

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DA INOVAÇÃO

Danilo Sartorelli Barbato

SERIOUS GAMES COM SIMULADOR DE GESTÃO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO

Santo André, SP – Brasil
Outubro de 2017

Danilo Sartorelli Barbato

SERIOUS GAMES COM SIMULADOR DE GESTÃO DE PROJETOS DE INOVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação da Universidade Federal do ABC, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão da Inovação.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Santaella Braga
Coorientador: Profa. Dra. Karla Vittori

Santo André, SP – Brasil
Outubro de 2017

Sartorelli Barbato, Danilo

Serious Games com Simulador de Gestão de Projetos de Inovação/Danilo Sartorelli Barbato. – 2017.

124 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Santaella Braga

Coorientador: Profa. Dra. Karla Vittori

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação, Santo André, 2017.

1. inovação. 2. *serious games*. 3. gamificação. 4. gerenciamento. 5. simulador. I. Santaella Braga, Alexandre II. Vittori, Karla III. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação, 2017. IV. Título

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

Santo André, _____ de _____ de 20 ____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de mestrado do candidato Danilo Sartorelli Barbato em 30 de Outubro de 2017:

Prof. Dr. Alexandre Santaella Braga (PUC-SP e FATEC SCS) - Presidente

Prof. Dr. Nome20 (UF123) - Membro titular

Prof. Dr. Nome30 (UF123) - Membro titular

Prof. Dr. Nome40 (UF123) - Membro titular

Prof. Dr. Nome50 (UF123) - Membro suplente

Prof. Dr. Nome60 (UF123) - Membro suplente

Dedico este trabalho aos meus
pais, esposa e amigos.

Agradecimentos

Agradeço ao grande apoio da equipe de desenvolvimento do protótipo de InnoTycoon.

Epígrafe

“Quando vocês acham que as pessoas morrem? Quando elas levam um tiro de pistola bem no coração? Não. Quando são vencidas por uma doença incurável? Não! Quando bebem uma sopa de cogumelo venenoso? Não! Elas morrem... quando são esquecidas. Mesmo depois que eu for, meu sonho tornará realidade. Os corações doentes serão curados.”

(Hiluluk - One Piece)

Resumo

O ensino de gestão de projetos de inovação é tradicionalmente feito através da exposição de grande base de conhecimentos abstratos aos alunos, o que dificulta a compreensão dos mesmos sobre a aplicação destes conceitos em situações práticas. Apesar das tecnologias da informação e comunicação (TICs) tornarem-se ferramenta de suporte ao treinamento e educação, com uso de simulações e gamificações, poucas são as aplicações que possuem foco em inovação e ainda menos as que consideram elementos de game design em seu planejamento e desenvolvimento, de forma a potencializar o engajamento dos alunos e resultados do ensino. Dentro deste contexto, esta pesquisa propõe um framework de serious game para a simulação da gestão de produtos com conceitos de gestão da inovação. Este framework foi desenvolvido com um alto nível de abstração e no estilo Tycoon para permitir a uso dos conceitos de gestão da inovação de forma simplificada através de simulador de gestão de produtos. O objetivo foi correlacionar as características de gestão de inovação e suas mensurações que podem ser exploradas em simuladores, utilizando técnicas de game design. Posteriormente, foi desenvolvido um protótipo dessa aplicação. Deseja-se que o framework proposto e o protótipo desenvolvido sejam utilizados como ferramenta de suporte à aprendizagem de conceitos ensinados por professor em sala de aula, permitindo a experimentação e o maior engajamento dos jogadores/estudantes com relação a este tema.

Palavras-chave: inovação. serious games. gamificação. gerenciamento. simulador.

Abstract

The teaching of innovation project management is traditionally done by exposing a large abstract knowledge base to the students, which makes it difficult the understanding about the application of these concepts in practical situations. Although information and communication technologies (TICs) became a support tool for training and education, with the use of simulations and gamifications, there are few applications that focus on innovation, and even fewer that consider elements of game design in its planning and development in order to enhance the engagement and results of teaching. Within this context, this research proposes a serious game framework for the simulation of product management with concepts of innovation management. This framework was developed with a high level of abstraction and Tycoon style to allow the use of innovation management concepts in a simplified way through a product management simulator. The objective was to correlate the characteristics of innovation management and its measurements that can be explored in simulators using game design techniques. Subsequently, a prototype of this application was developed. It is hoped that the proposed framework and the developed prototype will be used as a tool to support the learning of concepts taught by teachers in the classroom, allowing the experimentation and the greater engagement of the players / students in relation to this theme.

Keywords: innovation. serious games. gamification. management. simulations.

Lista de Ilustrações

Figura 2.1	Gamificação entre <i>game</i> e <i>play</i> , totalidade e partes	40
Figura 3.1	Relação entre escopo e precisão de modelo	53
Figura 3.2	Do domínio de problema para domínio de modelo	54
Figura 3.3	<i>Framework</i> de modelagem conceitual	59
Figura 3.4	<i>Framework</i> de modelagem para jogos	60
Figura 4.1	Tipos de inovação	78
Figura 5.1	Tela principal do protótipo	89
Figura 5.2	Listagem de produtos criados	92
Figura 5.3	Tela inicial de criação de produto	92
Figura 5.4	Escolha de opções em concepção, desenvolvimento e comercialização	93
Figura 5.5	Tela de confirmação de criação de produtos	93
Figura 5.6	Barra de carregamento radial	94
Figura 5.7	Listagem de estudos disponíveis	94
Figura 5.8	Tela de Gestão	95
Figura 5.9	Tela de Estatísticas com dados da concorrência	96
Figura 5.10	Fluxo da tela principal do protótipo	97
Figura 5.11	Fluxo de controle do framework	98
Figura 5.12	<i>HUD</i> de capital, custos, período e estado de desenvolvimento	99
Figura 6.1	Comparação entre primeira implementação do protótipo (esquerda) e última versão de <i>storyboard</i> em papel (direita)	106
Figura 6.2	<i>HUD</i> com barra de progresso radial, valor de capital / custo e dias de jogo com botão de avanço de período.	107
Figura 6.3	Tela de <i>Menu</i> do protótipo	108
Figura 6.4	Tela de Opções do protótipo	109
Figura 6.5	Sistema de notificações	110

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Mercado Mundial de Jogos Digitais por Regiões em 2010	43
Tabela 2.2	Receitas globais de produtos de aprendizagem	45
Tabela 2.3	Receitas de simulações de aprendizagem por região	46
Tabela 2.4	Receitas de jogos de aprendizagem por região	46
Tabela 2.5	Receitas de jogos educativos por plataforma na América do Norte .	47
Tabela 3.1	Comparação de requisitos entre foco em aprendizagem (a), modelagem (b) e negócios (c)	57
Tabela 3.2	Comparação entre <i>Frameworks</i> de acordo com foco em aprendizagem (a), modelagem (b), negócios (c), <i>game design</i> (d) e <i>serious games</i> com simulação (e)	64
Tabela 4.1	Áreas de mensuração na gestão da inovação	82

Sumário

1	Introdução	25
2	Gamificação, <i>Serious Games</i> e <i>Game Design</i>	29
2.1	Definições e Conceitos	29
2.2	Balanceamento e mecânicas	33
2.3	<i>Serious Games</i> e Gamificação	38
2.4	Jogos de simulação para educação	42
2.5	Mercado e Indústria de jogos	42
3	Simuladores	49
3.1	Simulaçõess	49
3.2	Capacidades de Simulações Gamificadas	50
3.3	Falhas na concepção de simuladores de jogos	50
3.4	Definições	51
3.5	Requerimentos	55
3.5.1	Comparação entre requerimentos	57
3.6	<i>Frameworks</i>	58
3.6.1	Comparação entre <i>frameworks</i> e requisitos	63
3.6.2	Conclusões sobre Simuladores	65
4	Inovação	67
4.1	Conceituações em Inovação	67
4.2	Categorias da Gestão da Inovação	69
4.2.1	Estratégia organizacional	69
4.2.2	Gerenciamento de projeto	71
4.2.3	Gerenciamento de conhecimento	73
4.2.4	Gerenciamento de produtos	75
4.2.5	Tipos de modelos de inovação	77
4.2.6	Inovação tecnológica	80
4.2.7	Inovação Aberta	80
4.3	Mensuração da Gestão da Inovação	81
4.3.1	Gerenciamento de entradas	82

4.3.2	Gerenciamento de conhecimento	83
4.3.3	Estratégia de inovação	83
4.3.4	Estrutura e cultura organizacional	83
4.3.5	Gerenciamento de portfólio	83
4.3.6	Gerenciamento de projetos	84
4.3.7	Comercialização	84
4.3.8	Conclusões sobre Inovação	85
5	Definição do <i>Serious Game</i>	87
5.1	Principais mecânicas do protótipo	90
5.1.1	Mecânica de controle de caixa	91
5.1.2	Mecânica de criação de produtos	91
5.1.3	Mecânica de Estudos	94
5.1.4	Mecânica de Gestão	95
5.1.5	Mecânica de Estatísticas e Concorrência	96
5.1.6	Fluxo de telas	97
5.1.7	Modelos de receitas	99
5.2	Conclusões sobre definições do <i>serious games</i>	99
6	Desenvolvimento do <i>Serious Game</i> e <i>Game Play</i>	101
6.1	Técnicas utilizadas para definições do jogo e seus requisitos	102
6.2	Definições Técnicas	103
6.3	<i>Storyboarding</i> e prototipagem	104
6.4	Implementações das mecânicas no protótipo	108
6.4.1	Implementação de fluxo da aplicação	108
6.4.2	Implementação do controle de caixa	110
6.4.3	Implementação do sistema de criação de produtos	111
6.4.4	Implementação do sistema de estudos	113
6.4.5	Implementação do sistema de gestão	114
6.4.6	Implementação dos sistemas de estatística e concorrência	114
6.4.7	Implementação do balanceamento	115
6.5	Conclusões sobre o desenvolvimento do protótipo de jogo	115
7	Conclusões	117
	Referências Bibliográficas	119

Introdução

Em um mundo no qual clientes possuem necessidades cada vez mais sofisticadas, a inovação está se tornando fundamental para o crescimento e prosperidade das empresas e tem sido reconhecida como uma fonte de vitalidade e vantagem competitiva (AHMED; SHEPHERD, 2010).

Diversos estudos, como os de OKE (2007), ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) e LOPES et al. (2016), ampliam a compreensão de inovação através de pesquisas de suas terminologias e tipologias, assim como sobre as vantagens e métodos de aproveitamento pelas empresas considerando tanto curto quanto longo prazo, incluindo atividades internas e externas, comerciais e não comerciais.

A educação em negócios é orientada por pesquisas acadêmicas com conceitos e técnicas teóricas, dando uma base de conhecimento abstrata aos jovens profissionais. Desta forma, se torna difícil ensinar, através da metodologia tradicional, as habilidades necessárias à área de inovação, de forma a aplicar o conhecimento teórico a situações práticas da área (TöYLI; HANSÉN; SMEDS, 2006).

O uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) como ferramenta de suporte à aprendizagem é relativamente novo, sendo utilizado desde 1920 com o advento do rádio, porém amplamente discutido apenas a partir dos anos 80 (WHITE, 2008).

As vantagens e desvantagens são discutidas por diversos autores como AMARAL et al. (2011), incluindo também críticas de seu uso para criação de produtos prontos para venda, utilizados para a massificação da educação com menor qualidade e problemas de diversos perfis na adaptação ao uso de tecnologias.

Com base na visão definida como construtivista por PAPERT (1985), é possível dizer que a construção do conhecimento pode ocorrer através do computador, uma vez que, por meio dessa ferramenta, pode-se aprender através do fazer, o que possibilita que a aprendizagem se torne mais efetiva através do envolvimento do usuário com o tema estudado.

Com esse intuito, é necessário entender as formas e níveis de interação que os jogos tornam possíveis, incluindo também a imersão e o estado de *Flow*. Este último é definido por CSIKSZENTMIHALYI (2008) como: “um estado mental onde o corpo e a mente fluem em perfeita harmonia, é um estado de excelência caracterizado por alta motivação, alta concentração, alta energia e alto desempenho” e aplicado para jogos em FULLERTON (2008).

Com base nos tipos de interações e influências do uso de TICs sobre a aprendizagem, é importante ressaltar algumas estatísticas do uso de gamificação (BRIGHT, 2014). Por exemplo, 89% dos usuários de aplicações de aprendizagem com gamificação dizem que um sistema de pontuação aumenta o engajamento com a aplicação e que mais de 350 empresas já lançaram grandes projetos de gamificação, incluindo Ford, NBC, Adobe, eBay e outras. Diante disso, a especulação de BRIGHT (2014) é que, até 2018, o mercado de gamificação seja de 5,5 bilhões de dólares, com expectativa de em 2015 superar 2,0 bilhões de dólares.

A abrangência do público alvo de jogos e produtos gamificados, além de sua efetividade, deve ser baseada em dados estatísticos, considerando que mais de 50% dos jogadores nos Estados Unidos são mulheres e que mais de 50% dos aplicativos de saúde em 2014 já possuíam algum elemento de gamificação.

O potencial do uso de simulações para operações de gerenciamento de negócios é indicado na literatura SMEDS (2003) (ZEE; HOLKENBORG, 2010) e muitos *serious games* baseados em simulação têm sido desenvolvidos nos últimos anos. Algumas dessas aplicações têm considerado *frameworks* de gestão, ambientes de incerteza, simulações de mercado e financeiras, bem como teoria dos jogos, tanto individualmente quanto em rede.

Porém, mesmo que algumas aplicações de aprendizagem de gerenciamento de negócios utilizem um modelo de *framework* que considere elementos de *game design*, como proposto por ZEE; HOLKENBORG (2010), ainda não é muito explorado o uso de elementos de *game design* com foco em educação como ferramenta de engajamento do jogador para melhores resultados do treinamento. Além disso, não é considerada a correlação desses conceitos com características de teorias dos jogos presentes em simulações em ambientes de incerteza.

Mesmo que a tecnologia da informação e comunicação já seja utilizada por quase um século como ferramenta de suporte à educação, e de suas vantagens serem reconhecidas e discutidas, apenas nas últimas décadas as competências para o desenvolvimento de mídias interativas e jogos começaram a ser definidas, consolidando-se assim o uso dos elementos de gamificação praticados atualmente (DETERDING et al., 2011).

Apesar da grande relevância considerada no potencial do uso de simuladores em sistemas para a aprendizagem de processos de gerenciamento de negócios (SMEDS, 2003) e da existência na atualidade de diversos *frameworks*, técnicas e modelos que estudem análise de mercado, finanças, gestão de projetos e definições de inovação e ambientes de incerteza para obtenção de inovações radicais, disruptivas e incrementais, atualmente são poucas as pesquisas que focam no aumento das características de *game design* na concepção do simulador com foco na gestão de inovação.

É esperado que algumas categorias de gestão da inovação tenham correlações com categorias de sua mensuração (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006) e que, com isso, técnicas de *game design* possam ser exploradas para aumentar o engajamento de uma simulação com foco em educação.

Dentro deste contexto, esta pesquisa propõe um simulador educacional de gerenciamento de recursos para o desenvolvimento de novos produtos, com aplicação de conceitos da gestão da inovação. Inicialmente, foi desenvolvido um *framework* de *serious game* que contém requisitos e mecânicas básicas de jogo no estilo *Tycoon*, o que permite simular de forma livre o processo de desenvolvimento de novos produtos, trabalhando as etapas de concepção, desenvolvimento e comercialização.

Posteriormente, foi desenvolvido um protótipo desse jogo, com base em técnicas de *paper prototype* e *design* iterativo, com foco no usuário. Todas as mecânicas de jogo, personagens, roteiros, animações, sons ambientais e de efeitos seguiram definições e modelo de documentação de *design* de jogo (*Game Design Development*, ou GDD) com base no indicado por ROGERS (2013).

O fluxo de criação do projeto foi realizado seguindo técnicas de desenvolvimento ágil com base na metodologia *SCRUM* com entregas parciais mensais e retrabalho para evolução das funcionalidades mínimas, com base em técnicas de desenvolvimento iterativas e incrementais. Toda a programação do jogo foi realizada em linguagem C# no motor de jogos *Unity 3D*, seguindo recomendações oficiais e padrões de orientação a objetos.

A pesquisa realizada auxilia na determinação do foco na criação de projetos de *serious games* de simulação através de seu comparativo de *frameworks*, exemplifica o uso de técnicas de *game design* e prototipagem centrada no usuário para aplicações educativas, além de definir *framework* próprio e desenvolver protótipo de jogo educacional com simulação de gestão de produtos através do uso de conceitos de gestão da inovação.

O projeto então aprofunda no campo de focos e requisitos de simulação para *serious games* e disponibiliza ferramenta de suporte à aprendizagem de conceitos de inovação, além de permitir a adaptação do protótipo para outros focos e temáticas.

Este projeto está dividido em cinco capítulos principais, sendo os três primeiros embasados em pesquisa bibliográfica, com definições e levantamentos de soluções que serão aplicadas em desenvolvimento, especificado no quarto capítulo. O quinto capítulo descreve o desenvolvimento do protótipo de jogo proposto, enquanto o sexto capítulo apresenta as conclusões obtidas ao longo da pesquisa realizada.

Este documento está organizado como segue. O Capítulo 2 apresenta os conceitos e técnicas de *Game Design*, seguido no Capítulo 3 pela descrição de simuladores. Posteriormente, o Capítulo 4 apresenta os conceitos de inovação, seguido no Capítulo 5 pela descrição do *framework* desenvolvido. O Capítulo 6 descreve o desenvolvimento do protótipo interativo. Por fim, o Capítulo 7 aponta os resultados obtidos e indicações de futuros trabalhos.

Gamificação, Serious Games e Game Design

Este capítulo introduz conceitos de *play*, *game*, *game design*, *theory of fun*, *Flow*, *serious games* e gamificação, entre outros. O objetivo é estabelecer a relação destes conceitos com os múltiplos *feedbacks* existentes em jogos, seus usos e relevância. Além disso, pretende-se integrar estes conceitos com simulações baseadas em eventos discretos.

Na visão do *game design* (FULLERTON, 2008), a relação entre técnicas de *game design* e múltiplos *feedbacks* deve trabalhar o balanceamento das mecânicas, suas dificuldades e o *feedback* retornado ao usuário após suas interações, de forma que as mensurações das mecânicas, no caso deste projeto, da gestão da inovação, tornam-se fatores críticos para um bom balanceamento e *design* conforme será visto neste capítulo.

Para entender a área de jogos, deve-se também analisar seu mercado global e por regiões, assim como as divisões dos investimentos e receitas deste mercado, ligadas tanto ao treinamento como à formação profissional. O objetivo é entender a necessidade de demanda e a curva de consolidação das plataformas e gêneros desta área.

Desta forma, serão verificados a seguir dados do mercado de jogos em geral, de jogos de aprendizagem e de simulações, tanto globais quanto regionais, em conjunto com as prospecções futuras de receitas e divisão entre plataformas, de acordo com o perfil dos jogadores.

2.1 Definições e Conceitos

Em relação a diferenças no *design* entre jogos de tabuleiro, cartas e jogos digitais, SALEN; ZIMMERMAN (2004) apontam que os desafios de *design* e todas as propriedades inerentes aos jogos são encontrados independentemente das mídias utilizadas. Há quatro elementos que são evidenciados em sistemas de jogos digitais: i) interatividade fechada e imediata; ii) controle das informações; iii) sistemas complexos automáticos e iv) comunicação em rede. Mesmo que algumas dessas características possam ser encontradas em outras mídias, como jogos de tabuleiro, esses elementos são característicos e muito mais explorados nos jogos digitais.

O conceito de jogar, apesar de muito estudado, ainda possui divergência em suas definições, uma vez que há dois termos na língua inglesa que o representem: *play* e *game*. Os dois termos podem ser vistos como conceitos de formas diferentes e específicas e não apenas comportamentos diferentes para a mesma ação. (DETERDING et al., 2011).

A definição seguida por este projeto é a apontada por CAILLOIS (2001), com o termo *play* relacionado ao conceito grego de *paidia* (filhos, crianças), uma forma mais livre de expressão, improvisação e recombinação não programada de comportamentos e significados. Enquanto que *game* é relacionado ao conceito latino de *ludus* (jogo), com uma estrutura de jogo controlado por regras e esforço direcionado a objetivos definidos. Assim, *paidia* possui a conotação de algazarra, agitação, performances livres e espontaneidade, enquanto que *ludus* tem o caráter de esportes, subordinação às regras definidas, técnicas e possibilidade de equipamentos e campos.

