – CRIAR O ROTEIRO

Nas etapas anteriores, foram descritos o contexto, as necessidades do público-alvo, os objetivos de aprendizagem e os desafios que os participantes enfrentarão. O objetivo desta etapa é desenvolver a introdução do jogo, ordenar e detalhar os desafios.

Na introdução do jogo, serão esclarecidos para os participantes quais são as vantagens em participar dessa atividade, com o intuito de motivá-los, ou seja, os participantes deverão perceber que o jogo tem uma função importante para si. Posteriormente, deverá ser realizado o

detalhamento de cada desafio específico. Esse detalhamento trata-se da introdução do desafio específico, como será a ação do jogador, perguntas-guia e o *feedback* cognitivo no final de cada desafio.

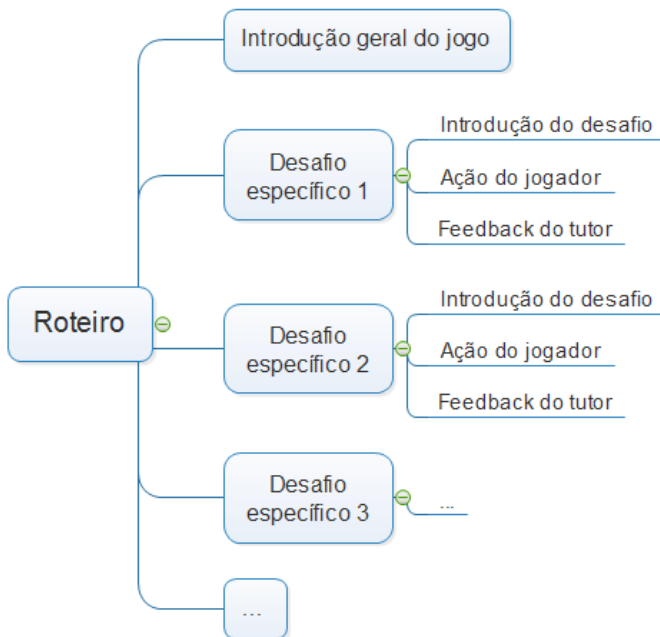
A introdução e o *feedback* de cada desafio são importantes, pois direcionam a atenção dos participantes. Se o objetivo ou os desafios não estiverem claros, os participantes podem perder o foco, dificultando a retenção do aprendizado. Se o *feedback* for falho, o aprendizado pode não ser claro. Por isso, durante o *feedback*, é muito importante criar uma forte conexão do problema com a solução. As perguntas-guia guiarão a execução do jogo.

A ação realizada pelo jogador é definida pelo tutor com suporte do Quadro 3. O tutor deve avaliar de que tipo de conteúdo é o objetivo específico de aprendizagem. Com o tipo de conteúdo selecionado, é possível, determinar qual estilo e quais atividade de aprendizagem podem se encaixar no jogo. É interessante esta ser a primeira etapa da criação do roteiro, pois o estilo do jogo selecionado pode afetar como será a introdução do jogo, por exemplo⁴.

Essa etapa também será de responsabilidade do tutor, com grande suporte do especialista no assunto, pois a ordenação dos desafios em ordem lógica e as perguntas guia de cada desafio exigem conhecimento técnico. A Figura 12 apresenta os elementos que deverão ser desenvolvidos nessa etapa.

⁴ Prensky (2012) não descreve todos os estilos de jogos presentes no Quadro 3. Os jogos mnemônicos, de detetive, abertos, de criação, enigmas, invenção e de concentração não possuem descrição, assim, serão desconsiderados por esta pesquisa.

Figura 12 – Elementos do roteiro.



Fonte: O autor (2017)

Para um melhor entendimento, será dado continuidade ao exemplo do Item 4.3, iniciando-se pela avaliação de como o indivíduo realizará a ação.

Um dos desafios específicos refere-se à busca de informações suficientes para que o indivíduo tenha a certeza de que levantou todos os dados necessários. Nos demais desafios específicos, ele utilizará essas informações para definir os testes a serem realizados, os critérios de aprovação e os equipamentos a serem utilizados. O primeiro desafio específico trata-se mais da aprendizagem de fatos, mas, observando todos os desafios juntos, o indivíduo está aprendendo as etapas e responsabilidades do engenheiro que está especificando o componente. Logo, o conteúdo do objetivo de aprendizagem refere-se à aprendizagem de Comportamentos ou Habilidades. No Quadro 3, os estilos de jogos sugeridos para esse tipo de conteúdo são RPG, jogos de estado persistente e jogos de aventura. Destes, o estilo que faz mais sentido a ser aplicado aqui é o RPG. Conforme as descrições do Item 2.5, jogos de estado persistente fazem sentido para jogos de

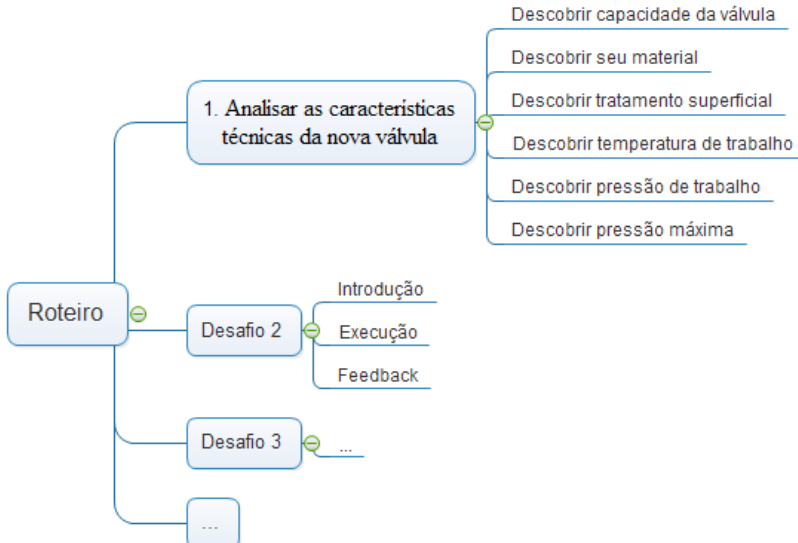
computador e jogos de aventura fazem sentido para a exploração de um mundo, nenhum destes dois estilos se encaixariam aos desafios descritos. Já o RPG consiste na interpretação de um personagem em um ambiente fictício. Cabe ao tutor descrever, durante a introdução geral, o ambiente e o papel que o jogador desempenhará, dado que o estilo selecionado é um RPG. Os dados reais do caso selecionado na Etapa 4.3 podem auxiliar.

Então, o tutor pode fazer a introdução geral: quais são as vantagens para o indivíduo em aprender a certificar uma válvula de expansão? Possíveis argumentos seriam que esse conhecimento pode melhorar a empregabilidade do indivíduo ou que novas válvulas certificadas aumentarão o portfólio de componentes da empresa e, por consequência, a competitividade da empresa. Essas ideias poderiam ser apresentadas ao indivíduo de diferentes formas, por meio de uma carta, do discurso do tutor ou por meio de um vídeo, por exemplo. Mas essa decisão é tomada na Etapa 5, na definição dos meios de representação. Neste momento, o mais importante é, simplesmente, listar esses argumentos.

Definida a introdução, é necessário ordenar os desafios específicos com auxílio do especialista no tema. Para esse caso, foram deixados os desafios específicos na ordem em que as atividades devem ocorrer na realidade. São eles: 1) analisar as características técnicas da nova válvula; 2) definir os testes que serão realizados; 3) definir os critérios de aprovação e 4) definir os equipamentos a serem utilizados. Após a definição da ordem definida, desenvolvem-se os detalhes para cada desafio específico, a introdução, a execução, as perguntas-guia e a estratégia de *feedback*. Para fins de exemplo, será utilizado o primeiro desafio específico.

Primeiramente, o tutor e o especialista buscam detalhes necessários para atingir o desafio específico 1, “Analisar as características técnicas da nova válvula”. Quais conhecimentos/habilidades/sentimentos são necessários? Seria necessário ter conhecimento sobre a capacidade da válvula, seu material, seu tratamento superficial, sua temperatura de trabalho, sua pressão de trabalho e pressão máxima. Essas características técnicas são listadas na Figura 13, em forma de ações.

Figura 13 - Exemplo do desafio específico 1.



Fonte: O autor (2017)

Em seguida, desenvolve-se a introdução do desafio específico, baseada no caso real selecionado na etapa anterior. O tutor e o especialista levantam mais detalhes sobre o caso, como a motivação do projeto, sua relevância para a empresa e o objetivo. Por exemplo, neste caso, seria um projeto em que se pretende modificar um produto, retirando um tubo capilar e incluindo uma válvula de expansão, a pedido de um cliente. E a certificação da válvula é um requisito necessário para a conclusão do projeto. É importante descrever o papel do jogador neste contexto, por exemplo, deixar claro que ele é o engenheiro responsável, que o projeto é muito interessante e importante para a empresa, e que as decisões tomadas por ele podem afetar a qualidade do produto.

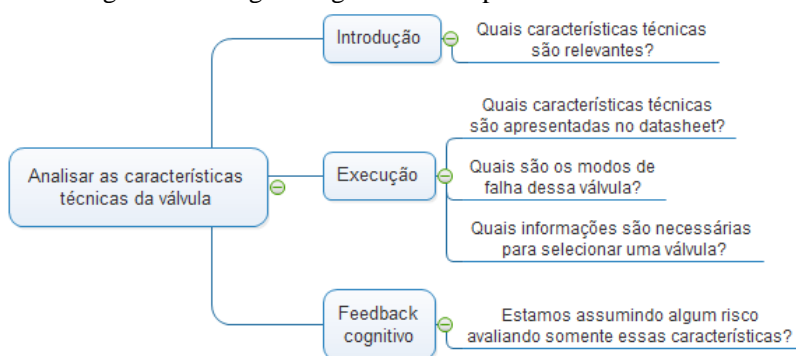
Com base no objetivo do caso real e no objetivo de ensino dessa etapa e com auxílio do especialista é possível definir as perguntas-guia, que serão colocadas durante a introdução (ver Figura 14). Essas perguntas orientarão a atenção do indivíduo. Em seguida, tutor e especialista definem as perguntas a serem apresentadas durante a execução do jogo. Devem haver perguntas-guia suficientes para que todos os conhecimentos, habilidades e sentimentos listados na Figura 13 sejam apresentados. Neste exemplo, o *datasheet* de válvulas de

expansão traz informações sobre a capacidade das válvulas, a temperatura de trabalho e a pressão máxima. Então a pergunta “Quais características técnicas são apresentadas no *datasheet*?” guiarão o indivíduo a encontrar essas informações.

Uma pergunta-guia semelhante à da introdução deve ser apresentada para encerrar o jogo. Essa pergunta é a mais importante, pois deve desafiar o indivíduo a usar seu conhecimento. Tal provocação deve trazer uma carga emocional ao jogo, já deverá desafiar o indivíduo a tomar uma decisão ou deixá-lo vulnerável ao erro. Além disso, a resposta a essa última pergunta também deverá responder à pergunta da introdução do desafio específico. Neste exemplo, a pergunta “Estamos assumindo algum risco avaliando somente essas características?” questiona, de forma indireta, se o indivíduo avaliou todas as características técnicas relevantes de uma válvula, que é a pergunta da introdução. Coloca também o indivíduo em uma posição desconfortável, fazendo-o pensar que se ele estiver se esquecendo de algo, haverá um possível risco para o projeto.

Na Figura 14 estão indicadas todas as perguntas-guia desse desafio específico.

Figura 14 - Perguntas-guia do exemplo.



Fonte: O autor (2017)

4.5 ETAPA 5 – DEFINIR MEIOS DE REPRESENTAÇÃO

O meio de representação é a forma pela qual o jogo será jogado e como as informações definidas nas etapas anteriores serão apresentadas ao indivíduo. Por exemplo, pode-se jogar um jogo utilizando um tabuleiro, blocos de montar, um simulador de

computador, etc. A seleção inadequada do meio de representação pode afetar, ou até inviabilizar, algum objetivo de aprendizagem. Por esta razão, esta deve ser a última etapa, posterior aos objetivos, desafios e roteiro estabelecidos.

Também é importante fazer uma explicação detalhada sobre o meio de representação. O ideal é que exista o menor esforço cognitivo possível dos participantes, sendo que, para isso, os participantes precisam dominar o funcionamento do meio de representação. Vale mencionar que o meio de representação será selecionado com as informações obtidas da avaliação do contexto na Etapa 1, com base no caso real selecionado na Etapa 3 e no roteiro e perguntas-guia definidos na Etapa 4. Com toda essa informação em mãos, o tutor se perguntará: Quais documentos, *templates*, relatórios, procedimentos da empresa representam ou são necessários para essa atividade? Quais documentos reais do caso selecionado podem auxiliar a responder as perguntas-guia? Como esses materiais devem ser apresentados aos indivíduos? E, podem ser utilizados meios de representação lúdicos para esse jogo? O tutor também pode optar por uma perspectiva lúdica, contudo, aproximando-se da realidade do caso e da empresa, trará maior engajamento e familiaridade ao indivíduo. Essa etapa também será realizada pelo tutor, sob supervisão do especialista.