CAILLOIS (2001) também classifica os jogos em quatro categorias: i) *agon* (competição); ii) *mimicry* (simulação/imitação), *alea* (sorte/chance) e *ilinx* (vertigem). Dessa forma, na categoria *mimicry*, existem máscaras e bonecas para *paidia* e artes e teatro para o *ludus*. Já na categoria *ilinx*, pula-pula no primeiro e alpinismo para o segundo. Em *alea*, por sua vez, cara ou coroa em um e loterias no outro. Por fim, em *agon*, corridas ou lutas não regulamentadas para *paidia* e boxe, futebol e xadrez para *ludus*.

SALEN; ZIMMERMAN (2004) analisam os jogos como elementos sistemáticos, definindo sistemas como um conjunto de partes que interagem e relacionam entre si, formando um todo. Essa definição faz com que os jogos sejam analisados como conjuntos de elementos dinâmicos e mutáveis, onde a relação entre esses elementos também está em constante alteração. Para os autores, os elementos centrais do sistema são as regras do jogo.

A definição de SALEN; ZIMMERMAN (2004) para *play* é de uma movimentação livre dentro de uma estrutura mais rígida. As regras dos sistemas, como as da língua falada, limitações de um jogo ou objetivos definidos também permitem a movimentação livre dentro de seus limites ou os quebrando. Porém, esse free *play* não existe apenas dentro dos limites das regras, podendo ocorrer fora do contexto das regras ou em conjunto com elas.

Jogadores não interagem apenas seguindo as regras; eles modificam, criam culturas e relações entre os jogos que vão além dos objetivos definidos, conseguindo transgredi-los e transformá-los. Os autores apontam que analisar o sistema é analisar as regras, enquanto que analisando o *play*, também se consideram os jogadores.

O *design* pode ser definido, segundo SALEN; ZIMMERMAN (2004), como o processo pelo qual um *designer* cria um contexto que será confrontado com um jogador e irá gerar significados. O termo também é relacionado com a inteligência criativa que as melhores práticas necessitam para redesenhar as práticas. O contexto criado pode ser entendido como o ambiente, objetos, história e demais interações disponibilizadas ao jogador.

Para FULLERTON (2008), existem seis elementos formais dos jogos, não apenas digitais, mas analógicos, como tabuleiros e cartas. Esses são os elementos básicos que constituem e que permitem que um jogo seja chamado de sistema. Assim, quanto maior o uso desses elementos, maior será a complexidade das partidas com grande variação de ações e possíveis retornos para o jogador.

Os seis elementos formais de jogos são (FULLERTON, 2008): i) o jogador; ii) as

regras; iii) o objetivo; iv) os procedimentos; v) os recursos e vi) o resultado. O primeiro elemento, o jogador, refere-se àquele que executa as ações do jogo, e no caso de existirem personagens, àquele que controla o personagem. Jogadores são participantes voluntários de uma atividade de entretenimento.

Já as regras são os preceitos que definem o jogo e seu estilo. Cada jogo possui suas próprias regras específicas, que o diferenciam de outros jogos. Os limites, explicados a seguir, fazem parte das regras de um jogo. Há dois tipos de limites segundo FULLERTON (2008): i) limite conceitual e ii) limite físico. Os limites conceituais são os elementos abstratos, como as regras. Já os limites físicos, são elementos concretos do jogo, visíveis ou não, que limitam as ações do jogador, como uma parede.

Por objetivos entende-se as estruturas motivadoras dentro do *design* do jogo, que podem ser divididas entre objetivos principais e secundários. FULLERTON (2008) aponta que para um objetivo ser bom, ele deve parecer alcançável, porém considerado como desafiador e todos os objetivos podem ser obrigatórios para a continuidade do jogo ou apenas complementares.

Os procedimentos são as ações e os métodos de jogo permitidos pelas regras. Incluem o modo de jogar, seja em turnos ou em tempo real. Os jogos em turno exigem maior planejamento prévio das ações, com tentativa de previsão daquelas realizadas pelo sistema e/ou dos demais jogadores. Enquanto isso, jogos em tempo real podem exigir maior habilidade motora, reflexos e acerto de tempo de execução ideal das ações. Os jogos de tempo real ainda podem ser classificados como em primeira ou terceira pessoa, sendo que os primeiros possuem maior foco em imersão e no cenário, tendo normalmente passo acelerado, enquanto que nos jogos de tempo real de terceira pessoa há maior identificação com o personagem do que com o cenário.

As ações dos procedimentos incluem ações que não possuem significado fora do jogo, ou de seu círculo mágico. Todas as ações do jogo podem ser classificadas em quatro categorias: i) iniciais (início da partida e de introdução do jogador); ii) de progressão (ações principais durante a partida); iii) especiais (ações contextuais) e iv) de resolução (ações que levam ao término do jogo). Enquanto que os procedimentos indicam as ações possíveis, os recursos constituem-se dos objetos e elementos de jogo utilizáveis para alcançar seu objetivo. O intuito da disponibilização de recursos é fazer o jogador sentir que possui algo em jogo, e que as decisões tomadas tenham efeito e consequências. Dessa forma, as vidas, unidades, inventário, munição, tempo e dinheiro disponíveis são exemplos de recursos e sua escassez, utilidade e necessidade criam seu valor para o jogador.

Por fim, os resultados são os retornos esperados pelo jogador ao final das ações. Há possibilidade de existir múltiplos resultados, podendo ser apenas um certo e diversos errados em múltiplos níveis ou apenas resultados diferentes entre si, com base nas ações tomadas pelo jogador em relação às regras e objetivos definidos.

Há outras categorizações ou elencamentos de elementos formais de jogos, como os de

AVEDON; SUTTON-SMITH (1971), que separa os elementos estruturais dos jogos em nove itens: i) propósito; ii) procedimentos; iii) regras; iv) número de jogadores; v) papéis dos participantes; vi) habilidades e qualificações requeridas; vii) padrões de interações; viii) cenário físico e ambiente e vi) equipamento. Enquanto isso, SALENT; ZIMMERMAN (2004) definem quatro elementos formais nos jogos: i) os objetos; ii) os atributos; iii) as relações internas e iv) o ambiente. Objetos referem-se aos elementos, partes do sistema do jogo, sendo físicas ou abstratas. Os atributos são propriedades dos objetos e do sistema, suas qualidades e características. Já as relações internas referem-se às relações entre os objetos dentro do sistema. Por fim, o ambiente é o ecossistema contextual que influencia o sistema.

Ao comparar os nove itens de AVEDON; SUTTON-SMITH (1971) com as seis divisões dos elementos formais de FULLERTON (2008), verifica-se que ambos consideram regras, objetivos (propósito), procedimentos, paralelos para jogador (número de jogadores e seus papéis) e paralelos para recursos (habilidades e padrões de interações). Enquanto isso, cenários e equipamentos podem fazer parte das regras como limitadores ou como recursos ou ainda elementos de opções, mas não há nenhum elemento em AVEDON; SUTTON-SMITH (1971) que faça paralelo aos resultados esperados, talvez por seus estudos serem baseados nas interações e em estudos de comportamento.

JUUL (2003) efetuou uma análise comparativa de definições e elementos formais de jogos de diversos autores como AVEDON; SUTTON-SMITH (1971), CAILLOIS (2001), SALENT; ZIMMERMAN (2004), dentre outros, e criou sua própria definição, com base nos itens repetidos entre os diversos estudos, com exclusão dos itens que contradiziam os elementos principais. Com isso, JUUL (2003) definiu um modelo próprio baseado em seis categorias: i) regras; ii) resultados variáveis (resultados quantitativos que variem); iii) resultados com valores associados (há valores diferenciados para cada resultado possível, podendo ser positivo ou negativo); iv) esforço do jogador (o esforço despendido pelo jogador para alterar o resultado); v) ligação entre jogador e valor do resultado (os jogadores devem ser envolvidos com os valores dos resultados, de forma que a vitória seja positiva para ele, enquanto que a derrota tenha real conotação negativa a ser evitada) e, por fim, vi) consequências negociáveis (as consequências do jogo podem ter influência ou não sobre o mundo real externo às suas regras).

Essas seis definições de jogos de JUUL (2003), mesmo que criadas com base em diversos estudos já explorados, são diferentes por explorarem maior relação com o jogador e não apenas com os elementos do jogo. O autor separa esses itens em três categorias: i) relação formal com o jogo; ii) relação do jogador com o jogo e iii) relação do jogo com o resto do mundo. Assim, JUUL (2003), define maior quantidade de elementos formais de jogos que possuam foco em resultados e seus valores ao jogador.

Os estudos de AVEDON (1974) também dividem as interações entre os usuários de jogos em sete categorias, conforme:

- Intra-individual: ações que ocorrem dentro da mente do personagem na totalidade ou em grande parte, sem interações com outros personagens.
- Extra-individual: ações de uma pessoa diretamente para um objeto do ambiente, sem interações com outros personagens.
- *aggregate* (agregadora): ações de uma pessoa diretamente para um objeto do ambiente na companhia de outras pessoas que também direcionam ações aos objetos. Ações não direcionadas a outros personagens.
- Inter-Individual: ações de natureza competitiva direcionadas a outro jogador.
- Unilateral: ações de natureza competitiva entre três ou mais pessoas, sendo um deles o antagonista.
- Multilateral: ações de natureza competitiva entre três ou mais personagens, onde nenhum é o antagonista.
- *Intragroup* (intragrupo): ações de natureza cooperativa de dois ou mais personagens com objetivos em comum.
- *Intergroup* (intergrupo): ações de natureza competitiva entre dois ou mais grupos.

Com base nessa classificação das interações, o protótipo jogo de simulação de gestão da inovação desenvolvido nesta pesquisa segue o modelo agregador (*aggregate*), onde diversos jogadores e personagens interagem com o ambiente, sejam empresas, projetos ou produtos, mas não direcionadas diretamente aos outros personagens.

2.2 Balanceamento e mecânicas

As mecânicas do jogo fazem parte das regras e determinam como o sistema funciona, a partir das suas interações com o jogador que alterem algum estado no jogo.

Um dos principais conceitos de SALEN; ZIMMERMAN (2004) é uma adaptação do Círculo Mágico (HUIZINGA, 1980). Para os autores, o ato de jogar um jogo representa entrar nesse Círculo Mágico ao iniciar uma partida, com a criação de uma nova realidade. Nesse círculo, os elementos de jogo, sejam peças, cartas ou elementos digitais, passam a representar algo muito específico, com base nas regras consideradas.

Talvez o conceito principal de SALEN; ZIMMERMAN (2004) seja o *meaningful play*, ou jogo significativo (tradução nossa), apontado como objetivo do *design* de jogos a ser planejado e buscado em todo desenvolvimento. O *meaningful play* é definido como as ações e resultados dentro do círculo mágico que adicionam à experiência emocional de jogar o jogo. A primeira fronteira é atingida quando as ações disponibilizadas pelo jogo parecem atraentes e possuem coerência com os objetivos definidos.

A adição de significado ao jogo é um processo complexo e é um problema que deva ser tratado indiretamente, pois o *designer* de jogos cria as regras, limites, recursos, procedimentos e objetivos diretamente, porém toda a experiência do usuário é uma consequência desses elementos ativada pelo jogador. Essa experiência pode se dar de diversas formas, inclusive de maneiras inesperadas ou indesejadas. Por isso, o papel do *designer* é criar um conjunto de possibilidades para o jogador explorar. Para SALEN; ZIMMERMAN (2004), o jogo é um sistema que deve ser criado de forma que permita o *free play*.

JUUL (2003) aponta como um dos elementos formais dos jogos o resultado variável e quantificável, uma vez que as regras devem fornecer diferentes resultados possíveis. Esses resultados devem considerar as habilidades dos jogadores e entre eles.

Há jogos que implementam sistemas de ajuste de nível, onde em modos competitivos é possível desbalancear os níveis do jogo para permitir nivelamento de habilidades dos jogadores. Por outro lado, há jogos com balanceamento interno, com ajustes constantes de acordo com a quantidade de erros ou acertos do usuário, fazendo com que um jogo que esteja muito difícil torne-se mais fácil, após múltiplas tentativas insatisfatórias. Para que esses resultados tenham variações compreensíveis, é necessário que os objetivos sejam claros e não ambíguos.

Os resultados variáveis possuem valores associados, outro elemento formal apontado por JUUL (2003), de forma que alguns sejam melhores do que outros e podem ter seus valores alterados de forma dinâmica, de acordo com as interações e resultados dos demais jogadores. É comum disponibilizar resultados positivos para sucessos progressivamente melhores em relação a dificuldade, porém estes também podem ter escala de insucesso.

Dessa forma, pode-se concluir que a existência de múltiplas respostas ligadas diretamente às ações do jogador, principalmente em relação às suas habilidades e ao esforço despendido, são de suma importância para maior engajamento e valorização da obtenção dos objetivos.

CSIKSZENTMIHALYI (2008), psicólogo estudioso da criatividade e da felicidade, teve como foco não a busca da felicidade em si, mas quando as pessoas são felizes e o que estão fazendo nesses momentos. A partir disso, ele criou o conceito de *Flow*, ou fluxo em português. Este nome é proveniente de diversas entrevistas, onde os entrevistados descreveram esse estado com metáforas, no sentido de ser carregado por uma corrente de água. De forma simples, o conceito define estar em um estado de imersão ao realizar uma tarefa específica, com alto nível de concentração e impressões relativas sobre a passagem do tempo. Assim, esse é um estado em que as pessoas estão tão envolvidas em uma atividade que nada mais parece importar, tamanho é o prazer da experiência, mesmo que a atividade seja custosa e exija grande esforço para continuar a realizá-la.

CSIKSZENTMIHALYI (2008) aponta que os melhores momentos vividos pelas pessoas não são situações passivas em momentos de descanso, mas sim em contextos onde o corpo

e mente são levados aos limites em um esforço voluntário, com a intenção de alcançar algo considerado difícil, complexo ou que vale a pena. Também é indicado que as emoções e a consciência servem para corrigir os caminhos, de forma que se algo é extremamente fácil e sua execução é perfeita, não há necessidade deles. Isto reforça os aspectos positivos do esforço e da dificuldade em alcançar os objetivos, os quais produzem sensações prazerosas ao indivíduo.

Para o autor, a alegria não é uma sensação que apenas ocorre, seja por sorte, aleatoriedade, aquisição monetária ou por motivos externos, mas sim pela interpretação dos eventos. A alegria é, portanto, uma condição que precisa ser preparada para ser recebida de forma individual e específica. Dessa forma, aqueles que aprendem a controlar as interpretações de suas experiências são capazes de determinar sua qualidade de vida. Porém, não é possível atingir a felicidade através da busca consciente, apenas via trabalho diário contínuo de interpretação e internalização dos eventos bons e ruins que ocorrem.

O estado normal da consciência é próximo ao caos, sendo chamado de entropia e, segundo CSEKSZENTMIHALYI (2008), este estado caótico, chamado de entropia, é encontrado quando não há demandas à atenção. A entropia não é útil ou agradável, mas é o estado padrão, comum e normal da consciência.

Em estados de alta concentração, há maior ordenação da consciência. Assim, o estado de *Flow* permite uma maior integração do indivíduo com sua consciência, seus pensamentos, intenções, sentidos e sentimentos, os quais focam no mesmo objetivo de forma harmônica. Ao término do episódio, ao sair do estado *Flow*, há a sensação de proximidade com a sua consciência e com os indivíduos em geral.

CSEKSZENTMIHALYI (2008) também chama esses momentos de significância em um estado de fluxo, de experiência máxima, *optimal experience* em inglês. Também define que o estado de atenção, percepção e foco depende de um recurso mental finito, a energia psíquica.

Dessa forma, o autor conclui que é possível encontrar nas atividades diárias finalidades unificadoras que atraiam suas atenções para um objetivo específico, o qual cria objetivos secundários. E justamente esse propósito maior gera a tensão necessária para alcançar o estado de fluxo no cotidiano.

O estado de *Flow* traz à pessoa a sensação de força, atenção, controle e o máximo de suas habilidades, além de não ficarem autoconscientes e serem absorvidas pela atividade em si (CSEKSZENTMIHALYI, 2008).

Pode-se entender, assim, que para as pessoas entrarem nesse estado de experiência máxima, é necessário apreciar a atividade por ela mesma, encontrando valor nas ações realizadas, entendendo o papel até dos itens triviais no contexto do todo, com percepção da necessidade de cada passo e sua importância.

O balanceamento se faz importante para manter a pessoa em estado de *Flow*, sendo que quando o desafio se apresentar como baixo ao usuário, é necessário aumentá-lo. Por

outro lado, se um desafio se tornar muito difícil, é possível diminuí-lo e proporcionar o aprendizado de novas habilidades.

Para FULLERTON (2008), esse processo pode ser aplicado a jogos como o balanceamento da dificuldade das mecânicas do jogo e habilidade do jogador em relação à sua curva de aprendizagem dos inputs do jogo. O balanceamento do jogo não é apenas em relação ao equilíbrio entre jogadores competitivos, mas em relação a todos os elementos da mecânica do jogo em relação às habilidades e curva de aprendizagem dos jogadores. FULLERTON (2008) afirma que o balanceamento de um jogo é parte do processo de garantia que o jogador obtenha os resultados esperados pelo *game designer*, ou seja, que a experiência obtida esteja dentro do leque de possibilidades arquitetadas. Dessa forma, um dos elementos-chave para o bom balanceamento é a relação entre desafio do jogo e habilidade do jogador, na relação de fluxo, explicada por CSIKSZENTMIHALYI (2008).

FULLERTON (2008) também aponta que múltiplos níveis de respostas são necessários para garantir que a amplitude diversa de habilidades dos jogadores receba retornos, de acordo com o seu grau de acerto das atividades do jogo. Assim sendo, um jogo pode desenvolver uma mecânica onde, mesmo com um baixo grau de acerto, seja possível avançar no jogo, ou que conforme múltiplos erros sejam encontrados, o nível de dificuldade nesse item seja diminuído para não frustrar o jogador. Porém, os acertos também devem corresponder ao grau de acerto evidenciado, de forma que uma ação perfeita deve ser recompensada, mesmo que apenas com uma animação diferenciada.

A tratativa de múltiplas respostas de acordo com entradas variadas está relacionada com os múltiplos *feedbacks* de simuladores baseados em eventos discretos. Neste caso, as ações não são computadas continuamente, mas apenas como retorno a eventos, mesmo que em tempos repetitivos curtos. Porém, elas ocorrem essencialmente como retorno às entradas dos usuários, com possibilidade para múltiplos retornos diferenciados para cada interação (SILVA et al., 2014).

Os elementos necessários a um bom *game design* segundo TAVARES (2005) são o balanceamento, criatividade, imersão, desenvolvimento de um roteiro envolvente com personagens cativantes, tensão e energia, além de manter-se livre de gênero. Essas características, apesar de essenciais, não precisam estar presentes simultaneamente, de forma que há ótimos jogos sem personagens, onde a identificação do usuário se faz por meio das mecânicas de jogo. Alguns desses itens, como o uso de personagens ou o distanciamento de gênero, podem não fazer parte por completo do jogo, porém alguma forma de balanceamento é necessária.

SCHELL (2008) dedica um capítulo inteiro de seu livro, “A arte do *Game Design*”, ao balanceamento de jogos, apontando que esta é a parte mais artística do *design* de jogos. O autor identifica os doze tipos mais comuns de balanceamento de jogos:

- Equidade (*fairness*): Garantir que os jogadores sintam que tenham recursos suficientes para superar os obstáculos do jogo e outros jogadores. Jogos simétricos iniciam com

regras e recursos similares a todos os jogadores, enquanto que jogos assimétricos distribuem diferentes recursos, objetivos e habilidades, caracterizando uma forma muita mais complexa de balancear.

- Desafios versus Sucessos (*challenge vs. success*): O balanceamento de dificuldade, entre ser muito fácil ou difícil para os jogadores.
- Escolhas significativas (*meaningful choices*): As escolhas realizadas pelos jogadores precisam ter significado dentro do jogo e deve-se evitar estratégias que sempre levem à vitória.
- Habilidade versus Chance (*Skill vs. Chance*): Depender somente da sorte deixa menos divertido para jogadores, porém centrar muito na habilidade limita a imprevisibilidade.
- Cabeça versus Mão (*Head vs. Hands*): Proporção entre o uso de enigmas e quebra-cabeças e o uso de destreza física e coordenação motora. A razão entre eles depende do estilo do jogo e da experiência desejada.
- Competição versus Cooperação (*competition vs. cooperation*): Ambos podem coexistir em um jogo, mas depende do estilo do mesmo.
- Curto versus Longo (*Short vs. Long*): Duração do jogo, que pode ser manipulada de acordo com as mecânicas implementadas, proporcionando experiências diversificadas.
- Recompensas (*Rewards*): recursos e habilidades atribuídos ao jogador, por atingir os objetivos, sua frequência e utilidade.
- Punições (*Punishment*): frequência e magnitude das punições por certas ações; seu balanceamento aumenta o significado de certas escolhas.
- Liberdade versus Experiência Controlada (*Freedom vs. Controlled Experience*): a sensação do jogador de controle sobre os eventos do jogo.
- Simples versus Complexo (*Simple vs. Complex*): curva de aprendizado necessária para o jogador entender e dominar as ações do jogo.
- Detalhe versus Imaginação (*Detail vs. Imagination*): o nível de detalhes entregue no jogo influencia sobre o quanto é imaginado pelo jogador. O autor aponta que os jogadores possuem imaginação rica e detalhada, de forma que há grande profundidade quando há espaço no jogo para que eles imaginem.

SCHELL (2008) também aponta metodologias para atingir o balanceamento das mecânicas, como a técnica de dobrar e diminuir os valores pela metade, considerando que

só é possível identificar que um parâmetro é muito alto apenas quando este é ultrapassado. Outra técnica é a habilidade de intuição sobre os valores de variáveis das mecânicas do jogo, apontando que a prática nessa habilidade leva a um alto grau de acerto. Porém, como suporte ao balanceamento é apontada a alta importância da realização de documentação dos modelos adotados e o planejamento sobre as variáveis com maior efeito sobre as técnicas que podem precisar de afinamento durante o jogo de forma a facilitar a alteração desses valores durante todas as etapas de desenvolvimento. Por fim, o autor aponta os riscos e vantagens de deixar os jogadores balancearem, considerando que a escolha do nível de dificuldade é uma boa técnica. Porém, muita flexibilidade gera conflitos com o que os jogadores acreditam que querem jogar e o que realmente esperam durante a partida.

O balanceamento dinâmico, com ajustes de dificuldade de acordo com os acertos e falhas do usuário durante a execução do jogo, é explorado por SCHELL (2008). O autor aponta possíveis riscos, com a exploração dessa habilidade pelos jogadores para alcançar facilidades e uma possível frustração por aqueles que desejam superar as dificuldades do jogo, mesmo após múltiplas tentativas.

Apesar das diversas mecânicas e situações diferentes para balancear o jogo, o mais importante, segundo SCHELL (2008), é a visão global, pois o jogo precisa parecer平衡ado como um todo, de forma que o jogador sinta que as mecânicas fazem sentido, de acordo com suas ações realizadas e as consequências por elas geradas.

2.3 *Serious Games* e Gamificação

ALVES (2015) cita que algumas das características de *games* fundamentais para a aprendizagem são: o fato de ser voluntário e livre, não ser real, com intervalo de tempo e espaço delimitado. Além disso, jogos possuem uma ordenação interna própria, estabelecida pelas regras, com uma estrutura sequencial e fluxo lógico de ações e respostas. Por isso, a autora acredita que jogos diminuem o tempo de aprendizado de conceitos, pois devido ao foco no jogo, há diminuição de resistência com relação à realidade. Ela também menciona o Círculo Mágico de HUIZINGA (1980), apontando que durante o período da partida há imersão e fascinação por parte do jogador, mantida também pela tensão gerada pela incerteza do resultado. São considerados cinco principais aspectos de jogos que facilitam a aprendizagem: i) estética (facilitando o reconhecimento dos elementos de jogo); ii) objetivos (claros e específicos); iii) instruções (simples e objetivas); iv) dificuldade progressiva e v) *feedback* (demonstrando o progresso).

WERBACH; HUNTER (2012) referenciam a definição de jogo de (HUIZINGA, 1980, p. 33) como sendo '(...) uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias', condizendo com as definições baseadas em regras e limites de CAILLOIS (2001). Porém, o autor também adiciona que o jogo, com suas atividades, é:

'(...) dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana', reforçando o aspecto facilitador à alegria com base nas teorias de CSEKSENZENTMIHALYI (2008) e permitindo base para os modelos de gamificação.

Segundo ALVES (2015), a gamificação começou em 1912, com a marca americana Cracker Jack, ao introduzir brinquedos surpresa em suas embalagens. Mas, o termo gamificação, gamification em inglês, é atribuído ao programador Nick Pelling, em 2003, porém com pouca repercussão nos primeiros anos. Em 2007, houve o lançamento de uma plataforma de gamificação, a Bunchball. E, somente a partir de 2010 que o termo se proliferou, com apresentações como as de SCHELL (2008), *game designer* e professor universitário, que difundiu seus usos e vantagens.

A autora aponta que *serious games* já havia se consolidado como categoria desde 2002, porém o foco era o de simulações para aprendizado em ambiente seguro. Para a autora, a categoria não se enquadra em gamificação, pois visa simulações e o seu uso principal é a promoção de impacto social através dos jogos.

ALVES (2015) reforça a diferença entre *serious games* e gamificação colocando que: "a simulação cria o ambiente tal qual é na realidade para que o indivíduo treine uma determinada performance"(ALVES, 2015, p. 30). Enquanto isso, gamificação utiliza a potencialidade dos jogos, através de *game design*, psicologia, gestão, marketing e economia. A autora reconhece o poder da diversão na aprendizagem e ressalta que gamificação não é a transformação de qualquer atividade em um jogo, mas sim aprender a partir dos jogos. Com base nessas afirmações, é possível compreender que os *serious games* são referenciados pela autora como simulações realistas, com o propósito de treinamento de habilidades específicas em ambientes seguros. Assim, não são enquadrados nesse setor outros tipos de simulação, com maior grau de abstração, *advergames* e outros jogos com o intuito de informar, treinar ou de dar suporte à formação profissional. Esta posição é contrária a de outros autores, como FLEURY; NAKANO; CORDEIRO (2014), que inclui esses gêneros dentro da categoria *serious games*.

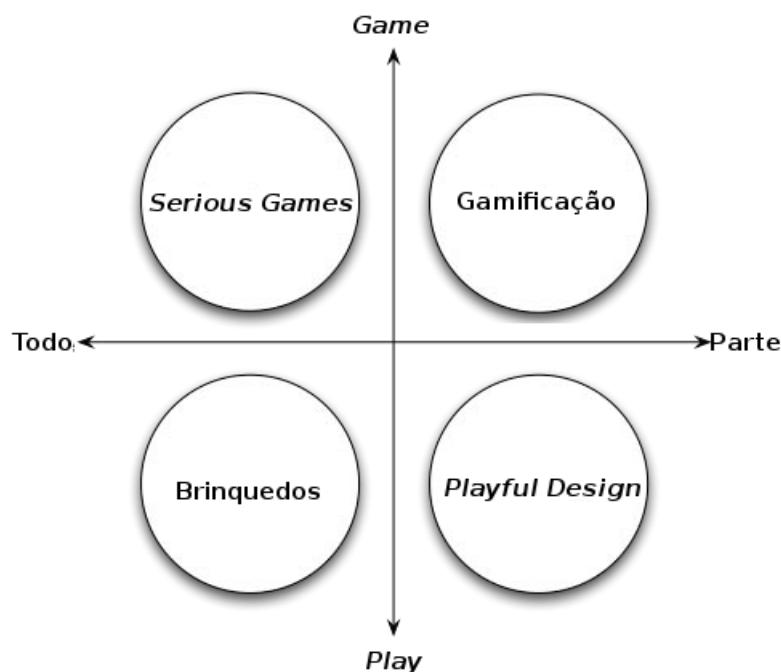
De forma diferente, DETERDING et al. (2011) define gamificação como referência ao uso de *design* com elementos e características de jogos em um contexto de não jogo. Assim, gamificação está relacionada ao termo *game* e não *play* ou *playfullness* (DETERDING et al., 2011). Os autores complementam que o termo não se refere à extensão de práticas e tecnologias de jogos ou uso de jogos inteiros, mesmo que seja um jogo ou mídia de uso e existam intenções específicas para aprendizagem e treinamento.

Segundo DETERDING et al. (2011), a partir das definições de *play* e *games*, surgiram diversas outras terminologias como gamificação, *gamefulness*, *gameful interaction*, *gameful design* e *playful design*. O termo *gamefulness* refere-se às qualidades experimentais e qualidade de comportamento do jogador, enquanto *gameful interaction* está relacionada com os artefatos que proporcionam essa qualidade de *gamefulness*. Já o termo *gameful*

design representa o *design*, normalmente com elementos de *game design* para atingir o *gamefulness* e, em contrapartida, *playful design* diverge dos demais termos, por não possuir regras que restrinjam e direcionam os usuários como em um jogo, não existindo desafios e objetivos pré-estabelecidos.

DETERDING et al. (2011) apontam a relação entre totalidade e parcialidade de elementos de *game* e *play*, aplicando-os como os limites de dois eixos que separam, conforme a Figura 2.1, *games* e *serious games* (*games* em totalidade), brinquedos (*play* em totalidade), *playful design* (*play* parcial) e *gameful design / gamificação* (*game* parcial).

Figura 2.1: Gamificação entre *game* e *play*, totalidade e partes



Fonte: (GREDLER, 2004).

Interessante ressaltar que, apesar de existirem elementos que podem ser considerados nos limítrofes de totalidade/parcialidade e *play/game*, também existe, e mais comumente, a dispersão entre os eixos. Isto demonstra que podem existir casos onde a definição entre gamificação e *serious games* seria, no mínimo, duvidosa, devido à proximidade com a divisão entre os eixos. Também se verifica que essas definições de gamification e *serious games*, apesar de útil para guiar os elementos de *framework* e controle de expectativas entre stakeholders, modeladores e desenvolvedores, também deve estar aberta à discussão, pois será considerada de formas diferentes, de acordo com o ponto de vista e conceitos de análise.

Em *Theory of fun* (KOSTER, 2013), jogos são vistos como essencialmente educativos e para entretenimento, ensinando habilidades necessárias na vida real em ambientes seguros e com poucos riscos, tendo como mote: “A definição de um bom jogo é, portanto, ‘aquele que ensina tudo o que tem para oferecer, antes do jogador terminar de o jogar’. (KOSTER,

2013, p. 46) (trad.).

WERBACH; HUNTER (2012) pontuaram três diferentes elementos de jogos que podem ser aplicados de diferentes formas para objetivos diversos como uma pirâmide, os considerando como o tripé da gamificação: i) dinâmicas; ii) mecânicas e iii) componentes.

A dinâmica, topo da pirâmide, atribui coerência e padrões regulares como narrativa, progressão, emoções e relacionamentos, enquanto que na mecânica estão as ações, incluindo desafios, competição, sorte, *feedback*, transações e turnos. Já os componentes, base da pirâmide, são os objetos da ação, elementos específicos que a dinâmica e mecânica representam, como avatares (personalização do usuário de forma imagética), coleções, gráfico social, placar, níveis, combates, doações e pontos.

Segundo ALVES (2015), a andragogia, definida como a arte ou ciência de orientar adultos a aprender, contrapõe a heutagogia, onde o aprendiz é o único responsável pela aprendizagem. O perfil de aprendizagem na realidade atual se torna cada vez mais aderente ao segundo conceito. A autora elenca as áreas com alto índice de sucesso resultantes do uso de gamificação: aplicações em aceleração da velocidade de entrada no mercado, promoção de produto e aumento no engajamento de clientes, além da aprendizagem, que possui grandes expoentes na melhoria da coordenação motora (como em procedimentos cirúrgicos), na resolução de problemas, aquisição de habilidade complexas e mudança de hábitos como suporte à melhor performance.

A pesquisa de HAYS (2005) citado por ALVES (2015) sobre a efetividade de jogos para o aprendizado concluiu que ela pode existir em tarefas ou situações específicas, mas não de forma genérica. Acredita-se também que os jogos não sejam o método instrucional mais indicado para todas as situações e que o aprendizado sempre será aumentado, caso exista suporte instrucional ao jogo com retornos ao aprendiz (ALVES, 2015). Dessa forma, ALVES (2015) apontou que os jogos deveriam ser utilizados como suporte e apoio, mas não como sistema único de instrução e que os papéis de um instrutor devem ser todos inseridos na aplicação, caso este não exista durante as partidas. ALVES (2015) sugeriu o uso da metodologia de *design* instrucional SG+® da SG Soluções e Gestão Empresarial, baseada em seis etapas: i) definir; ii) arquitetar; iii) aprender; iv) transferir; v) assegurar e vi) analisar.

Dentro desses passos, é necessário: i) definir os objetivos estratégicos de negócios propostos a serem alcançados pelo projeto; ii) arquitetar a experiência necessária para obter sucesso nessa proposta; iii) aprender continuamente, ao ter contato com a solução proposta através da transferência dos conhecimentos aprendidos durante a prática de situações; e, por fim; iv) analisar, efetuar mensuração e ajustes, visando atingir os objetivos definidos.

Por fim, ALVES (2015) sugeriu o próprio modelo para desenvolvimento de projetos gamificados baseados em sete fases distintas: i) definição de objetivos de negócio e de aprendizagem; ii) escolha dos objetivos de comportamentos que se busca atingir nos

jogadores e tarefas por eles realizadas; iii) conhecimento sobre os jogadores, seus hábitos e preferências; iv) definição de qual o melhor tipo de conhecimento a ser ensinado; v) manutenção da diversão, através do balanço entre ansiedade e tédio; vi) utilização de ferramentas apropriadas que garantam o engajamento (com balanceamento entre seus intervalos para estimular motivadores ao jogador através dos retornos às ações do jogador) e por fim; vii) a criação de protótipos para testes e melhorias do produto.

2.4 Jogos de simulação para educação

COBO-BENITA et al. (2010) e ZEE; SLOMP. (2005) apontaram e testaram as vantagens da prática via simulação para o ensino da gestão. Seus resultados são iniciais, mas servem como prova empírica de seu funcionamento.

Já FARIA et al. (2009) discutiram a evolução do uso de simulações no aprendizado nas últimas décadas, onde houve progresso, partindo de sistemas simples de gestão de recursos para aqueles com maior complexidade, que exploram recursos intangíveis, gestão de pessoas e conhecimento.

A prática de simulação em gerenciamento não tem sido apenas estudada no âmbito da gestão, como por exemplo no planejamento de gestão de negócios (TöYLI; HANSÉN; SMEDS, 2006), mas também em outras situações, como a formação profissional no gerenciamento de produção (RIIS; JOHANSEN; MIKKELSEN, 1995) e no desenvolvimento organizacional (RUOHOMAKI, 2003).

Segundo FORTIM et al. (2014), no Brasil, tem-se como grande exemplo de simulação de gestão para o aprendizado o Desafio Sebrae, competição educativa realizada pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), que utiliza um jogo de simulação de negócios. O objetivo do projeto é estimular o desenvolvimento de atitudes empreendedoras através da experiência real na gerência de uma empresa virtual. O jogo é disponibilizado desde o ano de 2000 e mais de um milhão de estudantes do país já participaram, sendo que, desde 2013, o jogo foi aberto também para professores universitários através do Desafio Universitário Empreendedor. O vencedor é aquele que possuir mais pontos somados, com base nos dez jogos virtuais disponibilizados durante o ano (FORTIM et al., 2014).

2.5 Mercado e Indústria de jogos

Os jogos digitais são o mercado de entretenimento que possui maior taxa de crescimento, sendo já considerado como o dobro da indústria fonográfica (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014). Para os autores, apesar dos dados não serem precisos, a média das estimativas das consultorias como PWC e *Data Monitor* indicam receitas globais em torno de 50 bilhões de dólares para o ano de 2010. A América Latina ainda representa

apenas uma pequena fatia do mercado mundial de jogos digitais, tendo representado 2% do mercado em 2010 (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014). O maior mercado, com 43%, é a Ásia, seguida do bloco da Europa, África e Oriente Médio com 31% e América do Norte com 23%, conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Mercado Mundial de Jogos Digitais por Regiões em 2010

Mercado Mundial de Jogos Digitais por Regiões em 2010	Porcentagem
América do Norte	23%
Europa, África e Oriente Médio	31%
Ásia Pacífico	43%
América Latina	2%

Fonte: Adaptação de FLEURY; NAKANO; CORDEIRO (2014).

Os jogos independentes têm se destacado no mercado recentemente devido à sua (CTS, 2011, p. 2): "liberdade criativa, flexibilidade orçamentária e facilidade de exposição". Os autores apontam que o surgimento de ferramentas completas de auxílio ao desenvolvimento de jogos, como os motores de jogos (ou *game engines*, em inglês) e as plataformas de distribuição digital para consoles e para os sistemas operacionais desktop e mobiles facilitaram o desenvolvimento e publicação de jogos independentes. Assim, jogos produzidos por pequenas equipes têm obtido lucros superiores a dez milhões de dólares por mês, como ocorreu com o Minecraft da desenvolvedora Mojang, devido à facilidade de acesso e alcance, antes disponíveis apenas para grandes empresas.

Porém, segundo CTS (2011) mesmo anteriormente ao crescimento de publicações nos últimos anos, a produção nacional existia, com expoentes nas últimas quatro décadas. Alguns exemplos de lançamentos: i) em 1983, o jogo Amazônia, da empresa *TILT Online*; ii) em 1996, o jogo Casseta e Planeta em Noite Animal, da ATR Multimídia; iii) em 1998, Incidente em Varginha, da *Perceptum Informática*; iv) em 2000, Show do Milhão, da SBT Multimídia; v) em 2003, Outlive, da *Continuum Entertainment*; e vi) em 2004, Deer Hunter 2004, da *Southlogic Studios* (CTS, 2011).

O mercado brasileiro desenvolve uma grande quantidade de jogos (CTS, 2011), porém em sua maioria, são jogos publicitários, os chamados *advergames*, ou no estilo casual, com partidas rápidas e informais para consumo em aparelhos móveis e navegadores, além do outsourcing, ou seja, terceirização da criação de elementos específicos para alguma produção, normalmente internacional. Algumas exceções são encontradas, com produções autorais mais complexas, como Taikodom, da Hoplon Infotainment em 2008, Capoeira Legends: Path to Freedom da Donsoft Entertainment em 2009, Aritana e a Pena da Harpia da Duaik em 2014, que foi lançado para PC, Xbox 360 e Xbox One. Além do desenvolvimento da Behold Studios, com Knights of Pen & Paper, em 2013, que apresentou faturamento superior a um milhão de reais e Chroma Squad, em 2015, com faturamento

superior a seiscentos mil reais em apenas uma semana.

Sobre jogos para a educação, o relatório do CTS *Game Studies* apontou a significância de jogos como ferramenta de suporte à educação:

(...) os jogos eletrônicos podem ser ferramentas extremamente importantes para fins educacionais. São obras que atingem o engajamento dos seus jogadores por inúmeros métodos, transmitem conhecimento por meio da interação e apresentam experiências tão relevantes e equivalentes a de outras mídias como o cinema e a literatura. (CTS, 2011, p. 3)

Dentro do mercado brasileiro de produção de jogos, a participação das empresas de desenvolvimento varia de com o segmento (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014). A contratação para desenvolvimento de todas as partes do jogo é realizada localmente principalmente para os *serious games*, o que inclui os *Advergames* e os jogos e programas de simuladores desenvolvidos sob encomenda. Com isso, há um grande desafio em conseguir aumentar a escala e a lucratividade.

Há uma percepção negativa de muitos jogos nacionais devido a uma comparação de pequenas produções em relação aos jogos AAA, ou seja, comparação de orçamento de dezenas de milhares de reais em pequenas equipes com projetos de centenas de milhões de dólares com equipes de centenas ou milhares de envolvidos. Outro ponto que FLEURY; NAKANO; CORDEIRO (2014) indica na percepção dos jogos nacionais é o fato de que muitas das produções serem feitas no idioma inglês visando o mercado nacional, fator que frustra diversos usuários, porém que consiste de imposição do mercado.

Com base em dados do Ibope de pesquisa realizada em 2012, FLEURY; NAKANO; CORDEIRO (2014) apontam que dos 80 milhões de internautas dos pais, 61 milhões são jogadores, de qualquer tipo de jogo, sendo que 67% são de consoles e 42% de computadores.

O perfil do jogador brasileiro é composto de 47% mulheres, sendo 51% destas pertencentes à classe A com idade entre 40 e 49 anos. Destas, 55% em jogos casuais e 77% em jogos de redes sociais.

Nos jogos digitais de redes sociais há maior participação do sexo feminino com faixa etária entre 25 e 35 anos, sendo responsáveis por 60% das receitas desse gênero. Dos jogadores de computador em geral, 43% utilizam portais de jogos, 40% baixam jogos, 42% utilizam jogos que são embarcados junto com o sistema operacional e 18% faz uso de emuladores, simulando o uso de consoles.