Desenvolvendo o exemplo apresentado nas etapas anteriores, na introdução do jogo, a pergunta-guia seria “Quais são as características técnicas relevantes?”. O caso real a ser apresentado seria da certificação de uma válvula nova em um determinado cliente. As opções de meios de representação poderiam ser documentos reais do projeto selecionado na Etapa 3, como, por exemplo, apresentações sobre o projeto, o contrato do projeto ou materiais que contenham informações do projeto como escopo, prazos, etc. Um ou mais desses documentos, apresentados de forma simples, trariam a sensação de importância do assunto, apresentariam o desafio ao indivíduo, de forma clara, a fim de obter o engajamento necessário. Ou seja, esses documentos seriam o meio de representação da introdução do jogo.

4.6 APRIMORAMENTO DO MODELO

O modelo apresentado foi desenvolvido a partir da teoria apresentada no Capítulo 2 e aprimorado por meio de testes e pilotos. Antes da versão final, apresentada no Capítulo 4, foram realizadas três simulações de criação de jogos já existentes. Depois disso, foram desenvolvidos outros três jogos novos. O sétimo jogo foi o estudo de

caso descrito no Capítulo 5, este foi o único jogo aplicado em um contexto real. Os pontos fracos do método foram aprimorados em cada uma dessas iterações. Duas destas iterações foram simulações do desenvolvimento de um jogo real da área de *lean*, chamado jogo da tomada. Apesar desse jogo não ser na área de DNP, ele foi escolhido por ser um jogo de ensino e por ter um vídeo em que é possível observar como é a estrutura do jogo na prática^{5,6,7}. Essa simulação será brevemente mostrada nos próximos parágrafos, lembrando que esse jogo não foi aplicado em nenhum contexto por esta pesquisa.

4.6.1 Etapa 1 – Entender o contexto

A simulação não será baseada em um contexto real. Dessa forma, nesta etapa será descrita somente a necessidade de desenvolvimento do time. Neste caso, a necessidade é desenvolver o público-alvo habilidades de *lean manufacturing* e sensibilizar o público para o uso de *lean* para melhorar a produtividade.

4.6.2 Etapa 2 – Definir os objetivos de aprendizagem

Para auxiliar a identificar o objetivo de aprendizagem, utiliza-se a pergunta: qual é a principal mensagem ou aprendizagem que se deseja transmitir para os aprendizes? Esta aprendizagem pretendida pode estar relacionada a um "sentimento", uma "habilidade" ou a mudança de alguma "atitude", ou até mesmo a um conjunto de mais de um dos itens anteriores. A resposta poderia ser difundir práticas de *lean* em uma linha de montagem.

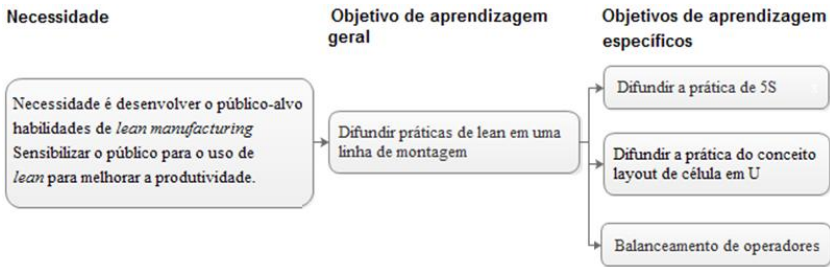
A segunda pergunta que auxilia na questão é: quais são os objetivos específicos são necessários a serem atingidos a fim de que o objetivo geral seja atingido? Estes itens listados garantem o objetivo geral de aprendizagem? A resposta poderia ser difundir a prática de 5S, difundir a prática do conceito layout de célula em U e balanceamento de operadores (ver Figura 15).

⁵Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=l0Mxn2MutjE>. Acesso em 02 de jan. 2016.

⁶Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=l0Mxn2MutjE&t=2s>. Acesso em 02 de jan. 2016

⁷Disponível em: <www.leangames.co.uk/videos.php#plug_game>. Acesso em 02 de jan. 2016.

Figura 15 - Objetivos de aprendizagem do jogo piloto.

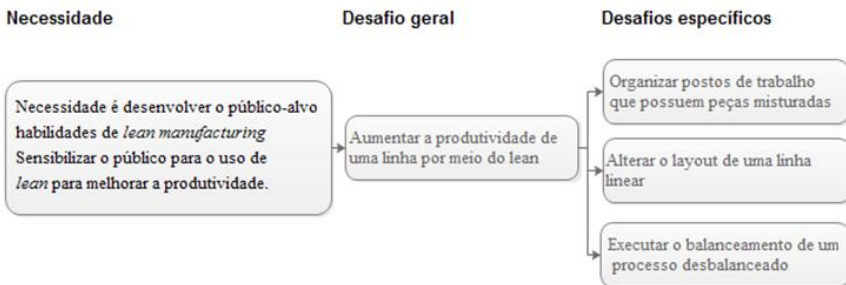


Fonte: O autor (2017)

4.6.3 Etapa 3 – Definir desafios

Para definir os desafios, é possível utilizar a pergunta “a qual tipo de problema o objetivo de aprendizagem resolve?”. Depois de obter as respostas, deve-se reescrever as perguntas no infinitivo pessoal (ver Figura 16). Nesta etapa também, seria importante identificar casos reais de projetos com as características que existiram no contexto de aplicação. Essa atividade não será realizada, visto que, neste piloto, não há um contexto real.

Figura 16 - Desafios do jogo piloto.

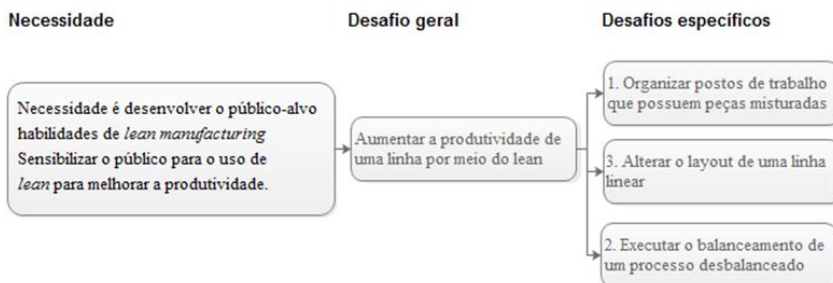


Fonte: O autor (2017)

4.6.4 Etapa 4 – Criar roteiro

Com o suporte de um especialista, ordenam-se os desafios para que fiquem numa ordem coerente (Figura 17).

Figura 17 - Desafios do jogo piloto ordenados.



Fonte: O autor (2017)

Então, deve-se desenvolver a introdução geral do jogo. Para isso, é importante conhecer o público e listar os argumentos que representem para o indivíduo as vantagens em participar do jogo. Para este piloto, poderiam ser argumentos como: esse conhecimento é valorizado pelas empresas, portanto, pessoas com esse conhecimento podem se destacar, ou são práticas que trazem resultados. Com esses argumentos listados, pode-se buscar meios de como apresentar ideias aos participantes, como vídeos, ou o próprio discursos do tutor do jogo.

A última atividade da Etapa 4 é o detalhamento de todos os desafios específicos. É a definição de como será realizada a introdução do desafio, quais perguntas-guia serão utilizadas, como será a ação do jogador e como será dado o *feedback*. Para este exemplo, será detalhado somente o primeiro desafio específico, o de organizar os postos de trabalho com peças misturadas.

Para a introdução ao desafio específico, é necessário levantar a relevância, a descrição e a motivação do caso real. Abaixo, está um exemplo, de como essas informações poderiam ser apresentadas:

- **Relevância para a empresa:** apresentar que a empresa passa por dificuldades financeiras;

- **Descrição:** apresentar os processos existentes na linha e o produto a ser montado;

- **Motivação:** mostrar os índices de produtividade atual. Pode-se mostrar realizando a montagem das peças e fazendo medição das produtividades.

Agora, é necessário estabelecer como será a ação do jogador. O conteúdo a ser aprendido pelo jogador tem relação com a melhoria de um procedimento de montagem - seria o conteúdo de aprendizagem

Procedimento do Quadro 3. Para isto, recomenda-se o uso de atividades de imitação e prática e jogos com tempo contado ou reflexo. Uma imitação com tempo contado representa bem a realidade de produção, então, essa será a ação dos jogadores. Em uma primeira rodada, é possível medir a produtividade inicial e dar a motivação inicial para o uso do 5S.

Após a motivação, o tutor pode utilizar a perguntas-guia: haveria como melhorar a produtividade da linha? A simples separação das peças por tipos não auxiliaria? Postas estas perguntas, os jogadores são guiados à utilização do 5S, nova medição de produtividade. Então, no feedback, o tutor pode sensibilizar os participantes quanto a diferença de produtividade e enfatizar o uso do 5S como método para ganho de produtividade.

4.6.5 Etapa 5 – Definir meios de representação

Com todo o racional montado, é necessário selecionar objetos que tenham as características levantadas nas etapas anteriores, ou seja:

- Objeto composto de peças diferentes, para ser possível o 5S;
- Objeto que possua mais de um processo para sua montagem, para que seja possível criar layouts em U;
- Esse meio de representação deve ter processos que tenham diferentes tempos, para haver possibilidade de desbalanceamento.

A tomada, objeto original do jogo, é uma opção. Poderia ser um LEGO, poderia ser algo feito de papel e palitos, poderia ser um simulador virtual representando uma montagem, etc.

5 APLICAÇÃO DO MODELO EM UM ESTUDO DE CASO

5.1 ETAPA 1 – ENTENDER O CONTEXTO

Esta etapa ocorreu entre o dia 1º e o dia 18 de dezembro de 2015. Participaram da pesquisa sete integrantes de um time de desenvolvimento de novos produtos, por meio da entrevista semiestruturada, e o líder do time. Também foram realizadas entrevistas não estruturadas, além da avaliação de documentos.

Foram incluídas na entrevista as perguntas do Quadro 9. As metas institucionais foram obtidas na entrevista com o líder da área. A visita e a avaliação dos documentos também auxiliaram na descoberta dos recursos existentes na empresa.

Com base nessas informações serão definidas a Etapa 2 - definir objetivos de aprendizagem - e Etapa 5 - definir meios de representação. O contexto é descrito do Item 5.1.1 ao 5.1.9.

5.1.1 Público

O público é composto por sete pessoas, sendo três coordenadores de projeto, um projetista, duas pessoas que possuem, ambas, as competências necessárias requeridas e o líder do time. A maioria são homens, com idade entre 25 e 35 anos, com formação técnica ou superior, em engenharia. Dois membros apresentam nível de pós-graduação em andamento. Metade dos participantes têm mais de 10 anos de experiência na função e a outra metade tem menos de 2 anos de experiência. Quatro são funcionários da empresa, dois são estagiários e um é prestador de serviço.

Cada um dos coordenadores é responsável por cerca de seis projetos, esses envolvendo equipes multifuncionais e, às vezes, equipes multiculturais.

5.1.2 Instalações

O modelo foi aplicado em uma empresa metal-mecânica, com mais de dez mil funcionários e clientes espalhados em 80 países. A área de pesquisa e desenvolvimento (P&D), possui projetos que vão desde simples alterações incrementais de produtos até produtos completamente novos, que necessitam de implantação de novas linhas de produção, com projetos envolvendo tecnologias conhecidas, novas tecnologias e pesquisa básica.

5.1.3 Metas institucionais

Em entrevista com o líder da área, foram observadas algumas metas ao desenvolvimento do time e à formalização do conhecimento. A área conta com práticas de aprovação dos novos produtos, e a empresa possui um processo formal, que descreve os eventos para o desenvolvimento de produtos. No entanto, não existem, nessa área, testes e critérios de aprovação e reprovação dos novos produtos. Além disso, há poucas atividades que possuem procedimento operacional padrão documentado, formalizado e disponível para consulta. Por isto, são metas de desenvolvimento da área a melhoria no processo de aprovação de produtos, a formalização de práticas de análise e aprovação de produtos, com critérios mais claros de aprovação. Ainda, cada especialidade da empresa possui um site que inclui os seus procedimentos, *templates*, etc. O time avaliado por esse trabalho ainda não implantou essa prática descrita no site, de modo que a implantação dessa prática também é uma meta da área.

Em síntese, a área possui ações para melhorar sua gestão do conhecimento, para melhorar a documentação de seu conhecimento, criando processos de aprovação de produto e procedimentos operacionais padrão. E em outra frente, ações para melhorar a acessibilidade do conhecimento.

5.1.4 Recursos disponíveis

As instalações da empresa contam com salas de treinamento, salas de reuniões, com projetores, TVs, computadores e quadros brancos. Os postos de trabalho possuem computadores com acesso aos sistemas de tecnologia, que dão acesso à documentação dos projetos dos produtos, bem como aos *softwares* de desenho, aos desenhos reais dos produtos, listas técnicas, custos dos produtos, normas e padrões da empresa.

A área em questão também possui uma oficina com protótipos, diversos componentes utilizados nos produtos e alguns produtos estocados, além de materiais para realização de operações para montagem de protótipos, como solda, chaves de fenda, de rosca, parafusos, porcas, etc.

5.1.5 Meios de aprendizagem existentes na empresa

O P&D dessa empresa conta com um programa de treinamento estruturado, que visa difundir o conhecimento dos profissionais *seniors*. Periodicamente, são identificadas as lacunas de conhecimento entre os funcionários. Para eliminar essas lacunas de conhecimento, *seniors* ou funcionários especializados são alocados para treinarem o restante dos funcionários. Este programa é executado em ciclos anuais. Além de treinamentos formais, os *seniors* são responsáveis por orientar os especialistas juniores durante seus projetos. Uma terceira prática utilizada por essa empresa é reservar um período por semana para os especialistas se reunirem com o objetivo de trocar conhecimento e melhores práticas. Estas três práticas juntas compõem a estratégia para difusão de conhecimento e boas práticas entre os funcionários.

Como complementação, os líderes também possuem recursos para gerir o desenvolvimento individual de cada liderado, por meio de um sistema específico de registro de metas relacionadas ao desenvolvimento dos funcionários. Este sistema mantém os dados registrados ao longo dos anos, tornando possível seu acompanhamento. Para a definição metas, são consideradas as habilidades técnicas, comportamentais e de liderança de cada funcionário.

Além disso, esta empresa possui muitos outros sistemas e bases de dados, padrões, modelos, diretrizes, desenhos, listas técnicas, histórico e documentação de projeto e de alterações de produtos. Todas essas informações podem ser acessadas por meio de sistemas, o que representa uma importante referência para os funcionários. Um outro meio de aprendizagem na empresa, citado por um dos integrantes do time, é o contato com fornecedores, clientes e visitas a fábrica. Segundo o integrante, essas interfaces, internas e externas, são comuns e importantes. Por fim, há uma biblioteca de acesso livre para qualquer funcionário, com conteúdo diverso, como livros técnicos, de administração, de liderança, patentes de produtos, normas, artigos e revistas.

Em conclusão, esta empresa tem uma variedade de programas para difundir o conhecimento entre os funcionários. Neste cenário, a propagação do conhecimento pode ocorrer em treinamentos formais, durante o trabalho ou entre os colegas, assim como também pode ocorrer uma difusão dos *seniors* para os juniores. O desenvolvimento individual pode ser gerenciado pelas lideranças, os muitos sistemas e bases de dados permitem que informações sejam registradas (e

consultadas), e, por fim, a empresa ainda conta com uma biblioteca completa com livre acesso para todos.

5.1.6 Meios de aprendizagem ativa existentes

A empresa em questão possui cinco iniciativas que podem ser classificadas como aprendizagem ativa, considerando as descrições das abordagens listadas no Capítulo 2. A primeira é uma iniciativa de aprendizagem baseado na *web*. As especialidades de P&D desenvolveram sites que concentram informações necessárias para a execução das atividades de cada especialidade, como práticas específicas, *templates*, procedimentos padrão, materiais de treinamento, vídeos e exemplos reais de sucessos. Esta iniciativa é recente e novas aplicações e compartilhamento de conhecimento estão sendo testados, como, por exemplo, a solicitação de serviços e inclusão de ferramentas de gestão e controle.

A empresa tem três mídias sociais disponíveis, duas delas podem ser utilizadas para compartilhamento de práticas e informações. A terceira é uma mídia social com elementos de gamificação, em que os funcionários também podem compartilhar conteúdo, eles são colocados em um jogo que envolve projetos e ideias de redução de custo para a empresa. Mensalmente, os participantes mais ativos e com resultados mais consistentes são premiados.

Por último, essa empresa desenvolveu uma ferramenta visando auxiliar técnicos que dão suporte a produtos em campo. Este aplicativo almeja auxiliar os profissionais na identificação de problemas e orientá-los em relação às possíveis soluções, durante o atendimento a falhas de campo. Esse aplicativo é grátis e está disponível para *download*, inclusive aos novos funcionários da empresa.

5.1.7 Meios de aprendizagem utilizados pelo time

As perguntas da entrevista foram organizadas de tal modo que fosse possível diferenciar os meios de aprendizagem existentes na empresa daqueles que realmente são utilizados pelo time avaliado. Segundo os entrevistados, o contato com os colegas é o meio de aprendizagem mais utilizado, seguido pela consulta a documentação de projetos anteriores e o uso de notas individuais. Como se pode observar, dois dos três meios mais utilizados são informais.

Segundo os entrevistados, todos os métodos informais incluídos no questionário são utilizados. Em contrapartida, apenas dois dos sete

meios formais são utilizados. Deste modo, nesta empresa, os meios informais se sobrepõem aos formais. Essa observação está de acordo com a pesquisa de Meyers e Wilemon(1989) que abrangeu uma amostra mais ampla.

Dentre os meios formais, a consulta a documentação de projetos anteriores é o método mais utilizado. Essa prática pode levar a problemas, pois, apesar de garantir que as práticas atuais sejam levadas adiante, ela não garante que as boas práticas o sejam. Isto porque o conhecimento fica espalhado entre muitos documentos diferentes, tornando possível que boas práticas se percam.

A consulta aos processos da empresa é pouco utilizada. Os entrevistados relataram que poucos processos estão documentados, algumas pessoas nem mesmo conhecem os processos existentes. A falta de processos documentados e a falta de conhecimento da existência dos mesmos reforçam o uso de meios informais de aprendizagem, criando um círculo vicioso de dependência desses meios para a difusão do conhecimento.

Quando comparadas as respostas dos funcionários mais experientes com as dos novatos, observa-se que os novatos utilizam todos os meios de aprendizagem com menos frequência, sendo que a única exceção que se coloca é o meio de aprendizagem “contato com os colegas”, igualmente utilizado por todos. Esta observação mostra claramente a dependência dos novatos em relação ao conhecimento seus colegas mais experientes. Este quadro dá indícios de que os mais experientes passarão suas práticas para os novatos, independentes dessas práticas serem ou não benéficas para a empresa.

Como último comentário, vale mencionar que essa área não utiliza as práticas de aprendizagem ativa fornecidas pela empresa.

5.1.8 Preferências pessoais

Quatro dos integrantes do time afirmaram que preferem aprender fazendo, ou seja, aprender por meio de uma explicação, com o auxílio de uma pessoa mais experiente como guia, para, posteriormente, realizar a tarefa e, no fim, validar o aprendizado com essa pessoa mais experiente. Apenas uma pessoa citou que gosta de utilizar procedimentos com um passo a passo. Uma expôs que prefere, antes da execução de qualquer atividade, entender o contexto antes dos detalhes. Três das pessoas mencionaram a leitura como forma de aprendizagem.

Observa-se um alinhamento entre as práticas de aprendizagem utilizadas com as preferências pessoais do time. Em outras palavras, o time aprende da forma que gosta: aprendem fazendo, sob a supervisão de alguém mais experiente. Essa conclusão indica que o jogo será um modelo de aprendizagem bem-vindo, pois é uma forma de aprender fazendo.

5.1.9 Tempo disponível

A empresa necessita que seja um treinamento rápido, que dure menos de um dia. Caso mais tempo seja necessário, o treinamento deve ser dividido em diversas rodadas, realizado em dias diferentes.

Outro ponto importante aqui é a flexibilidade do tempo. Serão melhores os métodos que não precisam de agendamento prévio ou datas específicas, ou seja, que sejam flexíveis, pois estarão disponíveis aos indivíduos no momento em que eles possam ser treinados.

5.2 ETAPA 2 – DEFINIR OS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

O objetivo de aprendizagem foi escolhido dentre as metas institucionais descritas no Capítulo 5.1.3, a fim de que o método de aprendizagem fosse ao encontro das necessidades e das metas de desenvolvimento da área da empresa.

O objetivo da aprendizagem foi o desenvolvimento do time em habilidades de análise e aprovação de produtos. Essa decisão foi tomada em conjunto com o líder da equipe.

Foram, então, identificados:

- **Necessidade:** “melhorar a qualidade da aprovação de produtos”;

- **Objetivo geral do jogo:** “difundir as práticas relacionadas com a análise e aprovação de produtos”.

- **Objetivo específico 1:** “avaliação de riscos em caso de mudança de compressores”.

- **Objetivo específico 2:** desenvolver o time “habilidade de dimensionamento de condensadores”, pois, durante a análise do produto, no início do projeto, é avaliado se o condensador está dimensionado corretamente;

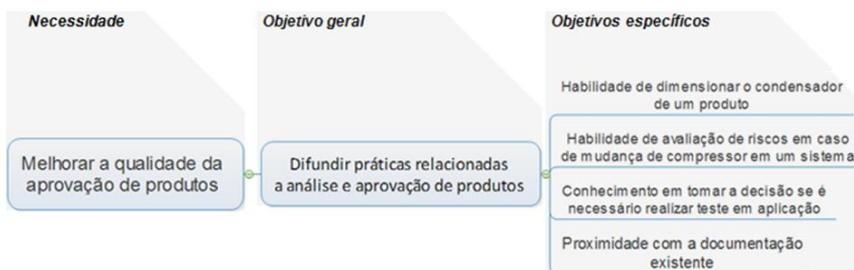
- **Objetivo específico 3:** desenvolver o time para “tomar a decisão sobre a necessidade de realizar os testes de aplicação”.

Estes objetivos são necessários para garantir que as práticas de análise e a aprovação de produto sejam atendidas, e, por final, que o time possa melhorar a qualidade na aprovação de produtos.

Vale ressaltar que foi incluído entre os objetivos específicos “criar proximidade com a documentação existente”, visto que o time fazia pouco uso dos processos formais da empresa. Esse objetivo garante que os integrantes tenham acesso à fonte formal e documentada do conhecimento e que, posteriormente, coloquem em prática o que foi aprendido.

Na Figura 18 estão estruturados, na forma de diagrama, a necessidade da área, o objetivo geral de aprendizagem e os objetivos específicos.

Figura 18- Diagrama relacionando a necessidade e objetivos de aprendizagem.



Fonte: O autor (2017)

5.3 ETAPA 3 – DEFINIR DESAFIOS

Para definir o desafio principal, foi necessário pensar em qual tipo de problema a difusão de “práticas relacionadas a análise e aprovação de produtos” resolve ou evita.

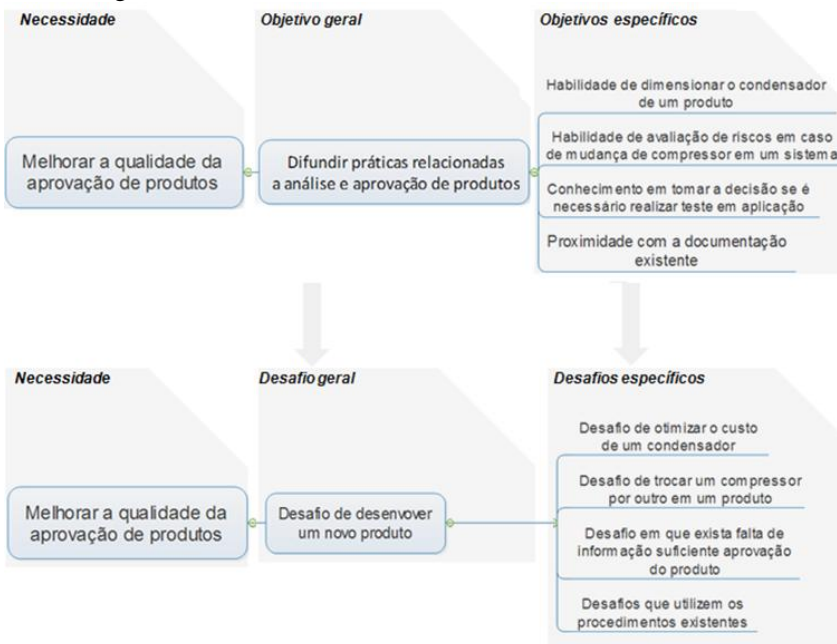
Para melhor descrever o raciocínio sugerido, foi necessário, primeiramente, descrever o objetivo de aprendizagem. Neste caso, o objetivo trata de difundir atividades de análise do produto, que podem ser realizadas durante o projeto detalhado e desenho do produto final, bem como a análise atividades realizadas para a aprovação e certificação desse mesmo produto, ambas análises com o fim de garantir a qualidade do produto final.

Sendo assim, espera-se que, após o time estar capacitado, no que se refere ao objetivo de aprendizagem, os integrantes serão mais

capazes de garantir que o produto esteja bem especificado, com uma menor chance de problemas de campo, relacionados ao funcionamento e projeto do sistema.

Assim, o desafio precisou estar relacionado ao desenvolvimento de novo produto, onde foi necessário o seu dimensionamento e aprovação. A definição dos desafios específicos (ver Figura 19) passaram pelo mesmo raciocínio realizado para a definição do desafio geral, descrito nos parágrafos anteriores.