Em relação ao mercado de jogos para aprendizagem, STEWART; MISURACA (2012) apontam que é estimado que apenas 1% do total de mercado de e-learning corporativo, no valor de 52,6 bilhões de euros, são utilizados em jogos digitais. Porém, apesar da baixa porcentagem, observam altos investimentos em simulações para formação básica profissional, com exemplo do McDonald's que contratou uma ferramenta, o eSmart, por 2,2 milhões de euros, para a Nintendo desenvolver um jogo para o console Nintendo DS

com expectativas de reduzir pela metade o tempo de treinamento para o trabalho nos restaurantes japoneses da franquia.

A não existência de portais que reúnem grande coleção de jogos de simulação e treinamento para formação profissional é apontada por FORTIM et al. (2014), considerando que apenas são poucos as grandes desenvolvedores e publishers que possuem títulos nessa área, como a Nintendo, enquanto que STEWART; MISURACA (2012) acreditam que não há interesse futuro por parte dessas grandes empresas nesse mercado. FORTIM et al. (2014) citam a existência de simuladores e ferramentas da *Harvard Business Publishing* disponibilizadas em site da Harvard e o portal *Learning Edge* com conteúdo e jogos educacionais, além da existência do agrupamento de jogos *Tycoon*, ou seja, jogos com objetivo de ser bem sucedido em um negócio específico, em grandes portais de jogos, como *Kongregate*, *ArmorGames* e *AddictingGames*.

No mercado brasileiro são poucas as empresas especializadas na criação de jogos de simulação para treinamento e formação profissional, como apontam FORTIM et al. (2014), citando Aennova, Urizen, OGG Simulação Empresarial e Oniria com mais de um jogo produzido no setor. Também ressaltam que muitas vezes, os desenvolvedores precisam fazer o papel de distribuidoras dos seus próprios jogos corporativos.

Com base nos dados da tabela abaixo é possível verificar que as receitas em simulações são muito superiores, evidenciando a maior concentração das aprendizagens de formação profissional no setor de serviços, com simulações de tarefas sendo mais contratada do que a criação de conteúdos didáticos (FORTIM et al., 2014).

Tabela 2.2: Receitas globais de produtos de aprendizagem

Receitas globais de produtos de aprendizagem	Receitas 2013 em milhões de dólares	Receitas 2018 em milhões de dólares	Taxa de crescimento anual 2013-2018
Aprendizagem baseada em jogos	\$1.739,55	\$2.404,12	6,7%
Aprendizagem baseada em simulações	\$3.022,42	\$7.188,33	18,9%
Total	\$4.761,97	\$9.592,44	15,0%

Fonte: GREER (2014) (trad.).

Mesmo com as receitas em crescimento, GREER (2014) aponta que o mercado empresarial ainda possui preferência por outros métodos, como a educação a distância ou aulas presenciais tradicionais, por considerarem que o ambiente corporativo deve ser levado a sério e não com brincadeiras através de jogos e por considerarem seus custos elevados.

Na divisão nas duas tabelas abaixo dessas duas receitas, aprendizagem baseada em jogos e aprendizagem baseada em simulações, por regiões, é possível verificar que, a

América Latina, apesar de ser apenas o maior mercado das oito regiões, é o que possui maior crescimento, com projeção de taxa de crescimento de 38,8% para o próximo ano na aprendizagem em simulações e 13,0% na aprendizagem com jogos.

Tabela 2.3: Receitas de simulações de aprendizagem por região

Receitas de simulações de aprendizagem por região	Receitas 2013 em milhões de dólares	Receitas 2018 em milhões de dólares	Taxa de crescimento anual 2013-2018
América do Norte	\$1.596,63	\$2.951,48	13,1%
América Latina	\$143,70	\$740,82	38,8%
Oeste Europeu	\$558,82	\$1.083,19	14,2%
Leste Europeu	\$68,66	\$156,43	17,9%
Ásia	\$542,85	\$1.918,46	28,7%
Oriente Médio	\$15,97	\$51,65	26,5%
África	\$95,80	\$286,29	24,5%
Total	\$3.022,42	\$7.188,33	18,9%

Fonte: GREER (2014) (trad.).

Mesmo com valor bem inferiores nas receitas de jogos de aprendizagem em relação aos de simulação, o mercado da América Latina possui o maior crescimento esperado para o próximo ano. O mercado da Ásia que possui atualmente grande participação nos jogos de aprendizagem, com 64% da receita global em sua região, terá menor crescimento nesse segmento comparável com seu crescimento nas simulações de aprendizagem, que deverão ser a maior fonte na projeção para 2018.

Tabela 2.4: Receitas de jogos de aprendizagem por região

Receitas de jogos de aprendizagem por região	Receitas 2013 em milhões de dólares	Receitas 2018 em milhões de dólares	Taxa de crescimento anual 2013-2018
América do Norte	\$421,96	\$607,24	7,6%
América Latina	\$42,20	\$77,73	13,0%
Oeste Europeu	\$109,71	\$118,41	1,5%
Leste Europeu	\$20,25	\$33,40	10,5%
Ásia	\$1.115,89	\$1.523,01	6,4%
Oriente Médio	\$8,44	\$9,72	2,9%
África	\$21,10	\$34,61	10,4%
Total	\$1.739,55	\$2.404,12	6,7%

Fonte: GREER (2014) (trad.).

Os principais compradores de jogos educacionais mobile em 2012 eram Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul, China e Índia nessa ordem (ADKINS, 2013), porém, pelas projeções de comportamento de mercado, até 2017 os principais países consumidores desse mercado serão China, Estados Unidos, Índia, Indonésia e Brasil.

Tabela 2.5: Receitas de jogos educativos por plataforma na América do Norte

Receitas de jogos educativos por plataforma na América do Norte	Receitas 2012 em milhões de dólares	Receitas 2017 em milhões de dólares	Taxa de crescimento anual 2012-2017
Jogos Educativos Mobile	\$ 190,56	\$ 388,02	15,3%
Jogos Educativos não-mobile	\$ 117,02	\$ 71,93	-9,3%
Total	\$ 307,58	\$ 459,95	8,4%

Fonte: ADKINS (2013) (trad.).

Segundo FLEURY; NAKANO; CORDEIRO (2014), no mercado global de todas as categorias de jogos, a participação de consoles em 2010 ainda era maior do que a de jogos online e móveis.

As taxas de crescimento são diferenciadas para cada plataforma, pois cada console e estilo de jogo possui sua curva de consolidação no mercado próprias, com alta influência sobre o crescimento futuro:

As diferenças nas taxas de crescimento refletem a percepção dos analistas de que o mercado de Jogos Digitais MMO (*Massively Multiplayer Online*, ou Jogos Massivos de Multijogadores Online) por assinatura, consoles e de para PCs (os mais antigos) estejam amadurecidos e em equilíbrio. Já os jogos sociais e casuais online, MMOs *free-to-play*, estão no final de sua curva de consolidação, enquanto os mobile (incluindo mobile sociais e OTT, *Over the Top Content*) ainda estejam no início dessa fase. (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014, p. 37).

Desta forma, o mercado de jogos para aparelhos móveis possui altas taxas de crescimento tanto no mercado global de jogos quanto no mercado de aprendizagem e formação profissional (ADKINS, 2013).

O consumo crescente nos aparelhos móveis é devido, entre outros fatores, a muitos consoles ainda estarem banidos do mercado da China, à mobilidade dos dispositivos e ao surgimento de novas ferramentas e plataformas de desenvolvimento de aplicações e jogos mobile. Outros fatores são a grande adoção de *tablets* e outros aparelhos móveis por escolas de ensino básico, fundamental e médio e também o aumento de vendas de *smartphones*, com componentes superiores e suporte para jogos mais pesados.

No mercado brasileiro, o cenário de 2001 era de 31% dos domicílios possuírem celular e 51% telefone fixo, enquanto que em 2009, 78,5% das residências possuíam celulares e 43,1% telefone fixo, demonstrando o celular como principal meio de telefonia para a maioria (FLEURY; NAKANO; CORDEIRO, 2014). Os autores também apontaram que em 2013 as vendas de *smartphones* superaram a venda de feature phones (aparelhos celulares mais simples, com suporte a ligações, mas sem suporte a sistemas operacionais e jogos modernos que exijam mais recursos). Assim, houve um crescimento da demanda de jogos móveis no mercado nacional.

FORTIM et al. (2014) apontaram que há atualmente três tipos principais de desenvolvimento de jogos para a aprendizagem e formação profissional: i) a abordagem baseada em produtos, com a produção de jogos em modelos para empresas ou diretamente para os clientes, seja por meios de distribuição normal ou direta aos usuários; ii) a abordagem por projetos, sendo esta a maior parte dos desenvolvimentos, com projetos específicos para uma empresa via requisição (onde a participação no desenvolvimento não é obrigatória) e iii) a abordagem de inovação e implementação baseada em pesquisa, onde o desenvolvimento possui forte multidisciplinaridade na equipe e domínio do propósito de pesquisa.

Com base nesses dados, esta pesquisa priorizou o desenvolvimento de um protótipo de jogo educativo para plataforma móvel, devido ao seu maior alcance e prospecção de crescimento dentro do setor de jogos de formação profissional. O protótipo de jogo desenvolvido enquadra-se no terceiro tipo de desenvolvimento de FORTIM et al. (2014), onde o desenvolvimento foi feito com implementação baseada em pesquisa, onde, apesar do protótipo ter propósito de ser aplicado, o âmbito de pesquisa é o principal fator de sua produção.

O terceiro capítulo deste documento explora os simuladores em jogos encontradas na literatura, apresentando seus conceitos, usos, modelagem e *framework*, considerando e contrastando as visões de modelagem conceitual, *game design*, aprendizagem e de negócios.

Simuladores

As áreas de ensino e treinamento têm utilizado simulações, jogos e gamificações nas últimas décadas (PAUL, 1995). Isto se deve às seguintes características dos jogos: reutilização, praticidade, ambiente passível de erros e baixo custo comparado com treinamento direto com equipamento e situações reais (WILLS; GILBERT; RECIO, 2012).

Segundo ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON (2012), não é comum que metodologias e *frameworks* sejam seguidos nas fases de planejamento e definições da modelagem sobre o mundo real, permitindo expectativas errôneas por parte dos envolvidos devido grandes diferenças na compreensão das terminologias utilizadas.

Este capítulo tem como intuito compilar e contrastar as definições, requisitos e *frameworks* utilizados em simulações de aprendizagem, tendo como base os três principais eixos que focam esse assunto: i) jogos; ii) conteúdo pedagógico e iii) modelagem conceitual, pois cada área possui visão e terminologias específicas.

As diferentes definições utilizadas por cada uma das três áreas de enfoque são apresentadas, os *frameworks* e seus requisitos serão explicados e comparados na expectativa de poder encontrar os elementos em comum, base a todos os *frameworks*, e os elementos divergentes que cada foco de pesquisa prioriza, porém não faz parte do escopo deste projeto explorar técnicas de *game design* ou desenvolvimento.

É esperado que o resultado desta pesquisa possa facilitar as reuniões entre os stakeholders para criar expectativas realistas e permitir o enfoque correto na simulação, em um modelo apropriado para alcançar os objetivos do projeto, que possa apontar *frameworks* próprios para os modeladores abstrairem de forma viável e compatível com o esperado, além de permitir pesquisas futuras que aprofundem e testem as comparações apontadas como resultado.

3.1 Simulações

Segundo GREDLER (2004), o uso de simulações e jogos com propósitos educacionais podem ser datados desde o século XVII. Inicialmente utilizados como jogos de guerra, com a finalidade de melhorar as habilidades de planejamento de exércitos e frotas marítimas, a partir do século XVIII eles serviram como prática militar para as maiores potências do mundo. Na década de cinquenta, durante a guerra fria, os jogos passaram a ser utilizados também para simulações de crises político-militares e, posteriormente, aplicados

no treinamento em áreas médicas e de gerenciamento.

Desde a década de 80, simulações com características de jogos têm ganhado popularidade como ferramenta de ensino e treinamento (PAUL, 1995), sendo que nos últimos anos muitos *serious games* baseados em simulação foram desenvolvidos para treinar novos conceitos de negócios em operações de gerenciamento (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012).

3.2 Capacidades de Simulações Gamificadas

Há um alto potencial de *serious games* baseados em simulação para treinamento de habilidades de gerenciamento (SMEDS, 2003) e este tem sido estudado e reforçado por diversos autores, como WERBACH; HUNTER (2012) e ALVES (2015). Simulações possuem maior alcance junto aos usuários do que aulas expositivas, tendo entre suas características: visibilidade, reproduтивidade, segurança (ambiente seguro), economia e disponibilidade do sistema (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012). Tudo isto permite uma aprendizagem por performance mensurável e não apenas por discursos Socráticos (PAUL, 1995). Além disso, o jogo motiva os alunos e os faz focar a atenção nos objetivos determinados e atribui ao professor/instrutor um papel menos dominante, fazendo com que ele não seja o único juiz da performance.

Quando desenvolvido como uma ferramenta reutilizável, o jogo pode ser visto com melhor relação entre custo e efetividade devido ao compartilhamento, reprodução idêntica, customizações e adaptações para outras necessidades de aprendizagem e dos professores (WILLS; GILBERT; RECIO, 2012).

Em uma simulação ou jogo, da mesma forma que crianças aprendem a jogar jogos de tabuleiros assistindo aos outros, a aprendizagem pode ser feita ao entrar em um jogo que já esteja ocorrendo, ao invés de ser necessário ler todas as regras envolvidas, pois ocorre uma interface de linguagem natural (PAUL, 1995).

A modelagem é iterativa por sua natureza e evolui durante o ciclo de vida do estudo da simulação (ROBINSON, 2012a). O ideal é primeiro definir os objetivos da simulação, para depois planejar quais inputs e outputs podem ser incluídos e então, projetar o escopo do modelo, ou seja, o conteúdo que pode ser oferecido dentro do nível de abstração desenvolvido.

3.3 Falhas na concepção de simuladores de jogos

Apesar desse crescimento recente no uso de simulações em jogos, há um fraco uso de metodologias para as definições das simulações (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012). Assim também, quando estas são utilizadas, diversas vezes o jogador não é considerado como um stakeholder (PAUL, 1995). Isto abre campo para uma má receptividade da aplicação pelos usuários, pois as interações desses stakeholders seguem premissas de resultados da

simulação apenas superficialmente, explorando o mais ativo, o jogador e suas interações e o ciclo de sua aprendizagem (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012). Portanto, há uma necessidade de utilizar *frameworks* para indicar uma sequência ordenada de atividades a serem consideradas na especificação dos modelos, necessidades de aprendizagem e requisitos para a modelagem.

Segundo WILLS; GILBERT; RECIO (2012), no aspecto de desenvolvimento, atualmente jogos e simulações para ensino são endereçados para objetivos educacionais específicos, com desenvolvimento dirigido e particular. Com isso, seu compartilhamento e reaproveitamento se torna difícil e há necessidade de adaptações e customizações de baixo nível, tendo não somente que adaptar às necessidades de aprendizagem, mas também refações de funções básicas da aplicação que exigem conhecimento técnico altamente especializado.

Durante a concepção do projeto, há, algumas vezes, confusão entre os termos gamificação e *playful design*, não apenas entre os clientes, mas também entre os modeladores e desenvolvedores, apesar de existir uma diferença (DETERDING et al., 2011): apenas o primeiro oferece um objetivo específico e claro a seu usuário, possui regras e restrições e considera um desafio, para que os objetivos apresentados ao jogador sejam atingidos.

Outra falha na concepção de simuladores, desta vez em relação à modelagem, é que inicialmente parece ideal criar um modelo com muitos detalhes, para que seja mais fiel à realidade; porém, fidelidade total só seria possível com o conhecimento completo sobre o sistema real e muito tempo disponível para o estudo e modelagem (ROBINSON, 2012a), o que não se faz realidade na grande maioria dos casos. Para a criação de um problema mais simples, é obrigatório determinar o nível de abstração do sistema real, ou seja, definir a modelagem conceitual corretamente. Todo modelo é uma abstração do mundo real e a definição do quanto abstrair é o ponto chave na modelagem de simulações.

Por último, um fator que precisa sempre ser considerado nas definições de escopo do projeto é que o fato de utilizar *serious games* ou gamificação não fará um bom projeto tendo como base material de treinamento ruim (PAUL, 1995). É necessária a utilização de bons recursos (de jogos, conteúdo pedagógico e modelagem) para poder atingir um resultado de qualidade.

3.4 Definições

Simulações são situações não fechadas que envolvem muitas variáveis interativas (GREDLER, 2004). O objetivo de seus participantes é ter um papel específico, tentando solucionar os problemas e ameaças que ocorrem, além de experimentar os efeitos de suas decisões, quando interações são permitidas.

Simulações são baseadas em entradas, processamento dos dados e saídas aos usuários. As entradas (inputs) são todas as formas de interação dos usuários com a aplicação. Elas devem ser consideradas como qualificadas para influenciar sobre o mundo o suficiente para

atingir os objetivos e permitir flexibilidade de ações dos jogadores. Elas não devem ser analisadas isoladamente, mas como uma sequência de decisões dos usuários. Já as saídas (outputs), são os meios pelos quais a aplicação retorna informações para os jogadores. Elas devem identificar se os objetivos foram atingidos, e caso não tenham sido, é necessário apontar as razões para que isso tenha ocorrido (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012).

GREDLER (2004) aponta ser essencial definir o tipo de simulação entre Experimental e Simbólica, para focar nas interações passíveis de auxiliar na aprendizagem da aplicação.

Simulações Experimentais envolvem ações dos usuários que afetam os demais e a problemática simulada. Dessa forma, estratégias randômicas devem ter resultados diferentes. São constituídas de microcosmos sociais, onde indivíduos possuem papéis diferentes com responsabilidade e limitações específicas, interagindo em um cenário complexo que evolui durante o ciclo. Esse tipo de simulação ainda possui três subtipos: progresso social, diagnóstico e gerenciamento de informações.

Simulações simbólicas, por sua vez, são interações apenas como investigador em uma simulação que é populada de eventos ou por conjunto de processos externos ao usuário e este apenas testa seu modelo conceitual das relações sobre as variáveis existentes. É uma representação dinâmica das funções ou comportamentos de um universo, sistema ou conjunto de processos no computador. Este tipo possui dois subtipos: simulações de pesquisa de laboratório e simulações de sistemas, onde o usuário analisa, diagnostica e indica correções.

Tendo como determinado o tipo de simulação que melhor comporta o escopo, é possível ter um melhor desmembramento e descrição dos elementos necessários para a criação do escopo completo (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012).

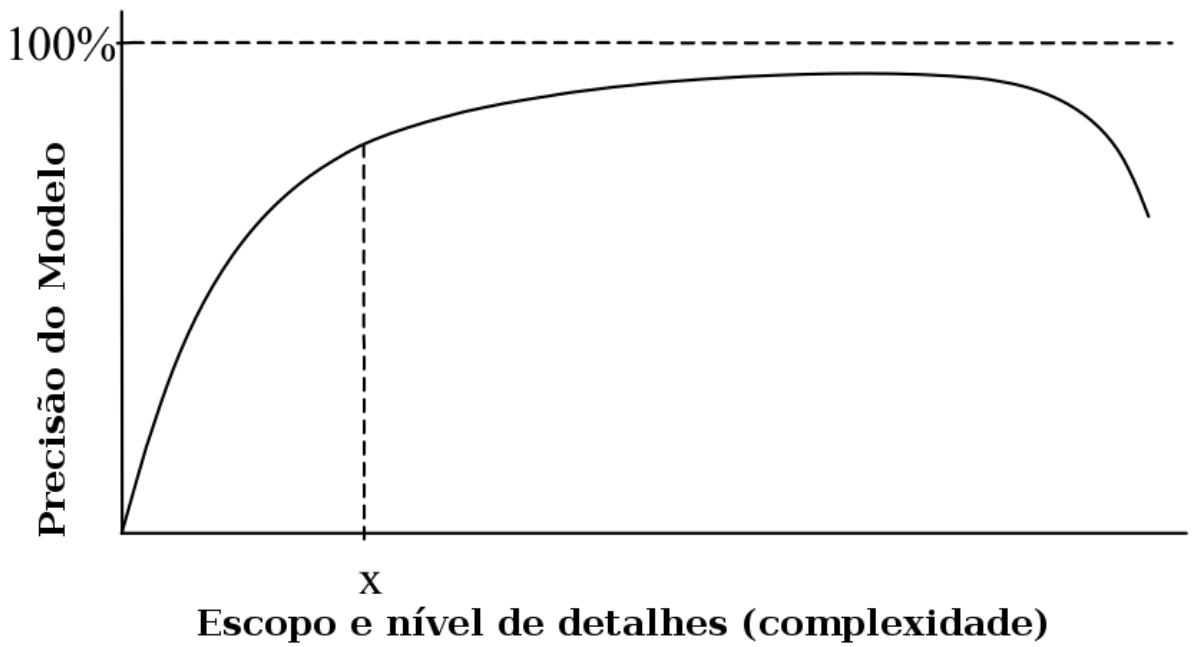
Sendo toda simulação uma simplificação do sistema real com base em premissas, esses dois termos precisam ter seus usos explicados. Premissas são criadas baseadas nas incertezas ou nas expectativas sobre o mundo real. Enquanto isso, as simplificações são incorporadas ao modelo para permitir o desenvolvimento e o uso de forma mais rápida, com menor processamento e maior transparência aos usuários sobre a influência de suas ações (ROBINSON, 2012a).