Figura 19 - Lista de desafios.



Fonte: O autor (2017)

Com base nos desafios apresentados, buscou-se, no histórico da área projetos, outros casos de projetos reais que apresentaram estes desafios. Dois projetos foram encontrados e utilizados como base para o roteiro do jogo. O primeiro trata da migração de uma família de compressores, o principal componente do de uma família de produtos. Nesse projeto, houve a necessidade de avaliação da compatibilidade técnica entre os compressores e sua aprovação. O segundo projeto trata

do dimensionamento de condensador, outro componente do sistema, para um novo produto.

5.4 ETAPA 4 – CRIAR ROTEIRO

O estilo do jogo selecionado foi RPG, visto que os objetivos de aprendizagem são as habilidades (ver Quadro 3). O papel do jogador e sua responsabilidade foram introduzidos pelo tutor em cada desafio específico e não na introdução geral. Na introdução geral, foi feita uma descrição do ambiente.

A primeira atividade dessa etapa foi criar a introdução do jogo. Esta tem o objetivo de deixar claro quais são as vantagens do indivíduo em participar dessa atividade, a fim de motivá-lo. Neste sentido, espera-se que o indivíduo acredite que o jogo tem uma função importante para seu desenvolvimento.

Assim, no texto introdutório (Figura 20), deixou-se claro a importância do conhecimento a ser ensinado durante o jogo para a empresa, nos parágrafos 1 e 2. Também buscou-se deixar claro os riscos em ignorar as avaliações de produto durante o projeto do produto, no parágrafo 3. Mencionou-se, ainda, a importância para a carreira do engenheiro, no parágrafo 4. Estes três argumentos visaram impactar o indivíduo a ser treinado sobre a relevância do tema, buscando sensibilizá-lo e motivá-lo.


Figura 20 - Texto de introdução do jogo.

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o produto na [REDACTED] é muito valorizada. Tanto que a empresa mantém um corpo com cerca de [REDACTED] profissionais na engenharia da [REDACTED] Brasil. E outros [REDACTED] nas [REDACTED] demais plantas. [REDACTED]

[REDACTED] O profissional com esse conhecimento assume com mais autonomia projetos mais complexos e importantes. Os liderando com segurança. [REDACTED] a empresa confia em sua capacidade técnica para assumir a criação de um produto completamente novo, em parte e por possuir essas competências desenvolvidas.

Esse conhecimento também permite o especialista avaliar adequadamente os riscos relacionados com o funcionamento do sistema de refrigeração. Tendo certeza de que aquele produto que ele está projetando funcionará de forma adequada. Ninguém quer que seu produto falhe em campo. Vamos aprender a avaliar os riscos que estamos assumindo preventivamente!

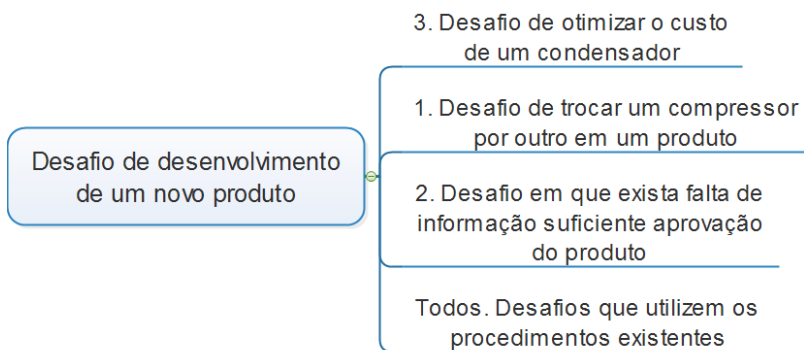


Assim, conhecimento em refrigeração é elemento básico para a progressão da carreira dentro do R&D. Além disso, essa capacitação o habilita a trabalhar em qualquer outra empresa relacionada com refrigeração, melhorando a sua empregabilidade em caso de sair para o mercado. [REDACTED]

Fonte: O autor (2017)

Após a introdução montada, foram ordenados os desafios, conforme a lógica do desenvolvimento de produtos (Figura 21).

Figura 21 - Ordem dos desafios específicos.



Fonte: O autor (2017)

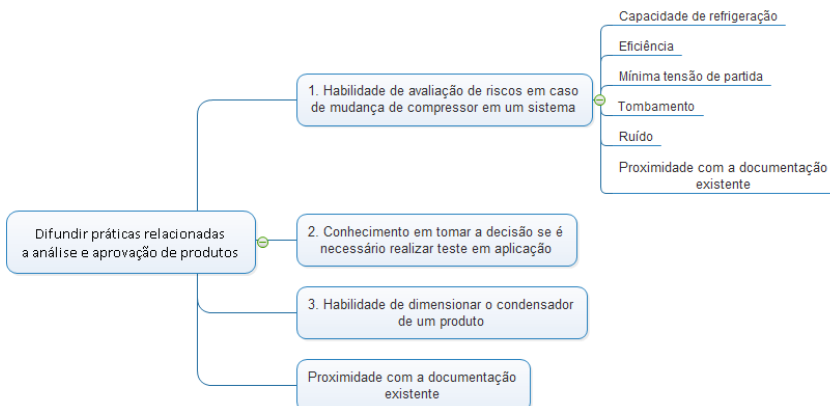
Um dos desafios, o relacionado com a utilização dos procedimentos existentes, não foi ordenado. Este será apresentado como um requisito para os demais desafios, não havendo um desafio específico para ele. Essa foi considerada a melhor estratégia para atender a esse objetivo de aprendizagem.

O próximo passo foi criar as introduções, materiais de suporte e estratégia de *feedback* para cada um desses desafios específicos. Para simplificação, descreve-se apenas o detalhamento do primeiro desafio. Todos os materiais referentes aos demais desafios estão no Apêndice C.

5.4.1Desafio específico 1 – Troca de compressor

Para atingir o objetivo de aprendizagem de ter “a habilidade de avaliar os riscos em caso de mudança de compressor em um sistema”, faz-se necessário que o indivíduo aprenda alguns conceitos complementares, mapeados e descritos na Figura 22. Adicionalmente a isso, um dos objetivos foi que os indivíduos conhecessem a documentação referente ao acesso e aos sistemas que contém informações de aprendizagem - este tópico foi adicionado à lista de objetivos.

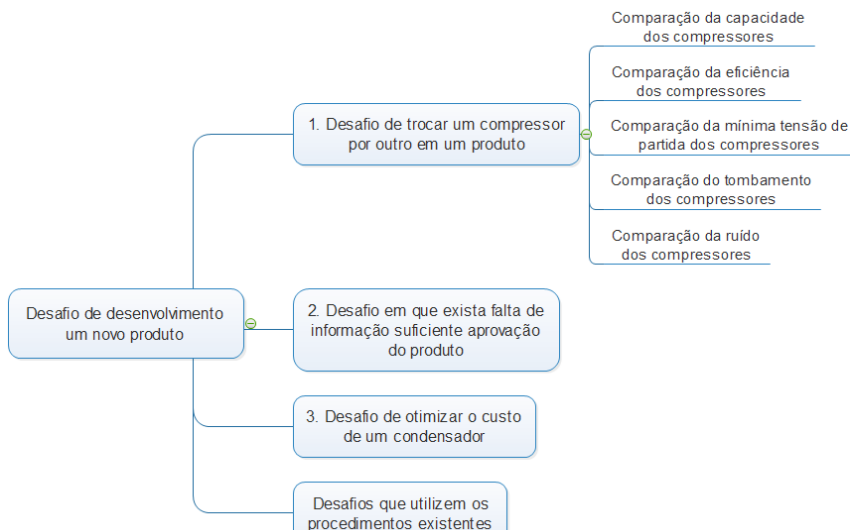
Figura 22 - Objetivos específicos do desafio 1.



Fonte: O autor (2017)

Seguindo a lógica das etapas anteriores, esses objetivos foram transformados em desafios específicos. Se for seguida a nomenclatura de Amory e Seagram (2003), pode-se nomear esses desafios específicos como cenas do roteiro (ver Figura 23).

Figura 23 - Lista de desafios específicos.

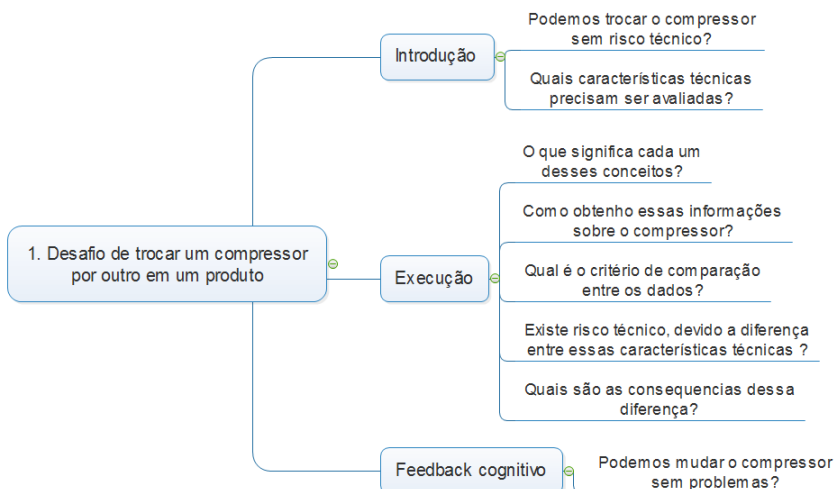


Fonte: O autor (2017)

Previamente ao detalhamento de cada uma dessas cenas, foi necessária a construção da introdução do desafio 1 - lembrando que a função da introdução é tornar o desafio claro. Um projeto real foi selecionado para contextualizar o problema usado no desafio 1, com o objetivo de tornar a atividade mais interessante. Então, durante a introdução, é necessário introduzir o caso escolhido e deixar claro a motivação do projeto e sua relevância para a empresa. A introdução ao caso será realizada utilizando a documentação do projeto. Essa documentação é selecionada na Etapa 5.

Para guiar a execução do jogo e garantir que todos os conhecimentos/habilidades a serem ensinadas sejam apresentados, foram definidas as seguintes perguntas-guia, listadas na Figura 24.

Figura 24 - Lista de perguntas-guia.



Fonte: O autor (2017)

A pergunta final é a mesma apresentada durante a introdução ao problema e tem a função de motivar o trabalho de avaliação técnica: “Podemos mudar o compressor sem problemas?” Essa pergunta exige do indivíduo em treinamento uma reflexão sobre o significado dos conceitos e critérios de avaliação aprendidos, e, mais importante, também exige uma decisão. Essa decisão somada ao contexto apresentada na introdução, sobre a importância do projeto, é que dará a carga emocional ao jogo, pois o indivíduo sabe que se a tomada de

decisão for errada, isso acarretará num possível problema de qualidade e ele perderá o jogo. Esta reflexão e decisão representam o *feedback* cognitivo do jogo.

5.5. ETAPA 5 – DEFINIR MEIOS DE REPRESENTAÇÃO

Foram utilizados 4 meios de representação:

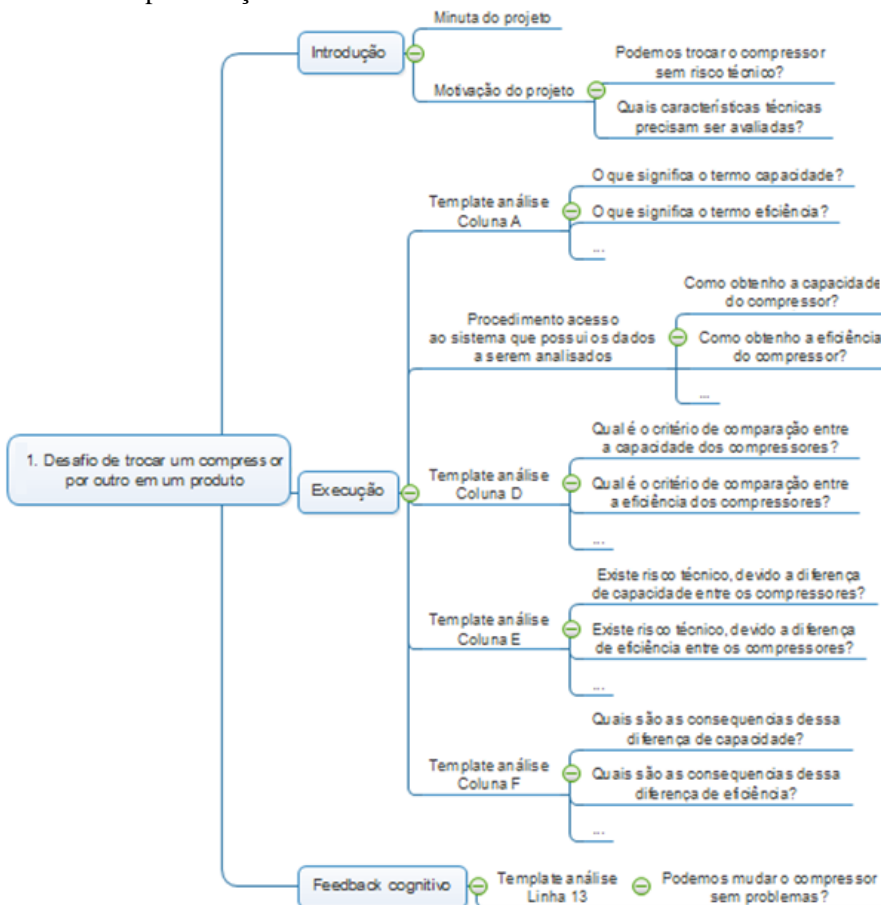
- Minuta real do projeto, conforme mostra a Figura 26;
- Uma página extraída da documentação do projeto que descreve a motivação do mesmo, conforme mostra a Figura 27;
- Foi desenvolvido um *template* para realização dessa análise. Esse *template* possui a maior parte das perguntas-guia. É onde o indivíduo descreve suas conclusões, forçando o indivíduo a refletir sobre todos os conceitos e critérios de avaliação aprendidos, conforme mostra a Figura 28;
- Procedimento de acesso ao sistema o qual o indivíduo buscará os dados a serem analisados, conforme mostra a Figura 29.