Modelagem conceitual pode ser definida como a abstração de um modelo de simulação sobre um sistema real, sendo um dos aspectos mais importantes para que a simulação como um todo funcione (ROBINSON, 2012a).

As abstrações, ou seja, o nível de simplificação sobre o sistema real, como visto na Figura 3.1, pode ser entendido como uma curva entre o nível de complexidade, com maior detalhamento no escopo variável, em relação à precisão da simulação. É ilustrado que o nível de precisão inicialmente aumenta rapidamente conforme mais detalhes são inseridos no modelo, porém após certo nível de detalhamento atingido, há uma diminuição contínua do crescimento da precisão até o ponto em que há uma queda progressiva. Isso

se faz pois os dados inseridos no modelo são mensurações e estimativas e há um ponto de desbalanceamento onde seu acréscimo causa distorção sobre precisão da simulação (ROBINSON, 2012a).

Figura 3.1: Relação entre escopo e precisão de modelo



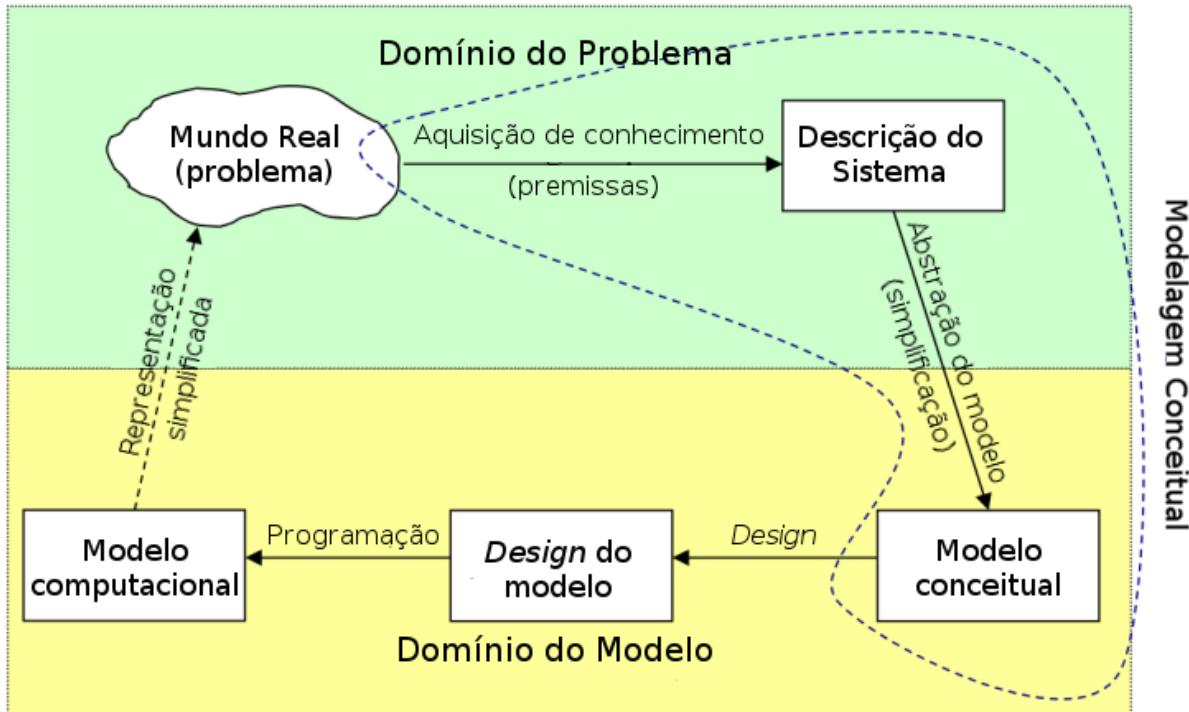
Fonte: (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012) (trad.).

As abstrações podem ser classificadas de duas formas: i) abstrações próximas (*near abstractions*), com alto nível de detalhamento ou ii) abstrações distantes (*far abstractions*), com alto distanciamento da realidade.

É uma questão de validação a compreensão sobre o nível de correspondência entre o modelo e o sistema real (ROBINSON, 2012a), pois tanto a modelagem conceitual quanto a validação são relativas às precisões necessárias para os objetivos necessários definidos no escopo do projeto.

De forma a passar o domínio do problema para o modelo, conforme a Figura 3.2, é necessário realizar a descrição do sistema, com a representação da situação e os elementos do mundo real que se relacionam com ele. Em seguida, deve-se criar o modelo conceitual conforme definido, a fim de desenhar a concepção do modelo, com dados, componentes e execuções, para finalmente chegar ao modelo computacional validável perante o mundo real.

Figura 3.2: Do domínio de problema para domínio de modelo



Fonte: (ROBINSON, 2012a) (trad.).

Há diversos termos específicos no âmbito da aprendizagem e treinamento, porém um dos mais amplamente utilizados são os Resultados de Aprendizagem Esperados, em inglês *Intended Learning Outcome* (ILO) (WILLS; GILBERT; RECIO, 2012). Este é um termo que define sentenças e propostas para o que os alunos devem ser capazes de saber, fazer e analisar ao término de um curso, tratando basicamente das habilidades e conceitos que os alunos devem adquirir até o final do curso.

Apesar de não ser da área de educação e aprendizagem em si, o termo toolkit é muito referenciado nos textos e *frameworks* com esse foco e são modelos de *design* ou processo de tomada de decisão com ferramentas, muitas vezes automatizadas, disponibilizadas em momentos chave durante o fluxo para auxiliar o usuário do modelo (WILLS; GILBERT; RECIO, 2012).

Segundo WILLS; GILBERT; RECIO (2012), a educação com uso de tecnologias possui algumas terminologias já utilizadas há algumas décadas, como por exemplo, Treinamento Baseado em Computador, em inglês Computer Based Training (CBT), aproximando informações e habilidades, além de atividades cotidianas às organizações e áreas de administração e gerenciamento.

Utilizando a capacidade de processamento dos computadores para auxiliar no treinamento computadorizado, foi idealizado o Sistema de Tutoria Inteligente (PAUL, 1995), em inglês Intelligent Tutoring System (ITS), que pode ser utilizado em sistemas de treinamento baseado em computação e simulações gamificadas. Ele permite aos professores

o contato um-a-um com o aluno, gerando um aprendizado individualizado, através de explicações customizadas com base na estratégia e abordagem indicadas.

Para PAUL (1995), em conjunto com os agentes inteligentes, também são utilizados conceitos da matemática denominados Box Model. Um deles é o Black Box Model, quando o sistema não possui informação anterior disponibilizada e o segundo é o White Box Model, ou também chamado de Glass Box Model, onde o sistema já possui todas as informações necessárias antes da simulação iniciar. O melhor uso de ITS se faz com grande quantidade de dados dos usuários e seus perfis, além da aquisição de mais informações durante a simulação.

O autor aponta que há quatro formas principais de uso de ITS em conjunto com simulações: i) ITS em simulações; ii) simulações em ITS; iii) ITS em alguma parte do jogo/aplicação e iv) a possibilidade de serem duas aplicações separadas que mantém comunicação durante as interações. Porém, independentemente da forma, os Sistemas de Tutoria Inteligente aproveitam da alta comunicação dinâmica e interativa obtida com os simuladores gamificados e jogos com simuladores. No campo da aprendizagem, também são definidos alguns verbos para se ter clareza das descrições do escopo, como: descrever, demonstrar, praticar, refletir e preparar os níveis de compreensão de um conteúdo. Descrever é o ato de ilustrar ou demonstrar, enquanto que demonstrar emprega um método ou uma técnica e praticar envolve treinamento e educação. Refletir significa experimentar e obter respostas e, por fim, preparar envolve aumentar ou direcionar a atenção para as situações específicas (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012).

Os três níveis de compreensão envolvem: i) o entendimento completo, com expressão deste pelo aluno; ii) o entendimento aparente, com expressão dúbia ou incerteza e iii) a falta de entendimento, com expressão desta por parte do aluno (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012). É necessário dar atenção principalmente ao segundo nível, para garantir a identificação e encaminhamento correto das ações, com validação do conhecimento adquirido, e reforço, caso necessário.

Stakeholders podem ser definidos como todas as pessoas e organizações que tenham interesse ou que sejam afetadas por um projeto, porém; mesmo com uma definição clara da inclusão daqueles que serão mais ativamente afetados por uma aplicação, os usuários são diversas vezes ignorados no processo de concepção dos escopos de projetos de simulações para treinamento e ensino (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012). Por isso, a grande importância de um *framework* que considere suas habilidades, conhecimentos, motivações e vontades.

3.5 Requerimentos

Para ROBINSON (2012b), os requerimentos para modelagem conceitual são: validade, credibilidade, utilidade e viabilidade. A validade refere-se à percepção do modelador com

relação à precisão da simulação desenvolvida, enquanto a credibilidade é a percepção dos clientes de que esta simulação está de acordo com o escopo definido. A utilidade da modelagem envolve a percepção do modelador e do cliente de que a simulação pode ser desenvolvida como modelo computacional que facilite a escolha de decisões, no contexto escolhido. Por fim, a viabilidade é a percepção de todos os envolvidos de que o modelo pode ser desenvolvido durante o tempo, dados e recursos disponíveis para o projeto.

Dentro da visão de negócios, há como requisito básico a reutilização para melhoria da relação custo-benefício (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012). Além disso, em relação às necessidades de aprendizagem, também deve-se considerar as facilidades de compreensão não só do conteúdo, mas também de como jogar, entender os resultados e quais habilidades são exigidas, para aumentar o desempenho na simulação (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012).

A visão de aprendizagem irá questionar a necessidade do uso de um jogo (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012), se esta não é excessiva, além dos efeitos sobre os usuários. Estes incluem os danos que podem ser causados por utilização de uma aplicação fraca, o tratamento dado àqueles que não gostarem ou não mostrarem interesse no jogo e principalmente os benefícios obtidos pelos participantes (considerando todos os papéis disponíveis aos envolvidos no jogo para professores e alunos).

Como características de simulação, a visão de aprendizagem baseada em GREDLER (2004), apresenta fidelidade e capacidade de validação, papéis individuais definidos, ambiente rico em informações com possibilidade de estratégias diferentes e *feedback* através de alterações na situação simulada. Os requerimentos em relação à definição de propósitos são: praticar e refinar habilidades e conhecimentos já existentes, identificar falhas nas habilidades e conhecimentos, rever os conhecimentos e criar/aprender novas relações entre os conceitos existentes (GREDLER, 2004). Como critérios de *design*, tem-se a necessidade de critério de vitória baseado em conhecimento/habilidade, não podendo ser de soma-zero, apesar de poder ocorrer ordenação com base em colocações. Outros critérios consistem em possuir mecânicas apropriadas às idades e habilidades e não haver punição pelas falhas, apenas deixar que o jogador não avance e/ou não adquira pontos.

Em outra visão de aprendizagem (PAUL, 1995), os requisitos básicos considerados são de que existam sessões de aprendizagem interativas, flexibilidade e controle para o usuário e que a simulação seja um universo que permita erros de processos do jogador com *feedback* para correção, com comparação entre o rendimento do usuário e alguém que domine o assunto. Além disso, o autor considera como requisito básico a análise constante dos conhecimentos atuais dos usuários, com adaptação de acordo com as necessidades de aprendizagem, sem nunca mostrar a solução pronta, mas permitindo que sejam realizados testes sobre o problema até encontrar alguma solução parcial ou total. As análises e adaptações requeridas pelo foco em aprendizagem exigem inteligência computacional, e para que um sistema possa ser considerado inteligente, deve atender três requisitos (PAUL,

1995):

- domínio do conhecimento: conhecer o assunto o suficiente para inferir e solucionar possíveis problemas;
- conhecimento do usuário: deduzir o conhecimento atual do jogador e adaptar instruções de acordo;
- conhecimento de tutoria: o sistema deve permitir a implementação de estratégias que diminuam as diferenças entre um novato e alguém com experiência.

3.5.1 Comparação entre requerimentos

A Tabela 3.1 apresenta a relação entre requisitos de uma simulação de acordo com o objetivo: aprendizagem, modelagem e negócios. Pode-se perceber que existem grandes diferenças entre os requisitos, de acordo com o objetivo considerado.

Tabela 3.1: Comparação de requisitos entre foco em aprendizagem (a), modelagem (b) e negócios (c)

Requisitos	a	b	c
validade	não	sim	não
credibilidade	sim	sim	sim
utilidade / necessidade	sim	sim	sim
viabilidade	parcial	sim	parcial
foco no jogador	sim	não	sim
foco no conteúdo	sim	não	Parcial
reutilização	sim	não	Sim
sistema inteligente	sim	parcial	parcial

Fonte: Autoria Própria.

Enquanto todos focam na credibilidade da utilidade / necessidade de um jogo, por envolver o cliente diretamente, a sua reutilização é importante na aprendizagem e nos negócios. Cada um dos três eixos direciona menos atenção para algumas áreas. A aprendizagem não foca na validade do modelador e apenas parcialmente na viabilidade do projeto. A área de modelagem se interessa pela própria modelagem e não possui foco no jogador ou no conteúdo, sendo que o contexto é o último a ser considerado em seus *frameworks*. A visão de negócios também foca nos clientes e nos usuários e conteúdos como comportamentos que devem ser influenciados, também sem foco na simulação e *design*, considerando partes de jogo e diversão que devem ser consideradas na construção do projeto.

3.6 *Frameworks*

Conforme já apontado, o uso de *frameworks* para auxiliar o processo de concepção do projeto, definição de escopo, modelagem conceitual e desenvolvimento da aplicação se faz necessário por definir métodos e não deixar de endereçar partes essenciais ao projeto real (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012).

Porém, é pressuposto que cada ferramenta terá um foco e propósito diferenciado. Por isso, a importância de elencar alguns *frameworks* encontrados na literatura, os quais possuem estruturas básicas diversas.

O *framework* de Robinson para Modelagem Conceitual (ROBINSON, 2012b), considera esta modelagem como elemento central e possui as seguintes características:

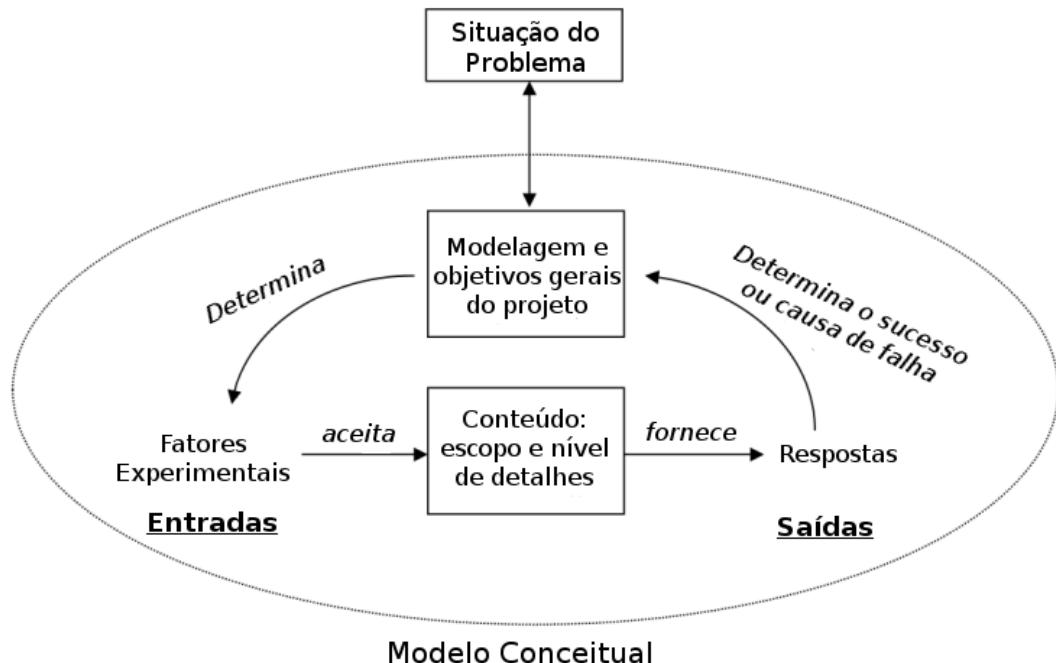
- entender a situação do problema;
- determinar a modelagem e os objetivos gerais dos projetos;
- identificar as entradas do modelo;
- identificar as saídas do modelo;
- determinar os conteúdos do modelo (escopo e nível de detalhes);
- identificar premissas e simplificações.

O autor indica que elas podem ser seguidas em ordem, mas que também podem ser alteradas, devido à interações com outras áreas durante o ciclo de vida do modelo, como a codificação, a coleta de dados, a validação e a experimentação.

De forma complementar, o modelo de ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON (2012) apesar de indicar o fluxo de sequência de ações ideal, também aponta que essa ação é iterativa e cíclica.

Com a iteração, há constantemente validação com o mundo real em relação ao problema para ajustes e novo ciclo das determinações e identificações listadas na ferramenta, sendo que nas respostas ao usuário também são encontradas as razões de falha e acerto que serão utilizadas no desenvolvimento em si, como pode ser visto na Figura 3.3.

Figura 3.3: *Framework* de modelagem conceitual



Fonte: (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012) (trad.).

O autor (ROBINSON, 2012c) também indica a criação de tabelas descritivas e diagramas, quando possível, com os seguintes itens:

- objetivos gerais (da organização, do projeto, da aplicação);
- modelagem de saídas e respostas;
- fatores experimentais;
- modelo de escopo, nível de detalhes, premissas e simplificações.

A criação dessas tabelas serve para a validação e melhorias em conjunto com todos os stakeholders, porém é possível, ao usá-las, ver o enfoque no modelo conceitual apenas, com pouca influência dos usuários ou dos conteúdos em si. A visão exclusivamente de modelagem conceitual não considera elementos de *game design* em seu processo.

Por isso, Van der ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON (2012) utilizam o *Framework* de *Game Design* (GREENBLAT; DUKE (1981), citado por ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON (2012)), que segue quatro eixos (iniciação, *design*, construção e uso) para fazer uma integração entre os dois *frameworks*. Os quatro eixos são descritos a seguir:

- Iniciação
 - especificações
 - descrição dos sistemas

- quais componentes gamificar

- *Design*

- como jogar
- mecânicas do jogo
- *game design*

- Construção (engenharia)

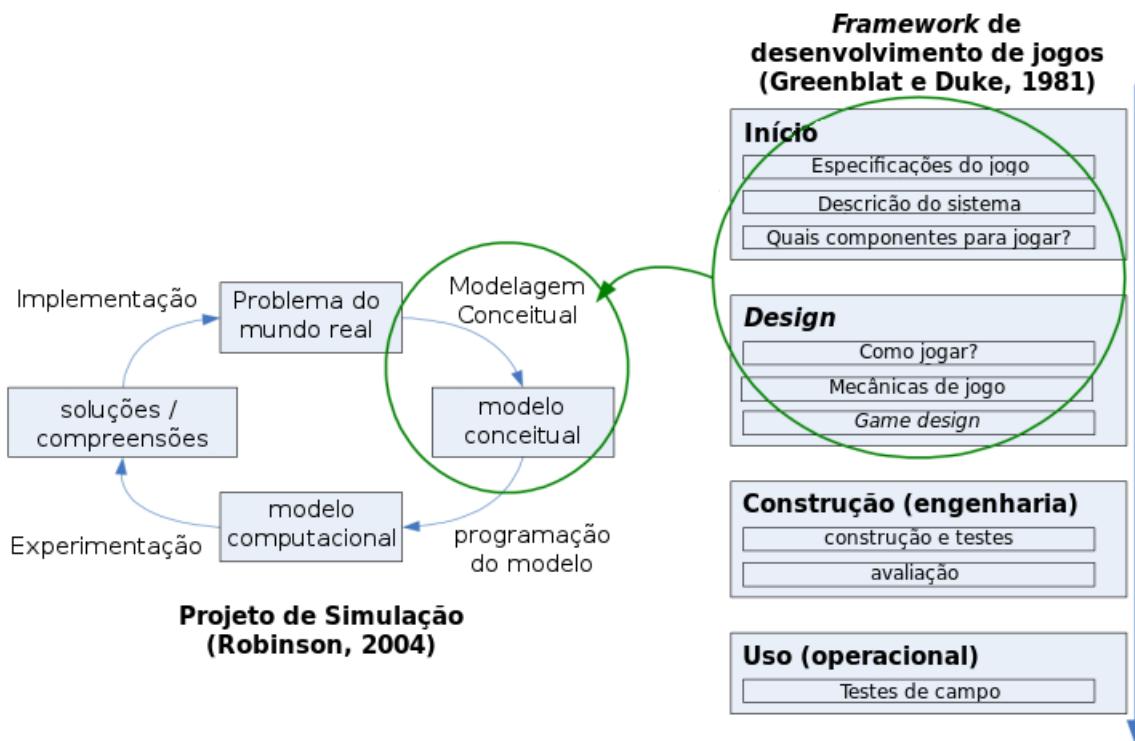
- construção e testes
- validação

- Uso (operação)

- testes de campo

O resultado dessa relação, visto na Figura 3.4, é o *Framework* de Modelagem Conceitual para *serious games* (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012), onde a parte de Modelagem Conceitual de Robinson é integrada às duas primeiras partes (iniciação e *design*) do modelo de jogos (GREENBLAT; DUKE (1981), citado por ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON (2012)). Com isso, elementos de *game design* foram integrados ao *framework*, com especificações do jogo junto com as do mundo real, alimentando a primeira fase da modelagem.

Figura 3.4: *Framework* de modelagem para jogos



Fonte: (ZEE; HOLKENBORG; ROBINSON, 2012) (trad.).

Considerando a gamificação com foco em negócios, tem-se o *framework* de *Design* de Gamificação de WERBACH; HUNTER (2012), feito para auxiliar profissionais de marketing e outras áreas a desenhar um projeto de gamificação que aumenta o engajamento ou reforça alguns comportamentos desejados. Este *framework* parte dos objetivos de negócios, cobrindo aspectos do público-alvo, atividades e elementos de gamificação que devem ser incorporados ao sistema, seguindo o modelo a seguir:

- Definição de objetivos de negócios;
- Delimitar o comportamento alvo;
- Descrição dos jogadores;
- Divisão de ciclos de atividades;
- Definição de elementos de diversão;
- Definição de elementos de gamificação necessários.

Percebe-se neste *framework* a centralização nos negócios e no comportamento dos usuários. Ele trata a gamificação como uma caixa de ferramentas, onde é possível escolher e adaptar as ferramentas de jogos existentes nas práticas para atingir os objetivos. Neste caso, não há uma consideração em relação à modelagem do mundo real e ao *game design* como um todo.

A ferramenta PEGS (Pedagogically Effective Games and Simulations, em português, jogos e simulações educacionais eficazes) é um *framework* desenvolvido para que usuários sem conhecimento técnico de modelagem e desenvolvimento de jogos, como muitos professores, possam passar pelo processo de reengenharia de um curso para aplicação de um *serious games*, simulação ou recurso adaptativo (WILLS; GILBERT; RECIO, 2012). Esta ferramenta é baseada na reutilização e compartilhamento com banco de dados de conteúdos, sistemas, elementos de jogos e jogos em si, através de toolkits. Este modelo pode ser dividido entre:

- Identificação e estruturação das competências desejadas com base no currículo do curso/programa de estudos, em conjunto com expectativas dos professores;
- Seleção dentro de banco de dados de competências interoperacionais com os tópicos de interesse;
 - Há uma ferramenta que auxilia a busca, visualização e edição dessas competências;
- Criação de simulações e jogos podem com base em templates vazios ou populados;

- Há um repositório para simuladores e jogos;
- Escolha e compartilhamento de sugestão de estratégias de ensino e *design* instrucionais em sistema de sugestões;
- Definição da tutoria inteligente, com entrega de materiais e avaliações adaptativamente aos alunos, de acordo com regras pré-definidas.

Como foca na aprendizagem, esta ferramenta é centrada no aluno, com propósitos de ensino e a promoção de habilidades de pensamento e decisão através de análises críticas e solução de problemas. Porém, a modelagem e os elementos de *game design* ficam em segundo plano. O *framework* para Simulações de Aprendizagem com Sistema de Tutoria Inteligente de PAUL (1995) é dividido em quatro etapas: preparação, introdução, operação do jogo e discussões pós-jogo, conforme:

Preparação:

- seleção de jogo de acordo com objetivos;
- integração do jogo com grade do curso do ITS;
- determinação do número de jogadores e papéis;
- criação de cronograma de tempo de jogo;
- criação de material de ensino e de apoio;
- definição da estratégia de gerenciamento de decisões.

Introdução:

- explicar razões de escolha do jogo;
- explicar propósito e regras do jogo;
- explicar sequência de cada ciclo;
- explicar os papéis de cada jogador;
- explicar simbologias e interações;

Operação do jogo:

- relembrar os papéis conforme as situações ocorrem;
- distribuição de recursos;
- observação e assistência aos que precisam;

- controle de limite de tempo;
- controle de fluxo dos passos do jogo;
- consequências não antecipadas;
- reportar progresso do jogo;

Discussões pós-jogo:

- reportar progresso final do jogo;
- análise sistemática do jogo de acordo com cada papel;
- discussão sobre a realidade apresentada e não sobre o jogo em si.

O foco desse *framework* é sobre o aluno e a tutoria antes, durante e após a partida em si, sendo o jogo, apenas um elemento escolhido dentro de um repositório no início do projeto com integração ao sistema de tutoria automatizado.

Com isso, o processo desse *framework* é todo sobre o aluno, com justificativas, contextualização, instruções, acompanhamento com progresso reportado em todo ciclo e discussão final fora do contexto do jogo.

3.6.1 Comparação entre *frameworks* e requisitos

Com a listagem e explicação de algumas das diversas ferramentas disponíveis para auxiliar a concepção e desenvolvimento de jogos de aprendizagem com simulações dentro dos cinco focos principais: *game design*, modelagem conceitual, negócios, aprendizagem e *serious games* com simulação, são elencadas na Tabela 3.2 as características usadas para a comparação de *frameworks* nestes eixos.

Tabela 3.2: Comparação entre *Frameworks* de acordo com foco em aprendizagem (a), modelagem (b), negócios (c), *game design* (d) e *serious games* com simulação (e)

Características	a	b	c	d	e
Entender problema	sim	sim	sim	sim	sim
Objetivos gerais	sim	sim	parcial	sim	sim
Entradas e saídas	não	sim	não	parcial	sim
Conteúdo (escopo)	sim	sim	parcial	parcial	sim
Premissas e simplificações	não	sim	não	não	sim
Componentes de jogo	parcial	não	sim	sim	sim
Como jogar	sim	não	parcial	sim	sim
Mecânicas de jogo	não	não	parcial	sim	sim
<i>Game Design</i>	não	não	não	sim	sim
Diversão	não	não	sim	sim	parcial
Comportamento Alvo	parcial	parcial	sim	parcial	parcial
Objetivos de negócios	parcial	parcial	sim	parcial	parcial
Sessões em ciclos	sim	sim	sim	sim	sim
Competências de ensino	sim	não	parcial	não	não
Reutilização de componentes	sim	não	parcial	não	não
Templates para criação	sim	não	não	não	não
Estratégias de ensino / <i>Design</i> instrucional	sim	não	não	não	parcial
Definição de tutoria inteligente	sim	parcial	parcial	não	parcial
Número de jogadores, tempo de sessão e cronograma do jogo	sim	parcial	não	sim	parcial
Explicar razões da escolha do jogo, objetivos, sequências e papéis antes do jogo	sim	não	não	parcial	parcial
Discussão pós-jogo	sim	não	não	não	não

Fonte: Autoria Própria.

Com base na Tabela 3.2, pode-se observar que são poucas as características que são comuns a todos os focos, pois os cinco eixos entendem o problema e determinam objetivos gerais, além de definir o escopo de conteúdo do jogo, cada qual à sua forma, com base em um comportamento alvo desejado a atingir e os objetivos de negócio. Porém; para alguns focos, o objetivo de negócio é a simulação em si e não objetivos gerenciais e/ou de marketing.

Discussão pós-jogo e explicações completas antes do início, além de contextualização da razão do jogo são características apenas utilizadas por *frameworks* com foco em

aprendizagem, enquanto que considerações pelas entradas e saídas e o fluxo de modelagem com premissas e simulações apenas são utilizados pelo foco em modelagem e *serious games* com simulação (que estende o de modelagem). As características de *game design* não são vistas nos focos de aprendizagem, modelagem e negócios, onde características de jogos são vistas como componentes de um toolkit a serem utilizados e adaptados, fora do fluxo de *design* de projeto, sendo que para aprendizagem há até o conceito de templates e utilização de jogos já criados para mais de um objetivo geral.

3.6.2 Conclusões sobre Simuladores

Há vários focos diferentes na pesquisa sobre *serious games* e gamificações com simulações, sendo que cada foco (aprendizagem, modelagem conceitual, *game design*, negócios e *serious games* para simulações) possui suas próprias características, devido à priorização de um elemento principal em detrimento dos demais. Assim, não existe uma única forma correta ou indicada, mas apenas que cada *framework* possui objetivos específicos e que a escolha de qual usar deve estar alinhada com o escopo do projeto.

O foco em aprendizagem privilegia o conteúdo pedagógico e o usuário, com explicações e contextualizações antes e no início da partida, como também com discussão posterior. Porém, o jogo é visto como componentes a serem utilizados, na íntegra ou adaptados. O foco em negócios se preocupa com a reutilização de características e funcionalidades de gamificação para atingir comportamentos esperados com base nos objetivos de negócios, mais amplos do que a aplicação em si. A modelagem e seu derivado de *serious games* com simulação consideram premissas e simplificações, porém apenas o segundo discorre sobre *game design*, foco da ferramenta de jogos, onde nem a abstração, nem a aprendizagem fazem parte central das considerações.

Tendo como base essa diferenciação, é possível utilizar os *frameworks* atuais, da maneira como foram concebidos de acordo com o propósito do projeto, com conhecimento das áreas que serão menos exploradas ou até mesmo adaptando-os, de forma a considerar como preocupações secundárias as áreas que a ferramenta escolhida não explora.

Com isto, este capítulo espera ter criado uma compilação de termos utilizados pelas diversas áreas envolvidas e que poderiam gerar diferenças de interpretação e expectativas entre os stakeholders e modeladores. Foi apontada a existência de focos em *game design*, modelagem, negócios, aprendizagem e *serious games* para simulações, apresentando uma comparação entre suas características principais e ampliando a percepção de escolha dentre métodos que possam facilitar a concepção e desenvolvimento de *serious games* ou gamificações com simuladores.

Inovação

De modo a poder elencar os elementos que possam ser relacionados com *design* de jogos, ou gamificáveis, na simulação da gestão da inovação, este capítulo inicia com a descrição dos conceitos e tipologias de inovação, sua gestão e mensuração e os ecossistemas propícios para sua implantação.

Fazer um levantamento, quantificar e avaliar o processo de inovação de uma empresa, do mercado e de seus concorrentes é extremamente significativo e importante, porém muito complexo e dificultado ao não seguir um *framework* heurístico (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006).

A gestão da inovação, segundo análise sistemática da literatura por LOPES et al. (2016), pode ser realizado através de modelos que se dividem em sete eixos: i) estratégia organizacional; ii) gerenciamento de projeto; iii) gerenciamento de conhecimento. iv) gerenciamento de produtos; v) tipos de inovação; vi) inovação tecnológica e vii) Inovação Aberta. A revisão bibliográfica de ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) sobre mensuração de inovação segue estrutura também baseada em sete categorias: i) gerenciamento de entradas/insumos; ii) gerenciamento de conhecimento; iii) estratégia de inovação; iv) estrutura e cultura organizacional; v) gerenciamento de portfólio; vi) gerenciamento de projetos e vii) comercialização; de forma que é possível verificar a equiparidade entre diversos dos temas.

4.1 Conceituações em Inovação

Considerando que a inovação em geral já foi estudada com vários focos diferentes, GODIN (2008) efetuou um levantamento histórico e agrupou as definições em 13 diferentes grupos:

- Imitação (*Imitation*)
- Invenção (*Invention*)
- Descoberta (*Discovery*)
- Imaginação (*Imagination*)
- Ingenuidade (*Ingenuity*)

- Mudanças culturais (*Cultural Change*)
- Mudanças sociais (*Social Change*)
- Mudanças organizacionais (*Organizational Change*)
- Inovação Política (*Political Innovation*)
- Criatividade (*Creativity*)
- Mudança Tecnológica (*Technological Change*)
- Inovação Tecnológica (*Technological Innovation*)
- Inovação Comercial (*Commercialized Innovation*)

Dentro desses treze itens agrupadores (GODIN, 2008), ainda é possível realizar uma divisão em quatro eixos, sendo eles: i) inovações com habilidades criacionais; ii) inovações com mudanças socioculturais; iii) inovações com mudanças político-econômicas e iv) inovação tecnológica. E, com base nesses itens e seus eixos, é possível verificar a referência à invenção em muitas das pesquisas sobre inovação em geral.

E exatamente nesse ponto, tem-se a comparação entre inovação e invenção na pesquisa de O'SULLIVAN; DOOLEY (2009). Os autores definem que a inovação vai além do ato de criar algo novo, incluindo também a exploração da inovação com valor agregado aos consumidores e benefícios. A invenção, por outro lado, não precisa atender alguma necessidade ou ter caráter de utilização, muito menos de comercialização. Muitas vezes a invenção será utilizada como capacidade para patentear uma ideia ou componente. Ainda para os autores, a inovação, além de todo o valor agregado para os inovadores envolvidos no processo de concepção, desenvolvimento e comercialização, é o processo de implementar mudanças que aumentem o valor do produto, serviço ou processo para o consumidor.

Como a inovação tecnológica tem sido estudada de forma ampla na literatura OECD (1981), EIPR (2006) e AHMED; SHEPHERD (2010), será realizada a seguir a explicação de diversas definições para este termo, realizadas nas últimas décadas. Segundo o Manual de Oslo (OECD, 1981), a inovação são todos os passos científicos, técnicos, comerciais e financeiros necessários para o desenvolvimento e marketing de produtos e equipamentos novos ou melhorados, seu uso comercial ou nova abordagem em serviços sociais. Este manual também considera a inclusão de inovações incrementais, relacionadas tanto com a melhoria de produtos quanto em sua comercialização.

Em contraste, as definições do European *Innovation* Progress Report Office, em português gabinete de relatório de progresso da inovação europeia (EIPR, 2006), possuem foco em mudanças, considerando que a inovação se relaciona com transformações e a habilidade de gerenciamento de mudanças durante o tempo (EIPR, 2006). Nessa definição, também é incluída a exploração de novas ideias, como melhorias em produtos ou serviços

ou em sua entrega, assim como o posicionamento da marca, do produto ou a variação em seu modelo de negócios.

A inovação com foco em recursos, sejam eles humanos, tempo ou dinheiro, é vista como uma das características apontadas por AHMED; SHEPHERD (2010), que consideraram que a inovação vista como invenção será definida pelo uso de recursos para a criação de um novo produto, serviço, processo ou modo de enxergar o mundo.

Dessa forma, apesar das diferenças entre as várias definições, é percebida uma direção das mudanças sobre a definição de inovação, com divisão dos eixos e foco em inovação tecnológica para os estudos de gestão e, dentro deste eixo, a inclusão de serviços, processos e elementos intangíveis, como o conhecimento em si.

4.2 Categorias da Gestão da Inovação

Na revisão bibliográfica de LOPES et al. (2016), há uma difusão das áreas de pesquisa em relação à gestão da inovação, sendo que gerenciamento de projetos, estratégica organizacional, gerenciamento do conhecimento e inovação tecnológica podem ser considerados as bases mais antigas dessas pesquisas, mas que recentemente outros eixos foram adicionados como a Inovação Aberta, com mudanças nos processos internos por incluir departamentos externos e P&D.

Assim, LOPES et al. (2016) agruparam as áreas de pesquisa em sete eixos diferentes para que seja possível identificar e direcionar o modelo de gestão de inovação mais adequado para cada contexto corporativo. Cada um desses eixos são descritos a seguir.

LOPES et al. (2016) também apontam que muitas das pesquisas tentam entender, implementar e medir a inovação com base em métricas de produtos, o que pode indicar o entendimento da inovação predominantemente como desenvolvimento de novos produtos.

4.2.1 Estratégia organizacional

Para MILES et al. (1978), as organizações definem seus propósitos em interação com seus ambientes, sendo que organizações eficientes criam mecanismos de interação que complementam suas estratégias de marketing.

Os autores apresentam um *framework* teórico, chamado Ciclo Adaptativo, que considera as relações entre estratégia, estrutura e processos e identifica três problemas que devem ser resolvidos simultaneamente: i) do empresário (produtos, serviços, mercado e oportunidades); ii) do engenheiro (soluções operacionais) e iii) do administrador (eficiência na solução de problemas e redução de incerteza).

A intitulada Adaptação Organizacional, ou “*Organizational Adaptation*”, aponta a reestruturação organizacional para atender ao ambiente em que está inserida. Essa visão

também aponta que há três tipos estratégicos de organizações: Defensores, Prospectores e Analistas. Além disso, ela nomeia um quarto tipo, Reatores, que ocorre em falhas quando nenhum tipo é aplicado corretamente.

Os chamados defensores (*defenders*) ordenam e mantêm um ambiente propício para organizações estáveis. Alcançam a estabilidade com domínio sobre produção com portfólio limitado em quantidade e segmento, além de reagirem de forma agressiva a novos concorrentes no mercado. Este tipo ignora desenvolvimentos fora de seu domínio.

Em oposto, os prospectores (*prospectors*) respondem ao ambiente de forma quase contrária aos Defensores e possuem alta consistência entre suas soluções. Esse tipo suporta ambientes mais dinâmicos do que outros, buscando a inovação em produtos e oportunidades de mercado.

O tipo dos analistas (*analyzers*) que tenta minimizar o risco e maximizar a oportunidade atrás de lucro, unindo os pontos fortes dos dois outros tipos citados anteriormente.

Não sendo um tipo em si, mas também nomeado, há o tipo dos reatores (*reactors*), que se ajustam ao ambiente de forma instável e inconstante. Normalmente são incapazes de responder aos ambientes de incerteza e receosos a agir de forma agressiva a qualquer momento. Esse tipo é uma falha que ocorre como consequência residual, quando as estratégias são aplicadas de forma imprópria.

Padrões entre as teorias tradicionais de gerenciamento (Modelo Tradicional, Modelo de Relações Humanas e Modelo de Recursos Humanos) e as três estratégias organizacionais (defensores, prospectores e analistas) são identificados de forma que as estratégias de Defensores e Reatores são mais encontradas entre aqueles que seguem os modelos tradicionais e de relações humanas. Enquanto isso, Analistas e Prospectores serão identificados naqueles com o modelo de Recursos Humanos, porém nenhuma generalização deva ser feita com base no padrão identificado.

O modelo de MILES et al. (1978) aponta a importância das interações com o ambiente como parte da estratégia organizacional e a identificação do tipo a ser seguido para maior consistência das ações, além de apontar seu *framework*, o Ciclo Adaptativo.

Com uma visão diferente, a da estratégia organizacional focada no modelo de negócios, TEECE (2010) apontou que o equilíbrio entre cliente e fornecedor foi quebrado na economia global e que se deve dar importância ao cliente, considerando a tecnologia que permite colher informações e oferecer soluções específicas aos mesmos. Assim, modelos de negócios não bem elaborados irão falhar em entregar ou obter retorno em suas inovações.

A pesquisa de TEECE (2010) busca as conexões entre o modelo, a estratégia de negócios e a gestão da inovação. Para o autor, o modelo de negócio é mais genérico do que a estratégia, de forma que a articulação entre os dois se faz necessária para proteger a vantagem competitiva. Esta irá resultar em um novo *design* de modelo de negócios, pois a estratégia é mais granular e é necessário adequar o modelo para cada segmento, mantendo seu valor agregado em uma forma que não possa ser imitado por sua concorrência.

(TEECE, 2010, p. 21), conclui que: "Um modelo deve ser aperfeiçoado para atender às necessidades específicas de clientes e não apenas uma maneira de fazer negócios". Porém, ele aponta que um ponto chave é que o modelo não deva ser imitável em alguns aspectos, por ser difícil de replicar ou por poder causar problemas na relação dos concorrentes com seus clientes, fornecedores ou parceiros, ou seja, com obstáculos para a cópia imediata pela concorrência existente.