A relação entre os meios de representação, a estrutura do jogo e perguntas-guia estão na Figura 25. Existem tarjas pretas nas Figuras 27, 28, 29 e 30, incluídas para manter o sigilo das informações da empresa.

Lembrando que o uso da documentação, procedimentos e processos reais da empresa servem para criar proximidade desta documentação com os membros do time. E que esse é um dos objetivos de aprendizagem do jogo.

Todos os meios de representação com conteúdo técnico foram validados por um especialista *sênior* da empresa, para garantir que conhecimento e habilidades passados aos integrantes do time eram adequados.

Figura 25 - Relação entre perguntas-guia, etapas do jogo e meios de representação.



Fonte: O autor (2017)

Figura 26 - Minuta do projeto.

	PROJECT	No. 16/00
--	----------------	-----------

Idea First ID: 00/16

Status: Execution

Suggested Title:
PRODUCTDate:
29/03/2016

Cost Center: [REDACTED]

Description (what):

Substituir os compressores
respectivamente. [REDACTED]

<Pontos críticos>

- Aprovação dos clientes
- Avaliação do desempenho Antes/Depois
- Plano de certificação pode ser complexo: qtd de SKUs é elevada
- Integração das áreas de Processo / Produto / Assistência técnica

Why:

A Diferença de preço entre [REDACTED] chega a R\$ [REDACTED],00 por unidade.

Racional fornecido em anexo.

Cálculos e volumes sujeitos à imprecisão, necessário avaliar o ganho durante análise crítica do projeto

Requested Date (Production Start Date): 15/12/2016

Attachment



[REDACTED] Redução de custo.xlsx

Classification Group: Brazil

Fonte: O autor (2017)

Figura 27 - *Template* de análise.

<h3>Compressor Critical Analysis</h3>		Document Version: <div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div>
Project Description: <div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div>		Project Leader: <div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div>
Issued date: <div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div>		<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div>
Compressor FFUS80HAK 1B-127 V 60 Hz	FFUS80HAK 115-127 V 60 Hz	
Capacity (BTU/h)	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 100px;"></div>	Evaluation Crit. Conclusions [] Está melhor do que o compressor anterior?
		Consequences and reflection Serviço pode impactar em tempo de paraforn e na temperatura final do sistema. Mesmo que o compressor regulador no sistema e qual é o estado atual desses sistemas.

Fonte: O autor (2017)

Figura 28 - Documentos que descrevem a motivação do projeto.

Podemos fazer essa migração sem risco técnico?

Você trocaria o motor de arranque de um carro sem avaliar se sua especificação é adequada?



Motivação e histórico do projeto

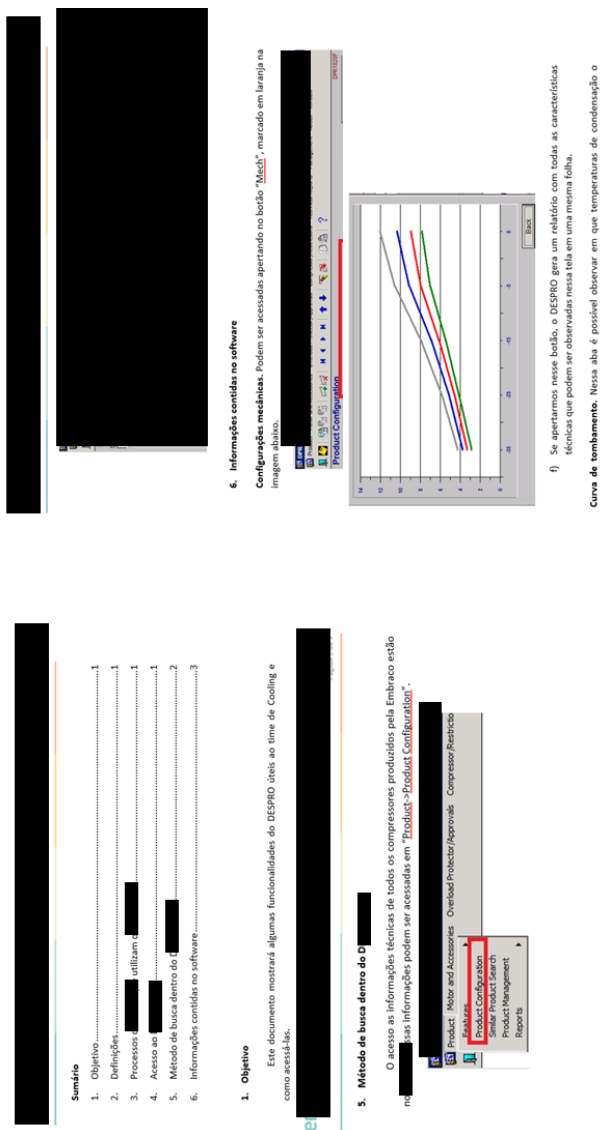
•A migração das 26 unidades tem o potencial de gerar uma redução de custo de R\$ 296 k;

•R\$ 99 k foram incluídas no escopo, com alteração do tipo dos conectores dos compressores;

Redução Máxima/unid

On scope	Redução Máxima/unid
	52,426
	32,988
	29,870
	23,470
	16,154
	14,021
	9,373
	4,286
	3,353
	2,743
	2,438
	1,600
	1,524
	1,219
	762
	635
	610
	508
	-
	-
	-
	-
	60,541
	37,643
	-
	-

Figura 29 - Guia para uso do sistema para obtenção dos dados necessários para a análise.



Fonte: O autor (2017)

5.6DIAGRAMA DE AÇÕES DO DESAFIO 1

Para melhor clareza das atividades do jogo, no Quadro 10, são apresentadas as ações do tutor e do jogador em detalhes. No quadro, também estão apresentados os meios de representação utilizados, os elementos de jogo existentes e os comentários. As atividades do Quadro 10 foram realizadas para cada uma das características técnicas do compressor. Para tornar o quadro mais resumido, é descrita apenas a primeira característica do desafio específico 1.

Quadro 10 - Detalhes das ações do tutor e do jogador – Parte 1

Respon sável	Meio de representa ção	Elementos de jogo	Comentários
Tutor	Figura 20	Introdução motivacional	O tutor torna claro as vantagens da atividade ao jogador.
Tutor	Minuta e motivação do projeto Figuras 26 e 28	Introdução ao desafio específico 1 Perguntas- guia	Deixar claro o papel do jogador de especialista do produto daquele projeto. Com o auxílio da minuta e do material de motivação (Figuras 27 e 29), o tutor apresenta a relevância do projeto para a empresa e introduz seu escopo do projeto.
Tutor		Pergunta- guia	Introduz as primeiras perguntas-guia: Podemos trocar os compressores sem risco técnico? Quais características técnicas precisam ser avaliadas?
Jogador		Ação	Lista verbalmente as características a serem avaliadas.
Tutor		Feedback	Disponibiliza o <i>template</i> de análise (Figura 28) com todos os conceitos. Frisa os esquecidos pelo jogador.

Tutor	<i>Template</i> de análise Figura 27	Pergunta- guia	Disponibiliza o <i>template</i> de análise (Figura 28) e utiliza a primeira pergunta-guia da execução: O que significa o primeiro conceito (capacidade de refrigeração)?
Jogador		Ação	Responde com suas palavras.
Tutor		Feedback	Complementa se necessário o significado do conceito.
Tutor		Pergunta- guia	Questiona: Como essas informações devem ser obtidas na empresa?
Jogador		Ação	Responde com suas palavras.
Tutor	Figura 29	Material complement ar Feedback	Disponibiliza o SOP da empresa, explica como esse documento pode ser encontrado.
Tutor		Pergunta- guia	Requisita ao jogador que busque a informações utilizando o documento e preencha o <i>template</i> .
Jogador	<i>Template</i> de análise Figura 27	Ação	Busca nos sistemas reais da empresa as informações necessárias e preenche no <i>template</i> de análise.
Tutor		Feedback	Verifica se o preenchimento foi correto.
Tutor		Pergunta- guia	Após as características técnicas de ambos os compressores estarem descritas no documento, o tutor questiona: Qual é o critério de comparação entre os compressores?
Jogador		Ação	Responde com suas palavras.

Tutor		Feedback	Complementa se necessário. Descreve como fazer a comparação entre as capacidades dos compressores de forma geral.
Tutor		Pergunta-guia	Após o jogador ter compreendido o conceito e como compará-lo, é posto a nova pergunta: Existe risco técnico devido às diferenças apresentadas pelo caso real?
Jogador		Ação	Responde com suas palavras, indica a decisão que deve ser tomada.
Tutor		Feedback	Lembra a importância do projeto, questiona sobre a certeza do jogador. Coloca a carga emocional da responsabilidade do jogador sobre a decisão.
Tutor		Pergunta-guia	Após o jogador ter tomado a decisão, nova pergunta: Quais são as consequências da diferença?
Jogador	<i>Template de análise</i> Figura 27	Ação	Reflete sobre o impacto no novo sistema com o novo compressor e reflete se mesmo assim, pode-se adotar a troca. Registra a decisão no <i>template</i> .
Tutor		Feedback	Avalia se a decisão foi correta, se não, volta para a pergunta: Qual é o critério de comparação entre os compressores?

Fonte: O autor (2017)

5.7 EXECUÇÃO DO JOGO

O jogo foi executado individualmente com o suporte de um instrutor. Os desafios 1 e 3 demoram cerca de uma hora cada, o desafio 2 demorou menos de meia hora. O jogo foi dado para todo o time, inclusive para a liderança. As únicas exceções foram os especialistas *seniors*, o papel destes foi dar suporte à criação do material e validação do conteúdo dos documentos. Posterior a cada seção individual, foi escrito um *log* contendo detalhes sobre a execução dos jogos. Também foi enviado ao indivíduo as perguntas para avaliação do jogo. Estes dois materiais, juntos, compõem o conteúdo que foi utilizado para fazer a descrição dos resultados do jogo.

No *log* foram descritos o comportamento das pessoas, como reações de surpresa, questionamentos, forma da interação com o instrutor e com o material. Foram também feitas anotações de caráter técnico, por exemplo, se as pessoas tinham base teórica para o entendimento do conteúdo ou não, se foi confusa a interação com o conteúdo ou se os desafios estavam em uma dificuldade adequada. Existe um exemplo na íntegra mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Exemplo de log.

Log do desafio 1

Nome: ██████████

Data do treinamento: 02/06/2016

Mostrou-se atento durante o treinamento. Houve uma barreira maior pois o indivíduo carecia um pouco mais de conhecimentos básicos termodinâmica e refrigeração. O que fez com que o treinamento fosse um pouco mais lento. O instrutor precisou mudar para assuntos mais básicos em algum ponto do jogo. Isso pode ter prejudicado a atenção e sensibilização em alguns momentos devido à mudança de foco.

Mas o indivíduo, mesmo sem ser perguntado, indicou que esse conhecimento precisa ser aplicado no dia-a-dia.

Pós escrito: No dia posterior a aplicação do jogo, a pessoa aplicou o conhecimento que aprendeu em um projeto real seu. Indício que a sensibilização sobre a importância do assunto funcionou. Indício também de que o aprendizado foi retido, visto que conseguiu fazer a avaliação por sua própria conta. Não houve grandes dúvidas ao instrutor, as dúvidas trazidas por ele foram referentes a assuntos de interpretação dos resultados da análise não abordados durante o treinamento.

Fonte: O autor (2017)

Cada *log* foi escrito pelo pesquisador, entre um e cinco dias após a aplicação do jogo. As perguntas para a avaliação do jogo foram enviadas para o e-mail das pessoas do time logo após a aplicação do jogo. As perguntas foram respondidas entre um dia a uma semana após a conclusão do treinamento. As perguntas de avaliação foram descritas no Item 3.2 e o formulário utilizado está anexado no Apêndice B.