É possível verificar entre os estudos de TEECE (2010) e de MILES et al. (1978) que não há discrepância entre a visão dos autores em identificar as diferentes estratégias organizacionais existentes e defender o alinhamento e consistência do perfil para os modelos a seguir. Porém, eles possuem alguns pontos diferentes, sendo que o primeiro busca a tipologia das estratégias e o segundo a relação entre a estratégia e o modelo de negócios.

LOPES et al. (2016) apontam outros estudos em estratégia organizacional na inovação, como a pesquisa de RUSSEL; RUSSEL (1992) citado por LOPES et al. (2016) que estuda a relação entre estratégias de negócios e as incertezas dos ambientes externos, considerando a estratégia de inovação utilizada. O estudo realizado por KARKKAINEM; ELFVENGREN (2001) citado por LOPES et al. (2016) sobre as conexões entre necessidades dos clientes, os processos de desenvolvimento de produtos e o planejamento estratégico apresenta ferramentas para focar nas necessidades do público-alvo e o modelo de inovação. Ele é composto de três partes: i) resolução de problemas; ii) difusão interna e iii) adaptação organizacional (que foi proposta por BOER; DURING (2001) citado por LOPES et al. (2016)) onde é apontado que há um modelo ideal de gerenciamento para cada tipo de inovação (produto, processo e organizacional).

Apesar da categorização em estratégia organizacional e de todos os estudos citados nessa sessão abordarem o tópico, cada proposta possui características e focos diferentes, seja na tipologia, relação com modelo de negócios, relação com necessidades dos clientes e adequação ao tipo de inovação efetuada. Está presente na maioria, porém, a existência de diferentes tipos de estratégias e, por conseguinte, diferentes respostas às mudanças do ambiente de incerteza com diferentes modelos a serem utilizados para cada necessidade de tipo de estratégia, de cliente e de tipo de inovação.

4.2.2 Gerenciamento de projeto

O gerenciamento de projetos de inovação também tem sido tópico de diversos estudos nas últimas décadas, e seguindo a análise sistemática e categorização de LOPES et al. (2016), é possível encontrar expoentes com pesquisas em metodologias de gerenciamento, como: i) o funil de desenvolvimento; ii) os principais fatores impactantes sobre o desempenho de projetos, suas medidas e condutores, e iii) os tipos de inovação buscados.

WHEELWRIGHT; CLARK (1992) desenvolveram o modelo de funil de desenvolvimento, onde muitas ideias são inseridas em uma grande entrada de dados e se aplica um processo

de afunilamento, o qual progressivamente seleciona os projetos, ao invés de empurrá-los através das fases de desenvolvimento. Segundo os autores, o processo de desenvolvimento de um projeto leva uma ideia do conceito até a realidade, como um produto que possa atender o mercado de forma viável, tanto economicamente, quanto em relação à sua manufatura. Dessa forma, o processo inicial terá um grande repertório de ideias, onde apenas algumas, normalmente uma pequena fração das entradas, serão selecionadas e refinadas, de forma a criar projetos de desenvolvimentos que possam ser estruturados, desenvolvidos e comercializados em tempo planejável. Esse processo pode ser visto como um funil.

O modelo de afunilamento de desenvolvimento possibilita a demonstração da estrutura gráfica para facilitar a análise de alternativas e opções a converter em conceito de projeto, apresentando três partes definidas. A primeira delas é a ampliação do bocal do funil, de forma a expandir e explorar seu conhecimento base e o acesso à informação, para aumentar o número de novas ideias e processos. A segunda é o afunilamento no pescoço do funil, onde os recursos devem ser focados para encontrar as melhores oportunidades, não apenas selecionando os mais econômicos, mas aqueles que complementam o portfólio da empresa de forma adequada aos seus objetivos de negócio e projeções da estratégia organizacional. E a terceira e última parte é garantir que os projetos selecionados entreguem e atinjam os objetivos de forma compatível com o esperado e planejado em sua seleção.

Em relação ao uso do afunilamento, há dois modelos dominantes, um com duas etapas de afunilamento (entrada e seleção), onde apenas uma ideia é selecionada e desenvolvida até a entrega, normalmente utilizada por pequenas empresas, start ups e setores com alto custo de implementação. O segundo modelo possui três etapas de afunilamento, onde múltiplos projetos são selecionados e desenvolvidos em paralelo e possibilitam a troca de recursos e conhecimentos até a última etapa, com sua entrega. COOPER; KLEINSCHMIDT (2007) realizaram uma pesquisa de campo com estudo de 161 unidades de negócios, para descobrir os principais fatores condicionantes do desempenho de um produto. Foram utilizadas dez medidas para aferição, como percentual de vendas por novos produtos, rentabilidade e taxa de sucesso, porém seus resultados reforçam a importância de apenas duas como pontos-chave para um bom desempenho: rentabilidade e impacto.

O estudo também verificou o impacto de nove condutores de desempenho, com apenas quatro sendo selecionados como tendo maior influência no desempenho. São eles: i) um novo processo de desenvolvimento de produto de alta qualidade; ii) uma nova estratégia do produto para a unidade de negócios; iii) disponibilidade de recursos e iv) níveis de gastos com P&D. Fatores como o clima organizacional para inovação, *design* organizacional ou apenas um novo processo de desenvolvimento de um produto não foram impactantes sobre o desempenho.

OKE (2007), em seu estudo sobre práticas de gestão da inovação, buscou identificar os principais tipos de inovação utilizados nas companhias do segmento de serviços no Reino

Unido e seu grau de inovação, além de relacioná-las com as respectivas performances. Seus resultados apontam que os setores de telecomunicações e financeiro enfatizam inovações de produto, enquanto que os setores de transporte e varejo possuem maior foco em inovação de serviços. Enquanto inovações incrementais possuem relação com a performance inovativa da empresa, as radicais relacionam-se com as buscas das práticas de gestão de inovação efetuadas nesse setor.

O autor concluiu que o setor de serviços precisa buscar todos os tipos de inovação, sendo que os processos e práticas de gestão da inovação não devem ser limitados apenas às inovações radicais, pois não são apenas estas que impactam a performance. Assim, foi apontada a importância deste setor focar suas ações também em inovações incrementais, utilizando processos formais para sua busca e implementação.

TIDD (2001) propõem um modelo, com a mesma lógica do funil de desenvolvimento, apresentando as equiparidades nos processos de inovação entre diferentes empresas considerando as etapas de demanda, seleção e implementação divididas em múltiplas partes sendo: i) análise de cenários internos e externos; ii) decisão com visão estratégica; iii) aquisição de conhecimento; iv) execução; v) lançamento; vi) sustentabilidade e vii) aprendizagem.

Novamente percebeu-se que, mesmo estando no mesmo eixo de gerenciamento de projetos com foco em inovação, as pesquisas diferenciam-se em suas abordagens. Porém, na revisão literária de LOPES et al. (2016), é possível identificar grande quantidade de publicações com foco em modelos de gerenciamento de projetos de inovação baseados em fases, além do proposto por WHEELWRIGHT; CLARK (1992), como visto no estudo de TIDD (2001).

4.2.3 Gerenciamento de conhecimento

As relações entre gerenciamento de conhecimento e inovação têm sido objeto de estudo pesquisas. Considerando o investimento em P&D com a aquisição de conhecimento, em ciclos de geração de conhecimento e, também, a relação entre o grau de inovação com o crescimento da criação de conhecimento LOPES et al. (2016).

A capacidade de absorção, na área de gerenciamento, pode ser definida como a habilidade da organização de reconhecer o valor de uma informação, assimilá-la e aplicá-la para fins comerciais (COHEN; LEVINTHAL, 1990). Para os autores, o desenvolvimento desta capacidade é um fator chave para a obtenção de inovação pelas empresas. Ela depende dos conhecimentos prévios e de sua diversidade. Então, os investimentos de empresas em pesquisa são cruciais para seu sucesso, sendo extremamente influentes as características do ambiente de aprendizagem proporcionado pela organização. Essas características auxiliam nas decisões de alocação de recursos para as atividades de inovação e suas pesquisas.

Porém, os autores apontam que o alcance e a efetividade da capacidade de absorção podem não ser claramente identificados, pois ela é um recurso intangível e possui efeitos

indiretos. Dessa forma, a capacidade de absorção é mais facilmente atingida como um produto residual de atividades cotidianas, quando as áreas de pesquisas estão dentro dos campos de atuação e de conhecimento base.

Com uma visão mais mercadológica, DOUGHERTY (1992) pesquisou a razão do processo de compreensão de um novo mercado ser tão difícil para a inovação, através do desenvolvimento de novos produtos, para grandes corporações. O autor estudou dezoito novos produtos inovadores desenvolvidos por cinco empresas diferentes e apontou três ciclos de criação de conhecimento de mercado distintos que ocorrem em todos os níveis da empresa, desde o setorial e departamental até o institucional. Os três ciclos identificados são: i) definição; ii) seleção e iii) retenção.

O desenvolvimento de conhecimento sobre novos mercados para novos produtos em empresas já estabelecidas se faz mais complexo do que em empresas iniciais ou *start-ups*. Isto porque a estrutura e os processos necessários para gerenciar produtos já implementados no mercado influenciam diretamente a capacidade de desenvolvimento de novos produtos, podendo propiciar ou inibir inovações. Portanto, a autora sugere que o gerenciamento de conhecimento nos diferentes níveis da empresa é crítico para o seu sucesso (DOUGHERTY, 1992).

NONAKA; TAKEUCHI (1995) propuseram um conceituado modelo de processo de criação de conteúdo, baseado nos conhecimentos tácitos e explícitos. Nesse modelo, a criação de conteúdo não se faz apenas de um tipo para o outro, mas em todas as relações entre esses dois tipos de conhecimentos dentro da organização, de forma contínua. É pressuposto que o conhecimento é criado entre indivíduos e entre indivíduos e o ambiente, de forma que há uma extração entre os indivíduos. Ele é conhecido como Modelo SECI de criação de conteúdo devido às quatro interações apontadas pelo autor: socialização, externalização, combinação e internalização.

A socialização ocorre nas interações sociais, com transferência de conhecimentos tácitos através do contato direto ou de experiências, ocorrendo por meio de reuniões *brainstormings* e modelos de aprendizes. De forma a cristalizar ou formalizar o conhecimento, há a externalização, onde o conhecimento tácito transforma-se em conhecimento explícito e coletivo.

A criação de conhecimentos explícitos com base em outros conhecimentos deste tipo se encontra no domínio da combinação, e pode ser vista através da criação de protótipos ou novos relatórios decorrentes da análise de banco de dados da empresa. Por fim, a internalização ocorre quando o conhecimento explícito se transfere para o tácito, normalmente via aplicação individual de um conhecimento ou treinamento recebido. Mesmo após a internalização, há a continuidade do processo, de forma cíclica ou espiral, termo também utilizado para referenciar o modelo proposto.

HIDALGO; ALBORS (2008) apontaram que a economia baseada em conhecimento é diretamente relacionada com a produção, a distribuição e o uso do conhecimento com alto

grau de conexão entre os agentes de toda e qualquer de atividade econômica. Segundo os autores, se passou da economia baseada em conhecimento para a economia dirigida pelo conhecimento (em inglês *knowledge-driven*), de forma que ele não é apenas um apoio, mas o dínamo da economia atual.

O estudo por eles realizado abordou a contribuição das técnicas de gestão da inovação (IMTs - *Innovation Management Techniques*) para o gerenciamento do conhecimento, como gerenciamento de projeto, planejamento de negócio, *intranets*, *benchmarking*, método *Delphi* e pensamento lateral. Estas técnicas podem ser definidas como um conjunto de ferramentas, metodologias e métodos que apoiam o processo de inovação de forma sistemática.

Segundo os autores, o uso destas técnicas foi crítico para aumentar a competitividade das empresas estudadas. Apesar de 43% delas terem utilizado alguma IMT nos seus processos internos, a maioria das empresas consideradas na pesquisa ainda não possuía uma cultura de inovação, existindo ainda resistência por parte da equipe e, até mesmo, dos gestores, também por falta de pessoal com experiência em IMT.

Dessa forma, é possível verificar grande foco das pesquisas em relacionar a criação de conhecimento, por técnicas, investimento ou modelos para a sua construção, com o impacto e performance na gestão da inovação dentro do contexto organizacional (HIDALGO; ALBORS, 2008). A maioria dos estudos encontrados apontou uma grande relevância e importância para o processo de criação de conhecimento.

4.2.4 Gerenciamento de produtos

BROWN; EISENHARDT (1995) categorizaram os trabalhos de desenvolvimento de produtos em três grupos, chamados de: i) planejamento racional; ii) rede de comunicação e iii) resolução sistemática de problemas.

O planejamento racional agrupa trabalhos que apontam as características de sucesso como um bom planejamento, forte supervisão de um gerente experiente, produto superior ao da concorrência, boa execução e mercado atrativo. A crítica para esses projetos é o uso de muitas variáveis e a confiança em uma única fonte de insumos.

As redes de comunicação são baseadas totalmente na comunicação organizacional. O estudo demonstrou que não apenas a comunicação interna, como também a externa, são cruciais ao desenvolvimento dos produtos, sendo que os agentes intermediadores dessas formas de comunicação desempenham papel crítico para o sucesso da empresa. Os autores criticaram a existência de uma única variável subjetiva como medida para o sucesso, a comunicação.

O último grupo, o de resolução de problemas, é baseado em pesquisas sobre modelos de manufatura japoneses com controle flexível e foco em performance com integridade do produto e compatibilidade com padrões da identidade da empresa. Ele foi criticado pelos autores do estudo por dependerem de conceitos vagos e complexos, que possibilitam

múltiplas leituras.

Sobrepondo os grupos e com foco em elementos concretos e mensuráveis como a equipe de projeto, seus líderes, o gerenciamento e seus administradores, fornecedores e clientes BROWN; EISENHARDT (1995) propuseram um modelo que evidencia a importância de equipes multifuncionais, forte liderança, disponibilidade de recursos e do fluxo de informações.

Com foco à parte do projeto de desenvolvimento do produto em si e de sua organização, BOER et al. (2001) apontaram a importância da exploração do aprendizado na inovação de produtos. Estes autores propuseram um modelo com foco na inovação em diversas fases do ciclo de vida do produto e na transferência de conhecimento entre elas. A transferência ocorre não apenas dentro da própria empresa, mas também com as organizações parceiras e fornecedores.

O modelo proposto pelos autores fornece, de forma estruturada, os procedimentos para criação de um mapeamento do nível atual de aprendizagem envolvido no processo de inovação, com o intuito de identificar tantos os pontos fortes quanto os fracos e sugerir estruturas que possibilitem e estimulem a melhoria contínua do processo e da aprendizagem.

Desta forma, o modelo de BOER et al. (2001) aproxima o desenvolvimento de produto com o gerenciamento de conhecimento, propondo que a aprendizagem seja contínua em todas as fases de desenvolvimento com trocas e indicações de melhorias tanto para o projeto, quanto para a aprendizagem em si.

O desenvolvimento de produto guiado pelo consumidor, ou *Consumer-led product development* em inglês, é um modelo de desenvolvimento de produtos que evidencia a importância do consumidor em determinar o sucesso de novos produtos, de forma que o desenvolvimento deva ser guiado pelas necessidades, vontades e expectativas do consumidor (COSTA; JONGEN, 2006).

Neste modelo de desenvolvimento, ao invés de se iniciar com o desenvolvedor do produto, o produto é idealizado com base nas necessidades do cliente. Conforme o desenvolvimento passa do conceito para o protótipo, é possível verificar as expectativas dos consumidores de modo palpável.

Dessa forma, para os autores, as informações dos consumidores servem como base para o processo do desenvolvimento de produtos e auxiliam a definir e manter objetivos, principalmente nas fases iniciais do desenvolvimento de um novo produto.

O modelo de desenvolvimento de produtos guiado pelo consumidor não contrapõe os demais modelos de desenvolvimento de produtos ou de projetos, pois não constitui uma metodologia de gerenciamento de produto à parte. Ele serve como um complemento para modelos de desenvolvimento, como o do funil, de forma que as necessidades do cliente sejam parte dos critérios para seleção e melhoria das ideias conceituais sobre o produto ou projeto desenvolvido (COSTA; JONGEN, 2006).

4.2.5 Tipos de modelos de inovação

As primeiras duas versões do Manual de Oslo incluíram e definiram amplamente as inovações de produto e de processo, além de terem abordado a inovação organizacional. Porém, apenas em sua terceira edição, de 2005 (com tradução para português em 2006), foi que o Manual de Oslo (OCDE, 2006) passou a definir e explorar amplamente quatro tipos de inovação: i) de produto; ii) do processo; iii) organizacional e iv) de *marketing*, como descrito a seguir:

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de *marketing*, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (OCDE, 2006, p. 55).

Com esta definição, verifica-se que o requerimento mínimo para a conceituação de inovação dentro de uma empresa é que o produto, processo, *marketing* ou metodologia organizacional sejam novos ou significativamente melhorados. Além disso, ela deve envolver todas as atividades científicas, de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.

A inovação de produto é definida como (OCDE, 2006, p. 57): “a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado”, sendo que em produto enquadram-se produtos e serviços e em melhoria significativa incluem-se evoluções de sistema, usabilidade, especificações técnicas e todas as características funcionais, seja através de novos conhecimentos e tecnologias ou de combinações dos já existentes.

O manual define a inovação de processo como (OCDE, 2006, p. 58): “implementação de um método de produção ou de distribuição novo ou significativamente melhorado”. Os processos são inovados principalmente visando redução de custos, de produção ou de distribuição, melhoria dos produtos ou de sua qualidade. Pode-se também melhorar as atividades de suporte auxiliares como nas áreas de manutenção, compras, contabilidade e computação, incluindo também melhorias e implementações das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs).

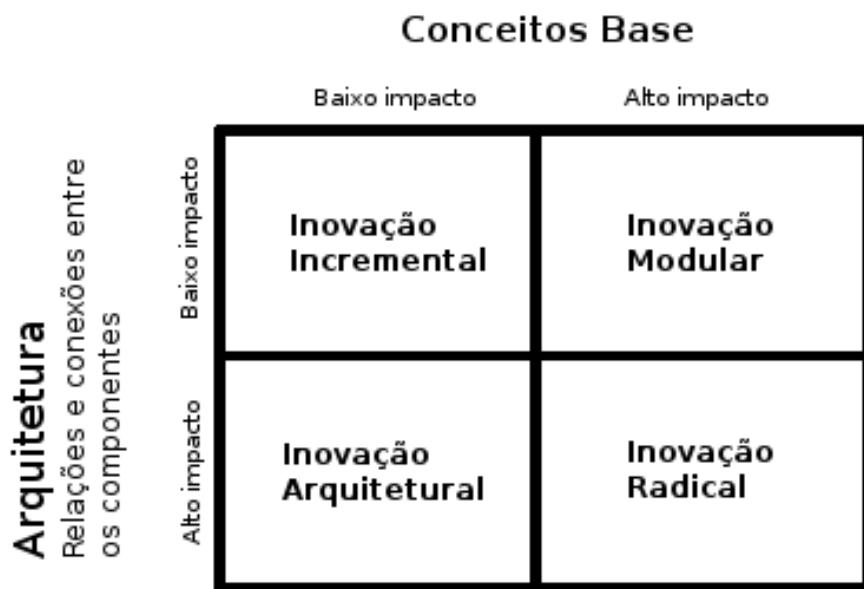
A inovação de *marketing*, por sua vez, é definida como (OCDE, 2006, p. 59): “implementação de um novo método de *marketing* com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços”. Esse tipo de inovação possui foco maior no atendimento às necessidades do consumidor, vendas e mercado. São também considerados inovações os novos modelos de *marketing* utilizados pela empresa, mesmo que já difundidos em outras organizações.

Por fim, o último tipo, a inovação organizacional, é definida como (OCDE, 2006, p. 61): “a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas”. Inovações

organizacionais têm foco em redução de custos, melhoria da satisfação do local de trabalho e aquisição e acesso a ativos não transacionais (como discutido no gerenciamento de conhecimento).

Outra tipologia muito utilizada é a dicotomia de inovações incrementais-radicais, porém, com as influências de tecnologias de informação e comunicação das últimas décadas, HENDERSON; CLARK (1990) apontam que, apesar desse modelo evidenciar padrões de inovação, ele não consegue explicar qual empresa teria a melhor performance em inovação sob circunstâncias específicas. O estudo realizado por HENDERSON; CLARK (1990) (Figura 4.1) levou a uma divisão dos conhecimentos necessários para o processo de desenvolvimento de inovação em dois eixos: i) o conhecimento dos componentes e ii) o conhecimento arquitetural, ou seja, das relações e conexões entre os componentes utilizados. Com base nesses dois eixos foram definidos quatro tipos de inovação, sendo elas: incremental, modular, arquitetural e radical.