5.8 AVALIAÇÃO DO JOGO

No Quadro 11, foram sumarizadas as respostas que o time deu para as perguntas de avaliação do jogo. Em sua maioria, os participantes do treinamento consideraram o conteúdo útil ou muito útil para seu dia a dia. Essa pergunta a esta resposta tinha como objetivo entender a satisfação com o jogo. Como conclusão, pode-se observar uma satisfação geral dos participantes. Tal satisfação é importante em dois aspectos. Primeiro, pelo fato de que gestores da empresa geralmente patrocinam treinamentos que os indivíduos consideram úteis (KIRKPATRICK, 1996), o que pode ser um suporte para que esse treinamento continue a ser dado e para que seu conteúdo continue a ser difundido. E, segundo, mede a motivação e interesse dos participantes pelo assunto, o que reflete uma maior chance de aprendizagem do produto (KIRKPATRICK, 1996) e sua utilização pelos participantes no futuro.

Todos os participantes se mantiveram atentos durante o jogo. Esta é um comportamento importante, na medida em que se apresenta numa forte relação com o aprendizado (KIILI et al., 2012), além de indiciar um fluxo. Essa resposta indica que a forma que a introdução, os desafios e a história do jogo apresentados não confundiram, mas sim contribuíram em manter a atenção, o foco e a motivação dos participantes. A metodologia de desenvolvimento do jogo tinha esse objetivo, o que sugere que a aplicação da metodologia tenha sido bem-sucedida.

A pergunta 3 tem como objetivo avaliar os feedbacks cognitivos. A importância e os exemplos sobre essa reflexão foram descritos nos Itens 3.5 e 4.4. A qualidade do *feedback* cognitivo é um dos fatores mais importantes de um jogo educativo, pois indica que o jogo atingiu seus objetivos de aprendizagem (KIILI et al., 2012). Neste caso, a maior parte dos indivíduos entendeu como as técnicas devem ser aplicadas no dia a dia.

Por meio da pergunta 4 foi possível observar que o material não se mostrou como uma barreira para o entendimento do conteúdo. Segundo Kiili et al. (2012), um jogo “difícil” de ser jogado pode reduzir a atenção dos indivíduos ao conteúdo.

Ressalta-se que os indivíduos que consideraram o material “um pouco complexo”, questão 3, foram os mesmos que consideraram “a maioria das técnicas claras”, ou seja, foram os mesmos indivíduos que fizeram as avaliações das perguntas 3 e 4, em graus mais baixos. No próximo capítulo, será apresentada uma justificativa destas respostas com base nas observações feitas durante a execução do jogo.

Ademais, todos os jogadores consideraram os desafios claros, indicando que este pré-requisito para manter o foco dos participantes (KIILI et al., 2012) foi atendido. Também todos, com exceção de uma pessoa, consideraram os desafios de acordo com suas habilidades, indicando que este pré-requisito para manter a motivação dos participantes (KIILI et al., 2012) foi também atendido.

De forma geral, as respostas indicam que o jogo atendeu os requisitos para manter a atenção, motivação e foco dos indivíduos, bases para o estado de fluxo, que têm como consequência, o engajamento dos participantes com o jogo e a retenção de seus objetivos de aprendizagem (KIILI et al., 2012). A avaliação indica que a metodologia desenvolvida nesta pesquisa obteve êxito em desenvolver uma ferramenta de ensino efetiva no contexto de desenvolvimento de produtos, utilizando como base teórica técnicas de aprendizagem ativa.

Quadro 11 - Sumário das respostas dos participantes do jogo.

Dimensões de avaliação	Pergunta	Objetivo da pergunta	Respostas
Reação	1) O que você aprendeu nesse treinamento será útil para você?	Identificar se o indivíduo ficou satisfeito com o conteúdo do treinamento	3 Muito útil 4 Útil 0 Útil eventualmente 0 Não será útil
Aprendizagem	Sem pergunta, observações foram anotadas em um log	Identificar se o indivíduo conseguiu executar a atividade	Todos conseguiram executar a atividade. Ver detalhes no Capítulo 6.2.
Alta concentração	2) Você conseguiu manter-se atento durante o treinamento?	Identificar se o indivíduo conseguiu manter-se focado, pré-requisito do fluxo e conseqüentemente da aprendizagem	7 Todo o tempo 0 Perdi em alguns momentos 0 Perdi em muitos momentos 0 Não mantive a atenção
Feedback cognitivos	3) No fim do treinamento, ficou claro como as técnicas ensinadas são aplicadas e a utilidade de cada uma?	Identificar se o indivíduo conseguiu relacionar os objetivos de aprendizagem com suas aplicações	5 Todas 2 A maioria ficou clara 0 Minoria 0 Nenhuma

Jogabilidade	4) Como foi a iteração com o material?	Identificar se o meio de representação era complexo ou simples. Material complexo demais poderia aumentar a carga cognitiva do indivíduo e prejudicar o aprendizado	5 Simples e natural 2 Pouco complexa 0 Complexa
Desafios claros	5) Foram apresentados com clareza qual era o desafios de cada etapa do jogo?	Desafios claros para facilitar o foco, que auxilia o aprendizado.	7 Todos estavam claros 0 Algumas estavam claras 0 Não foi claro
Desafios de acordo com a habilidade do jogador	6) Como foi a dificuldade do desafio apresentado no jogo?	Desafios muito fáceis podem desmotivar, desafios muito difíceis podem criar ansiedade. Ambas essas situações atrapalham o aprendizado	6 Ao alcance das habilidades 1 Além de minhas habilidades

Fonte: O autor (2017)

5.9 CONTEÚDO DO LOG E DISCUSSÃO DO JOGO

Todos os participantes conseguiram executar as atividades sem grandes dificuldades. E, no geral, os indivíduos se mostraram bastante atentos e participativos durante a execução do jogo. Concordaram que o conteúdo do treinamento era bastante relevante para o dia-a-dia no trabalho e que esse exercício seria útil para o desenvolvimento das habilidades de análise crítica do sistema de refrigeração, principalmente do compressor e do condensador. A atenção é um ponto positivo, visto que é um indicativo de que os indivíduos se mantiveram próximos ou em fluxo.

O foco foi disperso por 3 indivíduos devido à sua falta de conhecimentos básicos de refrigeração e termodinâmica. Estes indivíduos não apresentam formação em engenharia ou refrigeração. Assim, parte do tempo dos treinamentos foi utilizada na apresentação de alguns conceitos básicos, sendo que estes não estavam entre os objetivos de aprendizagem do jogo. É interessante observar que foram esses mesmos indivíduos que avaliaram o jogo em graus mais baixos na qualidade do *feedback* cognitivo, pergunta 3, bem como na complexidade do material, pergunta 4, e na dificuldade do jogo, pergunta 6. Isso faz sentido, pois os indivíduos que tinham menos conhecimentos básicos tiveram mais dificuldade nas reflexões e na compreensão do material. Neste sentido, é possível que a dificuldade apresentada por estes indivíduos não tenha sido devido ao jogo, mas sim à essa falta de conhecimento que representou uma barreira adicional para o aprendizado nestes indivíduos.

Esse fator de dispersão de foco, descrito no parágrafo anterior, não foi identificado durante a avaliação do contexto e do time. Durante a avaliação do contexto, foram levantadas as oportunidades de ferramentas de aprendizagem não existentes da área (Item 5.1.6) e as metas de desenvolvimento das pessoas passada pela liderança (Item 5.1.3), sendo que os objetivos de aprendizagem foram definidos com base nas metas de desenvolvimento. No entanto, não foi feita uma avaliação do conhecimento de cada especialista. O único momento em que houve oportunidade de identificar as necessidades individuais foi na última pergunta da coleta de informações sobre o contexto (Item 4.1). Mesmo assim, as informações passadas pelos especialistas não eram suficientes para elaborar uma estratégia melhor do que a adotada.

Com base nesta discussão, observa-se que é possível utilizar o método apresentado nesta pesquisa de forma personalizada, ou seja, é possível criar um jogo para desenvolver um objetivo específico, contanto que sejam explorados melhor o conhecimento e preferências de cada indivíduo. Isso poderia ser um tema para pesquisas futuras.

Todos os participantes afirmaram a importância do conteúdo. Duas pessoas disseram que ser importante ter esse aprendizado e que se soubessem disso antes já teriam utilizado esse conhecimento em outras oportunidades. Dois outros participantes, logo após o treinamento, aplicaram essa avaliação em um de seus projetos em andamento. A líder do time afirmou que iria cobrar a avaliação quando estivesse revendo o trabalho do time. Isso indica que o treinamento foi efetivo, com potencial de alterar o comportamento dos indivíduos, e corrobora os resultados apresentados na avaliação mostrada no Item 5.7.

Em suma, a estrutura do jogo foi baseada nos elementos descritos no Item 3.1.4, como desafios distribuídos, execução com o auxílio do tutor fazendo com que o indivíduo refletisse sobre o conteúdo aprendido, introdução motivacional, etc. Conforme descrito nos Itens 5.7 e 5.8, foram observados engajamento e motivação dos participantes, características necessárias para a aprendizagem. No entanto, vale observar que o jogo não foi desenvolvido a fim de entreter ou divertir os participantes, não foi incluído nenhum elemento lúdico. Dessa forma, o jogo apresentado no estudo de caso, poderia ser considerado uma gamificação - já muito utilizado no ambiente empresarial -, já que incluiu elementos de jogos fora do contexto de jogos de entretenimento (WERBACH, 2013), conforme visto no Item 2.5. Ou seja, o jogo apresentado nesta pesquisa, pela definição de Michael e Chen (2006), pode ser considerado um jogo sério, uma vez que prioriza o ensino frente ao entretenimento. Ressalta-se, por fim, que o modelo apresentado pela presente pesquisa não exclui a possibilidade da criação de um jogo lúdico e divertido, apenas não foi esta a linha escolhida neste estudo de caso.

6 CONCLUSÃO

6.1 CONCLUSÃO

A base teórica do Capítulo 2 e o desenvolvimento do modelo do Item 3.1 basearam o modelo apresentado no Capítulo 4. A aplicação do modelo em pilotos, como o apresentado no Item 4.6 e no estudo de caso apresentado do Capítulo 5, validaram o modelo, o que, de fato, cumpre o objetivo de pesquisa.

Os elementos básicos para a formação do jogo, um dos objetivos específicos desta pesquisa, foi cumprido no Item 3.1.4. Os elementos são: ligação entre o objetivo de aprendizagem, desafios, ação do jogador, *feedback*, desafios e objetivos de aprendizagem divididos para dar progressão ao jogo. Estes elementos foram observados em diversas fontes da revisão bibliográfica. Alguns deles têm relação com o NPD em empresas ou com as premissas desta pesquisa, são: o uso de situações reais, introdução geral do jogo, o uso de tutores, perguntas-guia, atividades de aprendizagem e estilos de jogo baseados no objetivo de aprendizagem do jogo. Esses elementos foram extraídos da teoria sobre jogos, mais especificamente, da teoria de fluxo, utilizada por pesquisadores da área e como teoria complementar para os requisitos para desenvolvimento de ABPs. Assim, pode-se considerar que o embasamento teórico do modelo final é um híbrido entre a ABP e jogos, característica comum na área de AA (PRINCE, 2004). Este hibridismo representa uma novidade frente aos modelos avaliados no Item 3.1.2. Por isto, foi necessário o desenvolvimento de um modelo específico para a área de DNP para empresas, devido às limitações identificadas nos modelos encontrados na literatura, são eles:

- O modelo de Kiili et al. (2012) não descreve como desenvolver jogos, apenas as características que eles devem ter;
- O modelo de Freitas (2006) é para seleção de jogos para determinados ambientes, também não descreve o desenvolvimento de novos jogos;
- O modelo de Werback (2013) descreve o processo de gamificação, que pode e já é utilizado em empresas. Entretanto o autor busca, com seu modelo, reforçar comportamentos do jogador, ao passo esta pesquisa buscou reforçar e difundir práticas (ver Item 3.1.1) por meio do ensino de habilidades, reforço de atitudes ou sentimentos (ver Item 4.2);

- O modelo de Amarin e Seagram (2003) foca nos elementos do roteiro e não apresenta de forma clara as etapas para o desenvolvimento do jogo.

A teoria de fluxo influenciou todas as etapas do modelo, mas principalmente com a ideia de *feedback* cognitivo, ou reflexão, e jogabilidade (KILLI et al, 2012). Já a ABP influenciou principalmente as primeiras etapas do modelo, pois sua base teórica foca em como criar desafios interessantes e como estes devem ser apresentados. A utilização de casos reais (BRIDGES; HALLINGER, 2007), o uso de decisões a fim de sensibilizar os estudantes (BRIDGES; HALLINGER, 2007), a apresentação dos conceitos, os desafios de aprendizagem em etapas sequenciais (BRIDGES; HALLINGER, 2007) e o uso e papel de tutores (YEW; SCHMIDT, 2012) são, todos, baseadas na teoria da ABP.

O sequenciamento de etapas a serem cumpridas para desenvolvimento do jogo, outro objetivo específico, foi atingido no Capítulo 4, sumarizado na Figura 7. Baseando-se nos elementos básicos necessários aos jogos, foram desenvolvidas as etapas do modelo necessárias para responder aos objetivos propostos. Estas etapas do modelo foram aperfeiçoadas após diversos pilotos, (Item 4.6). O resultado final foi apresentado ao longo do Capítulo 4. O sequenciamento das etapas foi definido com base na predecessão e sucessão existentes entre os elementos indicada pela literatura (ver discussão no Item 3.1.6) e a quantidade de etapas foi definida com base nos papéis dos participantes na criação do jogo, conforme descrito no Item 3.1.6. Quando os participantes mudaram de papel ou deixaram de participar, caracterizou-se uma mudança da etapa.

A literatura indica que o jogo deve ser baseado no contexto, indício de que o contexto é a primeira etapa. Indica também que os desafios devem ter ligação direta com os objetivos de aprendizagem. Da premissa discutida no Item 3.1.1, o objetivo de aprendizagem de uma empresa não estará claro previamente. Sendo assim, chega-se a ordem das três primeiras etapas: entender o contexto, definir os objetivos de aprendizagem e definir os desafios. O roteiro é o momento do detalhamento do jogo, este só pode ser feito após os desafios estarem claros. E, por último, há a seleção do meio de representação, este deve ser selecionado com base na estrutura definida para o jogo, obtida durante o roteiro. Deixar o meio de representação para o final também permite que o mesmo roteiro de jogo possa ser adaptado para diferentes meios de representação.

O objetivo específico da pesquisa, de estabelecer os critérios para medir a desempenho dos jogos desenvolvidos, foi atingido no Item 3.2.

Para isso, foi adaptada uma metodologia de medição de resultado de treinamentos, baseado no modelo de Kirkpatrick (1996), e também foi considerada a teoria de fluxo.

As dimensões medidas do modelo de Kirkpatrick (1996) foram as mesmas indicadas como as comuns para esse tipo de pesquisa, de acordo com o estudo de O'Neil, Wainess, Baker (2005). O resultado de reação foi positivo, o que é um indicativo de interesse e motivação em aprender o que foi apresentado (KIRKPATRICK, 1996). Uma reação positiva é um indicativo de que o treinamento poderá ser requisitado novas vezes, pois os gerentes tomam decisões na impressão de seus funcionários (KIRKPATRICK, 1996). A gerente, uma das participantes que recebeu o treinamento, também avaliou de forma positiva o jogo. Indicou muito interesse no conteúdo do jogo, afirmando que cobrará essas avaliações de seus especialistas. O método desenvolvido para avaliação do desempenho foi genérico, para que pudesse ser utilizado em qualquer jogo desenvolvido pelo modelo desta pesquisa, conforme descrito no Item 3.3.

Em relação ao último objetivo específico desta pesquisa, a estrutura básica do jogo foi definida no Item 3.1.5. A versão final também foi atingida após o embasamento teórico do Item 2.6 e dos pilotos no Item 4.6. Pode-se observar que a estrutura final (Figura 6) do jogo inclui a introdução geral, com o intuito de responder ao participante porque ele deve participar do jogo. Esta estratégia é importante para manter a atenção do participante e é uma boa prática da ABP (BRIDGES; HALLINGER, 2007). A estrutura final também apresenta a quebra da dinâmica do jogo em pequenos desafios, o que é indicado como boa prática em ambas as teorias, da ABP (BRIDGES; HALLINGER, 2007) e jogos (KILLI et al 2012).

O modelo final pode ser avaliado conforme as observações realizadas durante a pesquisa. O jogo é personalizado ao contexto, assim as pessoas em treinamento identificam-se com o material, o que é positivo para a aprendizagem (BRIDGES; HALLINGER, 2007). Embora seja trabalhoso é possível aplicar o jogo em contextos diferentes, a depender da adaptação do material de treinamento. É possível, inclusive, adaptar o jogo para indivíduos, deixando-o ainda mais personalizado, e mesmo desenvolver um jogo sem instrutor, mas, para isso, é necessário um jogo mais elaborado, com a utilização de interfaces gráficas para facilitar a exclusão do instrutor.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No decorrer do trabalho, foram identificadas algumas lacunas de conhecimento, que podem ser sugeridas nos seguintes trabalhos futuros:

- Desenvolver a estrutura de jogos para envolver mais de um setor da empresa com interface de diferentes equipes;
- Criar um jogo utilizando um meio de representação virtual, fazendo com que o jogo assemelhe-se a um jogo de computador sem necessidade da existência de um instrutor e permitir a execução do jogo em qualquer horário;
- Desenvolver uma avaliação estruturada de conhecimento e de mudança do comportamento do time, passados alguns meses do treinamento.

REFERÊNCIAS

- AKGÜN, A. E.; LYNN, G. S.; BYRNE, J. C. Antecedents and consequences of unlearning in new product development teams. **Journal of Product Innovation Management**, v. 23, n. 1, p. 73-88, 2006.
- ALBERS, A. et al. Academic Engineering Design Education in a Realistic Environment. In: **ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, p. 565-573, 2009.
- AMORY, A.; SEAGRAM, R. Educational game models: conceptualization and evaluation: the practice of higher education. **South African Journal of Higher Education**, v. 17, n. 2, p. 206-217, 2003.
- BALACHANDRA, R.; FRIAR, J. H. Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework. **IEEE Transactions on Engineering management**, v. 44, n. 3, p. 276-287, 1997.
- BRIDGES, E. M.; HALLINGER, P. **A Problem-based Approach for Management Education: Preparing Managers for Action**, Springer, Dordrecht.2007.
- MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Elsevier, 2012.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R & D. **The economic journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.
- COOK, D. A.; DUPRAS, D. M. A practical guide to developing effective web-based learning. **Journal of general internal medicine**, v. 19, n. 6, p. 698-707, 2004.
- COOK, D. A. et al. What do we mean by web-based learning? A systematic review of the variability of interventions. **Medical education**, v. 44, n. 8, p. 765-774, 2010.

COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. Winning businesses in product development: The critical success factors. **Research-Technology Management**, v. 50, n. 3, p. 52-66, 2007.

COOPER, R. G. The invisible success factors in product innovation. **Journal of product innovation management**, v. 16, n. 2, p. 115-133, 1999.

FREITAS, S.; OLIVER, M. How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated?. **Computers & education**, v. 46, n. 3, p. 249-264, 2006.

FREITAS, S. Learning in Immersive worlds. A review of game-based learning. **London: Joint Information Systems Committee**, 2006.

EBERLEIN, T. et al. Pedagogies of engagement in science. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 36, p. 262-273, 2008.

EVERAERT, P.; SWENSON, D. W. Truck redesign case: Simulating the target costing process in a product design environment. **Issues in Accounting Education Teaching Notes**, v. 29, n. 1, p. 110-128, 2014.

FAIN, N. et al. A novel design education approach for professional global product realization. In: **DS 46: Proceedings of E&PDE 2008, the 10th International Conference on Engineering and Product Design Education, Barcelona, Spain, 04.-05.09. 2008**. p. 643-648, 2008.

FLORIDA STATE UNIVERSITY. **Instruction at FSU: A Guide to Teaching & Learning Practices**. Chapter 8. Disponível em: <<https://distance.fsu.edu/instructors/instruction-fsu-guide-teaching-learning-practices>>. Acesso em 01 de dezembro de 2016.

FUTAMI, A. H. **Proposta de modelo para avaliação da aprendizagem a partir das operações cognitivas do projetista**. UFSC, 2012.

GABELICA, C.; FIORE, S. M. What can training researchers gain from examination of methods for active-learning (PBL, TBL, and SBL).

In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, p. 462-466, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 4 ed, 2002.

GOFFIN, K.; KONERS, U. Capturing Tacit Knowledge in New Product Development: A Study of Post-Project Reviews. **International Journal of Technology Intelligence and Planning**, v. 4, n. 3, p. 234-256, 2008.

GOFFIN, K.; KONERS, U. Tacit knowledge, lessons learnt, and new product development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 28, n. 2, p. 300-318, 2011.

HORVÁTH, I. et al. Reflections of teaching global product realization in academic virtual enterprise. In: **ASME 2004 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, p. 613-622, 2004.

KIILI, K. et al. The design principles for flow experience in educational games. **Procedia Computer Science**, v. 15, p. 78-91, 2012.

KIRKPATRICK, D. Revisiting Kirkpatrick's four-level model. **Training & Development**, v. 50, n. 1, p. 54-57, 1996.

KONERS, U; GOFFIN, K. Learning from Postproject Reviews: A Cross-Case Analysis. **Journal of Product Innovation Management**, v. 24, n. 3, p. 242-258, 2007.

KNOWLES, M. S.; HOLTON III, Elwood F.; SWANSON, Richard A. **Aprendizagem de resultados: uma abordagem prática para aumentar a efetividade da educação corporativa**. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier, 2009. 373 p.

KOTLER, P. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle, Tradução Ailton Bonfim Brandão, São Paulo: Atlas, 1998. Título Original. **Marketing management**, 1997.

LANTADA, A. D. et al. Teaching applications for rapid prototyping technologies. **International Journal of Engineering Education**, v. 23, n. 2, p. 411-418, 2007.

LANTADA, A. D. et al. Learning through play in a final year subject: enjoyable design experience for teaching product development. **The International journal of engineering education**, v. 27, n. 3, p. 488-497, 2011.

LANTADA, A. D. et al. Towards successful project-based teaching-learning experiences in engineering education. **International Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 2, p. 476-490, 2013.

LEWIS, S. E. Retention and reform: an evaluation of peer-led team learning. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 6, p. 703-707, 2011.

LORENZO-YUSTOS, H. et al. Towards complete product development teaching employing combined CAD–CAM–CAE technologies. **Computer Applications in Engineering Education**, v. 18, n. 4, p. 661-668, 2010.

LYNN, G.; SIMPSON, J.; SOUDER, W. Effects of organizational learning and information-processing behaviors on new product success. **Marketing Letters**, v. 8, n. 1, p. 33-39, 1997.

LYNN, G. S. New product team learning: Developing and profiting from your knowledge capital. **California management review**, v. 40, n. 4, p. 74-93, 1998.

LYNN, G. S. et al. Learning is the critical success factor in developing truly new products. **Research-Technology Management**, v. 41, n. 3, p. 45-51, 1998.

LYNN, G. S.; SKOV, R. B.; ABEL, K. D. Practices that support team learning and their impact on speed to market and new product success. **Journal of Product Innovation Management**, v. 16, n. 5, p. 439-454, 1999.

MAIDIQUE, M. A.; ZIRGER, B. J.. The new product learning cycle. **Research policy**, v. 14, n. 6, p. 299-313, 1985.

- MEYERS, P. W.; WILEMON, D. Learning in new technology development teams. **Journal of Product Innovation Management**, v. 6, n. 2, p. 79-88, 1989.
- MICARI, M.; STREITWIESER, B.; LIGHT, G. Undergraduates leading undergraduates: Peer facilitation in a science workshop program. **Innovative Higher Education**, v. 30, n. 4, p. 269-288, 2005.
- MICHAEL, D.; CHEN, S. Serious games: games that educate, train, and inform. **Thomson Course Technology**. 2006.
- MINASIAN-BATMANIAN, L. C. Guidelines for developing an online learning strategy for your subject. **Medical Teacher**, v. 24, n. 6, p. 645-647, 2002.
- MINDERHOUT, V.; LOERTSCHER, J. Lecture-free biochemistry. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 35, n. 3, p. 172-180, 2007.
- MONTOYA-WEISS, M. M.; CALANTONE, R. Determinants of new product performance: A review and meta-analysis. **Journal of product innovation management**, v. 11, n. 5, p. 397-417, 1994.
- MOSKOWITZ, H.; WARD, J. A three-phase approach to instilling a continuous learning culture in manufacturing education and training. **Production and Operations Management**, v. 7, n. 2, p. 201-209, 1998.
- NAKAMURA, J.; CSIKSZENTMIHALYI, M. Flow theory and research. **Handbook of positive psychology**, p. 195-206, 2009.
- O'NEIL, H. F.; WAINESS, R.; BAKER, E. L. Classification of learning outcomes: Evidence from the computer games literature. **The Curriculum Journal**, v. 16, n. 4, p. 455-474, 2005.
- PAHL, G. et al. **Engineering Design: A Systematic Approach**. London: Springer, p. 617, 2007.
- PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: SENAC, 2012.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of engineering education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

RIEK, R. F. From experience: Capturing hard-won NPD lessons in checklists. **Journal of Product Innovation Management**, v. 18, n. 5, p. 301-313, 2001.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2014. 545 p.

ROTH, G.; KLEINER, A. Developing organizational memory through learning histories. **Organizational dynamics**, v. 27, n. 2, p. 43-60, 1998.

SCHINDLER, M.; EPPLER, M. J. Harvesting project knowledge: a review of project learning methods and success factors. **International journal of project management**, v. 21, n. 3, p. 219-228, 2003.

SINAV, A.; AMBRON, R. Interactive web-based programs to teach functional anatomy: The pterygopalatine fossa. **The Anatomical Record Part B: The New Anatomist**, v. 279, n. 1, p. 4-8, 2004.

SONG, X. M.; PARRY, M. E. The determinants of Japanese new product successes. **Journal of marketing research**, p. 64-76, 1997.

TESS, P. A. The role of social media in higher education classes (real and virtual)—A literature review. **Computers in Human Behavior**, v. 29, n. 5, p. A60-A68, 2013.

TESSIER, J. T.; PENNIMAN, C. A. An Inquiry-Based Laboratory Design for Microbial Ecology. **Bioscene: Journal of College Biology Teaching**, v. 32, n. 4, p. 6-11, 2006.

TIEN, L. T.; ROTH, V.; KAMPMEIER, J. A. A course to prepare peer leaders to implement a student-assisted learning method. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 9, p. 1313, 2004.

TUAN, H. L et al. Investigating the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different learning styles students. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 3, p. 541-566, 2005.

YEW, E. H. J; SCHMIDT, H. G. What students learn in problem-based learning: A process analysis. **Instructional Science**, v. 40, n. 2, p. 371-395, 2012.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For the win: How game thinking can revolutionize your business**. Wharton Digital Press, 2012. 148p.

WERBACH, K.. **Gamification Lecture**. Pensilvania University, 2013
Disponível em : <<https://class.coursera.org/gamification-002/lecture>>.
Acesso em 15 de novembro de 2016.

WHITE, H. **“Creating Problems” for PBL**, 1994 Disponível em:
<<https://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-chem.html>>. Acesso em 20 de novembro de 2016.

ZAVBI, R.; KOLSEK, T.; DUHOVNIK, J. Virtual Product Development Study Courses Evolution and Reflections. In: **DS 58-10: Proceedings of ICED 09, the 17th International Conference on Engineering Design, Vol. 10, Design Education and Lifelong Learning, Palo Alto, CA, USA, 24.-27.08. 2009**. 2009. p. 113-124

APÊNDICES

APÊNDICE A– Questionário para Coleta de Informações sobre o Contexto

08/12/2015 Aprendizagem no ambiente de trabalho

Aprendizagem no ambiente de trabalho

Pesquisa de suporte para mestrado na área de Engenharia de Produção e Sistemas
Universidade Federal de Santa Catarina, 2015

*Required

- Como você gosta de aprender? *
- Como você costuma aprender no trabalho? *
- Quais ferramentas a empresa fornece que te auxiliam na aprendizagem? *
- Quais outros meios de aprendizagem do trabalho que você utiliza? *
Mark only one oval per row.

	Frequentemente	As vezes	Raramente	Nunca
Checklist	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estórias de colegas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisões de projetos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artigos de projetos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bases de dados de lições aprendidas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Documentação de projetos anteriores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procedimentos formais da empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contato com colegas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Qual principal fonte de conhecimento/prática que te faz reduzir a sua eficiência/eficácia no trabalho?

<https://docs.google.com/forms/d/1DgQ8BfC6wEAUjDuzrHdzP9VJMaX7N5TWPLjDsdg/edit?ui=1>

1/2

Fonte: O autor (2017)

00122015 Aprendizagem no ambiente de trabalho

6. Deixe aqui outros comentários que você acredita serem pertinentes a aprendizagem no seu ambiente de trabalho: *

Perfil

Registre aqui seu perfil

7. Quanto tempo você trabalha na empresa? *

8. Qual é o tipo de seu contrato? *

Mark only one oval.

Estágio

CLT

Tercerizado

9. Idade: *


10. Sexo: *

Mark only one oval.

Masculino

Feminino

11. Formação *

Powered by  Google Forms

<https://docs.google.com/forms/d/0GtSFC6eHxUzHdzP9VtAua7H5TWLjNDdglj8Zuiv1> 22

APÊNDICE B – Questionário de Avaliação do Material de Treinamento

Avaliação do material de treinamento

O que você aprendeu aqui será útil para você no ambiente de trabalho?

Considere todos os aspectos.

- Será muito útil no dia a dia
- Será útil
- Será útil eventualmente
- Não será útil

Você conseguiu manter-se atento durante o treinamento?

- Mantive-se todo o tempo
- Perdi a atenção em alguns momentos
- Perdi a atenção em muitos momentos
- Não consegui manter a atenção

No fim do treinamento, ficou claro como as técnicas ensinadas são aplicadas e a utilidade de cada uma?

- Todas ficaram claras
- A maioria ficou clara
- A minoria ficou clara
- Nenhuma das técnicas ficou clara

Como foi a interação com o material?

- Complexa, necessitando tempo e concentração para entender o que o material estava requisitando.
- Pouco complexa, perdemos um pouco de tempo e concentração para entender o que o material estava requisitando.
- Simples e natural. O material não atrapalhou o aprendizado

Foram apresentados com clareza qual era o desafio de cada etapa do jogo?

- Não foi claro, isso comprometeu o entendimento do material.
- Algumas foram claras, outras não
- Todos os desafios estavam claros

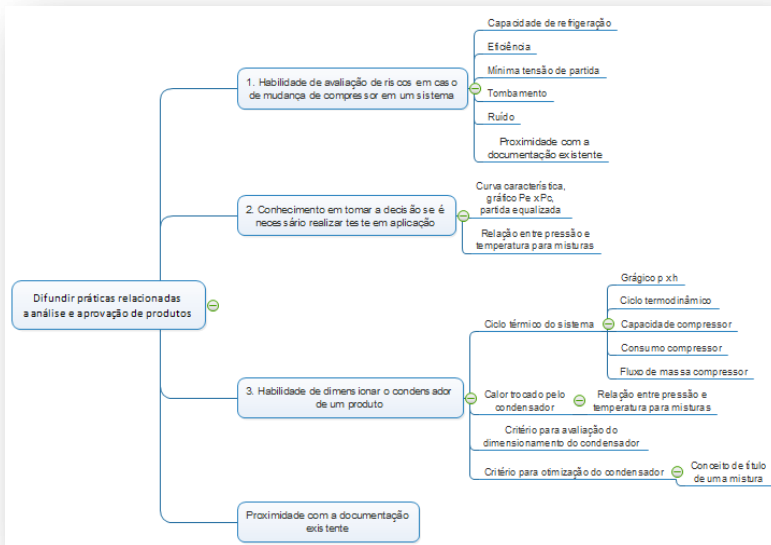
Como foi a dificuldade do desafio apresentado no jogo?

- O desafio estava além de minhas habilidades
- Foi desafiador, mas estava ao alcance de minhas habilidades

Submit

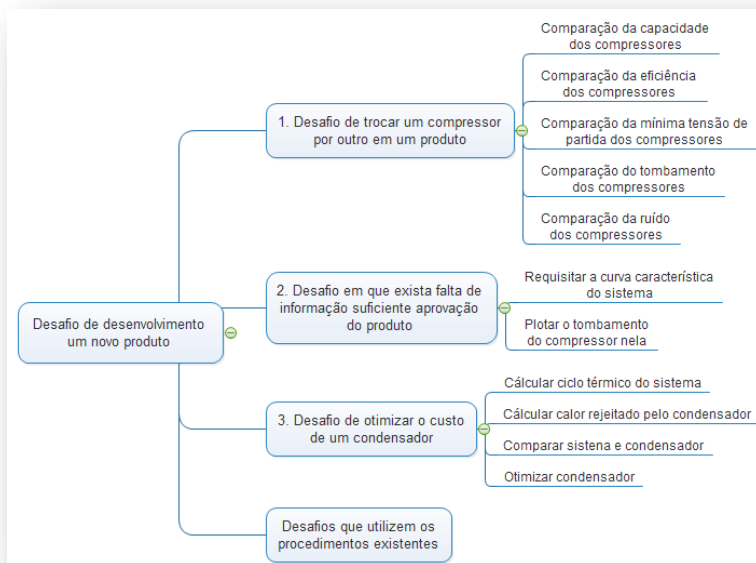
APÊNDICE C– Diagramas dos Desafios 2 e 3

Figura 31 - Objetivos de aprendizagem específicos dos desafios 1, 2 e 3



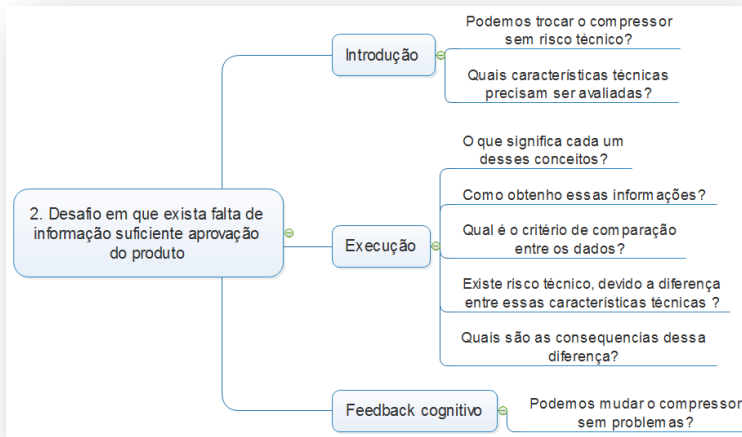
Fonte: O autor (2017)

Figura 32 - Lista de desafios específicos 1, 2 e 3



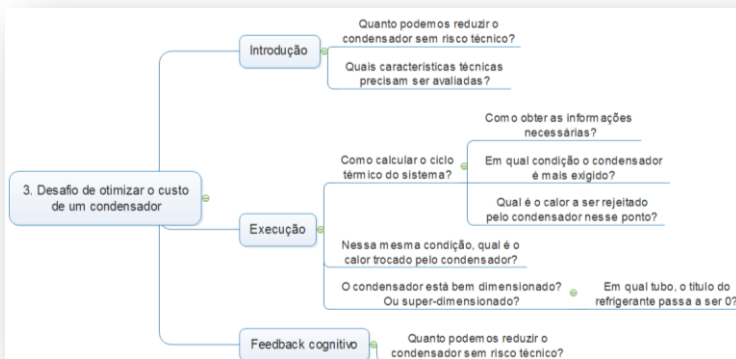
Fonte: O autor (2017)

Figura 33 - Lista de perguntas-guia desafio 2



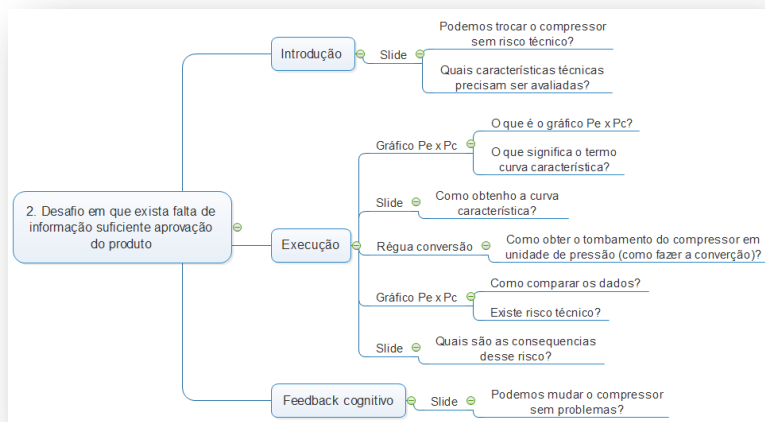
Fonte: O autor (2017)

Figura 34 - Lista de perguntas-guia desafio 3



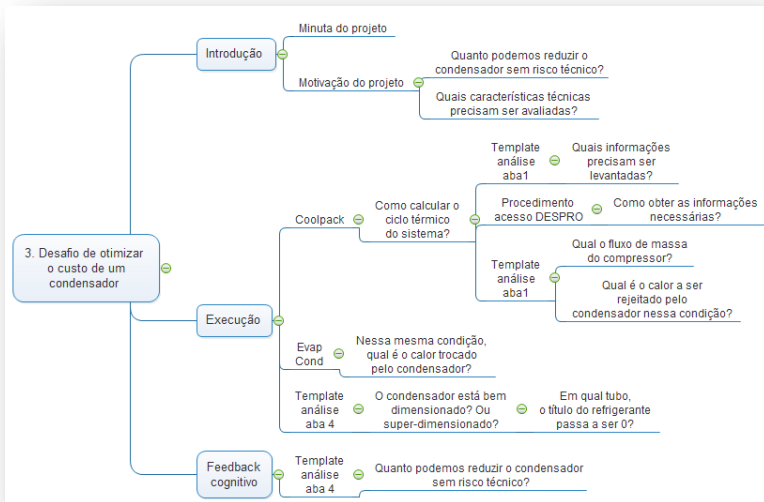
Fonte: O autor (2017)

Figura 35 - Relação entre perguntas-guia, etapas e meios de representação do desafio 2



Fonte: O autor (2017)

Figura 36 - Relação entre perguntas-guia, etapas e meios de representação do desafio 3



Fonte: O autor (2017)