Figura 4.1: Tipos de inovação



Fonte: (HENDERSON; CLARK, 1990) (trad.).

Na Figura 4.1 é identificado que uma mudança ou melhoria pequena (ou seja, de baixo impacto) nos conceitos básicos (componentes do objeto inovativo) e na relação entre eles (sua arquitetura) pode ser classificada como inovação incremental. Uma mudança de baixo impacto na arquitetura, mas com alto grau nos componentes base é definida como inovação modular. Enquanto que a mudança de alto grau apenas na arquitetura é uma inovação arquitetural. Por fim, o alto impacto tanto nos componentes quanto em sua arquitetura é categorizado com o inovação radical (HENDERSON; CLARK, 1990).

A inovação incremental é aquela que apresenta melhorias em componentes base sem alterar suas relações, sendo também vista como uma renovação do produto, com aumento

de capacidade de seus componentes mantendo o mesmo *design*.

Em oposição a este tipo, a inovação radical é aquela que altera os componentes base e suas relações, normalmente com uma mudança de paradigmas ou novo significado.

Intermediariamente, são definidos os tipos modular e arquitetural; o primeiro representa o redesenho dos componentes base com constância da relação entre eles e o segundo se baseia em uma mudança em sua arquitetura. Este último representa a inovação que mantém o *design* dos componentes básicos, porém possui mudanças nas relações e conexões entre esses componentes.

Nem todos os tipos de classificações, porém, consideram apenas o objeto, o tipo de inovação criada ou a performance, como a de HENDERSON; CLARK (1990). Outros modelos classificam a inovação de acordo com o grau de incerteza tecnológica utilizada (SHENHAR, 2014) ou o processo de troca de conhecimento durante o seu planejamento e desenvolvimento (CHESBROUGH, 2003).

TIDD (2001) também utiliza tipologia com quatro conceitos, porém diferencia as inovações radical e disruptiva. O autor define inovação disruptiva como uma releitura das regras competitivas com introdução de novos valores ao mercado, enquanto que a radical é apontada como a inovação que introduz um produto ou serviço com alto grau de novidade e individualidade. A inovação incremental ainda foi considerada, mas o quarto tipo de inovação, para o autor, é a inovação complexa, cujo processo possui alta dificuldade de aprendizado das tecnologias que mantém uma barreira de entrada.

CHESBROUGH (2003) classificou a inovação como aberta ou fechada. Essa categorização analisa o processo de inovação, caso ele seja realizado da concepção até a comercialização, internamente, sendo fechado, com foco em ser o primeiro a entrar em um mercado. Ao contrário da inovação fechada, a inovação aberta relaciona os ambientes internos e externos da empresa, com troca de conhecimentos com clientes, fornecedores, competidores, governos e universidades.

SHENHAR (2014) classificou a inovação em quatro níveis, de acordo com a incerteza tecnológica adotada para a concepção do projeto: i) baixa (sem novas tecnologias); ii) média (uso de algumas novas tecnologias); iii) alta (integração com novas tecnologias, mas base em tecnologias existentes) e iv) muito alta (as tecnologias principais não existem durante o início do projeto).

Dessa forma, a tipologia da inovação é vista de formas diferentes e possui categorizações diversas. Porém, identificamos nas tipologias pelo menos dois tipos, sendo um deles o incremental ou contínuo e o outro o disruptivo ou radical, valores dicotômicos que já separam as técnicas e modelos de gestão da inovação de acordo com os objetivos de negócio a serem atingidos.

4.2.6 Inovação tecnológica

A inovação tecnológica tem sido incluída cada vez mais nas pesquisas sobre gestão da inovação devido ao seu impacto no desenvolvimento do produto ou serviço proposto. TIDD (2001) considera a inovação complexa como um de seus quatro tipos de inovações, e ela é definida pelo alto grau da dificuldade da aprendizagem das tecnologias envolvidas, sendo uma barreira para sua implementação e cópia.

SHENHAR (2014), por sua vez, categorizou a inovação de acordo com os níveis de incerteza tecnológico, ou seja, de acordo com o grau de barreira para o uso de novas tecnologias, com baixa, média, alta e muito alta, desde o uso de tecnologias já existentes e disseminadas até o uso de tecnologias ainda não desenvolvidas durante a concepção do projeto.

A terceira versão do manual de Oslo (OCDE, 2006) também inclui as tecnologias em sua própria definição de inovação, considerando as melhorias tecnológicas, suas contribuições e combinações com outras partes do sistema como inovações em si.

Mas, apesar do potencial e do impacto das tecnologias estarem presentes em diversos estudos, LOPES et al. (2016), apontaram que apenas a pesquisa de SHEA (2005) se aprofundou no impacto nas relações do uso de tecnologias e nanotecnologias na inovação em si.

Este autor estudou o gerenciamento de tecnologias, em especial, as nanotecnologias, considerando que elas trazem mudanças drásticas na compreensão, planejamento e criação de materiais, aparelhos e sistemas e que as inovações baseadas nessas tecnologias são descritas como radicais ou disruptivas. Seu estudo sugeriu um modelo de contingência da inovação decorrido de inovações baseadas em nanotecnologias nas organizações.

4.2.7 Inovação Aberta

O conceito de inovação aberta, ou *open innovation* em inglês, é um tipo de classificação de inovação que a coloca como fechada ou aberta (CHESBROUGH, 2003).

Esta classificação considera que os processos de inovação, concepção, desenvolvimento e comercialização podem ter sido realizados internamente na empresa, caracterizando a inovação fechada, ou em conjunto com ambientes externos à empresa através da troca de conhecimentos e informações entre clientes, fornecedores, competidores, governos e universidades, caracterizando a inovação aberta.

O autor apontou que seria muito difícil e custoso manter todos os conhecimentos importantes e seus pesquisadores expoentes dentro da empresa. De forma a não depender apenas de seus departamentos de pesquisa, as organizações devem procurar nos ambientes externos caminhos diferentes para atingir a inovação.

Os modelos de inovação aberta são baseados no de desenvolvimento em funil LOPES et al. (2016), onde ocorre a seleção e o aprimoramento de ideias constante, como em um

funil, com a entrada de grande número de conceitos e projetos e a redução contínua destes durante as fases de desenvolvimento.

O uso de ferramentas de tecnologia da informação para suporte à inovação aberta é reconhecido como parte facilitadora do processo, segundo CHESBROUGH (2003).

Este uso propicia a existência de plataformas de inovação aberta, sistemas que possibilitam a integração entre os inovadores e as organizações através da busca, seleção e implementação de inovações.

Com base no modelo de inovação aberta, SAWHNEY; PRANDELLI (2000) propuseram o modelo de comunidades de criação (em inglês, *communities of creation*), considerando a importância das interações sociais para a criação de uma comunidade de inovação através das transferências dos locais de criação, saindo do ambiente corporativo para os ambientes externos.

Os autores evidenciaram a grande necessidade da criação de mecanismos de balanceamento entre os dois ambientes, de forma a equilibrar o caos e a estabilidade.

4.3 Mensuração da Gestão da Inovação

Para CORDERO (1990) a tarefa de quantificar, avaliar e comparar as diversas competências da inovação é uma atividade extremamente complexa para a maioria das empresas. Um dos elementos principais ligados à inovação é a mensuração dos processos que influencia a capacidade de inovar da organização para que ela seja melhorada.

Diversas mensurações realizadas pelas empresas verificam as entradas e saídas em termos de gasto, tempo de lançamento e números de vendas, sem grande controle sobre os processos intermediários.

Um modelo de *framework* de mensuração generalizado para o nível das empresas providencia uma base para que possa ser feito uma organização e gestão da inovação.

Dentro deste contexto, ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) propuseram um modelo que engloba diversas formas de mensuração da gestão da inovação, obtidas na literatura. O objetivo foi utilizar medidas em cada uma das diferentes etapas do gestão da inovação.

O *framework* proposto para suporte na mensuração da gestão da inovação pelos autores consiste em uma estrutura com sete eixos: i) gerenciamento de entradas/insumos; ii) gerenciamento de conhecimento; iii) estratégia de inovação; iv) estrutura e cultura organizacional; v) gerenciamento de portfólio; vi) gerenciamento de projetos e vii) comercialização, conforme mostra a Tabela 4.1:

Tabela 4.1: Áreas de mensuração na gestão da inovação

Categoria da Inovação	Áreas de Mensuração
Entradas/insumos	Pessoas Recursos físicos e financeiros Ferramentas
Gerenciamento de conhecimento	Geração de ideias Repositório de conhecimento
Estratégia de inovação	Orientação estratégica Liderança estratégica
Estrutura e cultura organizacional	Cultura Estrutura
Gerenciamento de Portfólio	Balanço entre risco e retorno Otimização de uso de ferramentas
Gerenciamento de projetos	Eficiência do projeto Ferramentas Comunicações Colaboração
Comercialização	Pesquisa de mercado Testes de mercado Marketing e vendas

Fonte: (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006) (trad.).

Para cada uma das categorias de inovação elencadas, foram indicadas áreas de mensuração. Cada uma destas categorias é descrita a seguir.

4.3.1 Gerenciamento de entradas

A categoria de gerenciamento de entradas representa a utilização de recursos humanos, físicos e financeiros para a criação de novas ideias e conceitos (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006). Grande parte das mensurações nesse sentido tentam comparar entradas, como o gasto com pessoal e P&D, e pouco valor se dá a elementos intangíveis, como o aprendizado de todo o processo que possa ser reutilizado em outros projetos. Este foco em rentabilidade é resultado de sua maior facilidade para mensuração e por este ser considerado um fator chave na performance da inovação, como sugerido por COOPER; KLEINSCHMIDT (2007). Assim, ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) sugeriram que seja dada atenção a outros elementos financeiros, como a adequação dos gastos ao nível do projeto e conhecimentos tácitos que podem ser analisados por mensuração de níveis de habilidade específicos. A sistematização do processo de tratamento e seleção de insumos, como nos modelos de funil de WHEELWRIGHT; CLARK (1992) e derivados TIDD (2001),

dentre outros, permitem a estruturação das mensurações.

4.3.2 Gerenciamento de conhecimento

Dentro do gerenciamento de conhecimento, há a habilidade de absorção de conhecimentos externos para utilização pela empresa em seus projetos, que é crítica para o sucesso da gestão da inovação em conjunto com as capacidades de comunicação e internalização. Essa absorção pode ser feita como apontado por CHESBROUGH (2003), através da inovação aberta ou através de mecanismos de internalização de conhecimentos. Mensurações estatísticas de revisões de projetos e relatórios em comparação com dados internos e externos é uma das indicações de medidas para esse tipo, segundo (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006).

4.3.3 Estratégia de inovação

A estratégia de inovação é entendida como a sequência temporal de alocação de decisões planejadas para atingir os objetivos da empresa e é considerada por COOPER; KLEINSCHMIDT (2007) como um dos fatores principais para a obtenção de inovação. Para esse item muitas mensurações comparam a estratégia adotada com a performance atingida, porém ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) apontam que a adoção de uma nova estratégia de inovação pode levar muitos anos e que a comparação direta não é suficiente.

4.3.4 Estrutura e cultura organizacional

A diferenciação funcional, especialização e integração constitui a estrutura e cultura organizacional para inovação e, segundo ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006), houve muita atenção e diversos modelos de mensuração foram criados, sendo a única ressalva ter conhecimento da existência de diferentes desenhos de organização para cada tipo de inovação pretendido e que há a possibilidade de estruturas contrastantes de acordo com as fases de implementação dos projetos de inovação, da mesma forma apontado no Ciclo Adaptativo de MILES et al. (1978).

4.3.5 Gerenciamento de portfólio

Recentemente tem sido dada importância ao gerenciamento de portfólio tem tido sido explorado devido à velocidade de consumo dos recursos utilizados no processo de inovação e a necessidade de gerenciamento desses recursos. A capacidade de gerenciamento do portfólio permite o melhor planejamento e seleção de ideias, tanto sobre os recursos quanto sobre as tecnologias utilizadas.

As decisões necessárias para a alocação dos recursos são muitas vezes analisadas como um problema de otimização, buscando o melhor retorno com base no investimento e

desconsideram novamente os processos de comunicação e estrutura organizacional (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006). Essas análises, quantitativas sobre valores financeiros em sua maior parte, consideram a distribuição e impedimentos de recursos, porém são passíveis de adição dos elementos qualitativos e subjetivos, apesar da maior complexidade para entrada dessas variáveis.

COOPER; KLEINSCHMIDT (2007) apontam a grande importância da estratégia que considere a disponibilidade de recursos sobre a performance do processo de inovação e a menor relevância do clima e estrutura organizacional, reforçando a dificuldade da mensuração dos dados subjetivos e reforçando o impacto do gerenciamento de portfólio como diferenciação empresarial.

4.3.6 Gerenciamento de projetos

A eficiência do gerenciamento de projetos é muitas vezes medida com base no comparativo entre as projeções de orçamentos, cronograma e expectativas e os dados reais alcançados pós-projeto, sendo que muitos modelos enfatizam o tempo com as durações do processo de inovação e sua performance em relação ao estimado (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006).

A comunicação interna e externa, um dos três agrupamentos dos resultados da revisão de BROWN; EISENHARDT (1995), é considerada como crucial e seus agentes intermediadores possuem a maior ênfase, porém é assumido pelos autores que sua predição e mensuração são baseadas em variáveis subjetivas únicas. Em oposição, ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) consideram que há modelos diferentes para sua mensuração, como a porcentagem de projetos colaborativos e análises da amplitude dos envolvidos nas decisões gerenciais.

4.3.7 Comercialização

Segundo ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006), a comercialização, parte da implementação da inovação, é atingida tanto quando um novo produto ou serviço é disponibilizado no mercado quanto quando um novo processo é disponibilizado para adoção.

Muitos dos estudos sobre comercialização têm como objetivo aqueles que adotam a inovação, com taxas de adoção e sua difusão através do tempo, enquanto que as características de lançamento e comercialização em si são analisadas sobre a ótima de marketing e outros domínios, mas pouco na gestão da inovação.

A importância das inovações em estratégias de marketing já foi consolidada e passou a fazer parte das definições de inovação no terceiro manual de Oslo, enquanto que COOPER; KLEINSCHMIDT (2007) apontam que a rentabilidade e impacto do produto, que são diretamente impactados pelo marketing e comercialização, são os principais fatores condicionantes do desempenho de um projeto de inovação.

Porém, mesmo com a devida importância aceita, ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) apontam que essa é a categoria menos explorada sob a ótica da gestão da inovação e a que mais urgentemente precisaria receber atenção nos estudos futuros.

4.3.8 Conclusões sobre Inovação

Com base nas pesquisas analisadas, é possível verificar grande leque de campos que estudam a inovação em geral, com foco em atividades de criação, sociais, políticas, econômicas e tecnológicas (GODIN, 2008).

Mesmo com o foco dos estudos dos modelos de gestão da inovação para a criação de novo produto, serviço, processo ou a comercialização deste, ainda há grande diversidade dos estudos e práticas, sejam na criação de modelos teóricos, modelos práticos, análises de uso, tipologias, ou fatores contribuintes para a inovação, seja o gerenciamento de conhecimento, portfólio, projetos ou produto LOPES et al. (2016).

Devida essa abrangência, este trabalhou buscou expor os conceitos e tipologias que irá utilizar no estudo e no desenvolvimento do conteúdo programático do jogo a ser desenvolvido. O agrupamento dos estudos com base em pesquisa analítica de LOPES et al. (2016) serviu para propiciar a divisão de conteúdos expositivos a serem apresentados na simulação e relacionar com possíveis ações a serem disponibilizadas aos usuários após sua introdução.

Da mesma forma, as categorias de mensuração de gestão da inovação de ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) foram utilizadas para permitir fazer a relação entre diversos dos elementos teóricos apresentados e suas possíveis mensurações dentro da simulação.

Não faz parte do escopo deste projeto propor *frameworks* ou novos agrupamentos para a gestão da inovação, mas sim, possibilitar a conceituações e explicação de possíveis categorias para sua gestão e mensuração, de forma que seja possível analisar e propor paralelos de entradas, análises e saídas em uma simulação, com base na modelagem conceitual desses parâmetros e de técnicas de *game design*.

As definições sobre a divisão dos conteúdos, sua forma de apresentação e ações representativas como entradas na simulação, assim como os elementos quantitativos a serem utilizados para a mensuração de seu desempenho e saídas para o usuário serão realizadas no quarto capítulo deste projeto após termos tido a apresentação dos simuladores, seus conceitos e usos através de *frameworks* e dos elementos de *game design*, gamificação e *serious games*, com exposição de seus conceitos, nomenclaturas e técnicas de *design* de jogos.

Definição do Serious Game

Este capítulo apresenta as definições da aplicação de *serious games* para a simulação de suporte ao aprendizado de gestão da inovação, proposta nesta pesquisa.

Sendo possível traçar equiparidade entre diversos dos temas da categorização dos modelos de gestão da inovação LOPES et al. (2016) e da categorização de suas mensurações (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006) encontrados na literatura, foi desenvolvido um *framework* com base em simulação e jogos, pois é possível considerar itens das categorias de gestão da inovação como entradas para a simulação e seus elementos de mensuração como fonte para cálculos e retorno de resultados diversos.

Os requisitos de aprendizagem para o *framework* proposto utilizam conceitos e insumos dos quatro eixos comuns aos dois estudos encontrados na literatura: i) estratégia e cultura organizacional; ii) gerenciamento de projeto; iii) gerenciamento de conhecimento e iv) gerenciamento de produtos. Esses insumos serão utilizados para disponibilização de ações ao jogador (entradas) e mensurações das consequências para processamento e *feedback* (saídas) apresentado ao mesmo (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006) e (LOPES et al., 2016).

Esta pesquisa segue as categorizações de LOPES et al. (2016) e de ADAMS; BESSANT; PHELPS (2006) para facilitar os agrupamentos dos modelos de gestão da inovação e sua mensuração. O objetivo é direcionar os quatro eixos considerados e as ações relacionadas com os mesmos para um conteúdo programático modular específico, abordado normalmente no ensino de gestão da inovação. Os elementos situacionais atrelados a estes conteúdos dentro da simulação também foram direcionados por esses eixos, sendo que as ações são habilitadas após a ação de estudo de um tópico de gestão específico e os seus múltiplos resultados são calculados com base nas técnicas de mensuração.

Dessa forma, há um contexto conceitual para alimentar as entradas específicas e suas referências de mensuração para cálculos na simulação de eventos discretos, que irá efetuar cálculos apenas como retorno a esses eventos e não continuamente (SILVA et al., 2014).

Mesmo com a simplificação da sistemática de ações e resultados, os cálculos da simulação baseados em mensurações específicas permitem o retorno de múltiplos resultados que são explorados no *design* do jogo, com base nos elementos formais de JUUL (2003), que lista múltiplos *feedbacks* com valores associados ao jogador, sejam positivos ou negativos.

O nível de abstração da simulação do jogo é definido como *far abstraction*, ou seja, com menor quantidade de detalhes e aproximação da realidade, tanto como facilitador de

feedbacks claros para sucessos e falhas quanto para evitar equívocos sobre as técnicas e suas correlações.

O distanciamento das métricas de casos reais possibilitado por essa abstração permite com que o jogo demonstre impactos das ações de escolha entre técnicas de gestão e níveis de inovação. Desta forma, é possível distribuir o foco entre concepção, desenvolvimento e comercialização, de acordo com as escolhas do jogador.

Assim, não há caminho correto ou opções indicadas, mas apenas uma correlação de resultados positivos e negativos em múltiplos níveis, baseados nas opções de criação de produtos. Isto faz com que as ações do jogador não sejam consideradas inadequadas, o que contribui para o aumento do seu interesse em permanecer no jogo.

O processamento baseado apenas em ações do usuário permite o desenvolvimento de jogo baseado em turnos, e no caso de gestão de recursos, é alinhado com o estilo *Tycoon*.

Dessa forma, o protótipo do jogo é planejado como *Tycoon* de gerenciamento de produtos de inovação e pode ser jogado em dispositivos móveis. O estilo *Tycoon* engloba jogos de simuladores de gestão de empreendimentos, normalmente através da administração de recursos e situações como responsável pelo gestão da empresa já sendo produzido para gestão de zoológicos (*Zoo Tycoon*), resorts (*Resort Tycoon*), shoppings (*Mall Tycoon*), parque de diversões (*Sim Theme Park* e *Theme Park Tycoon*), aeroportos, restaurantes, empresas de produtos e serviços e até barracas de suco (*Fruit Juice Tycoon*). Diversos dos jogos nesse estilo possuem o termo *Tycoon* em seu nome para facilitar a sua identificação em um processo de busca.

Como o protótipo do jogo desenvolvido possui foco em educação e atuará como suporte à aprendizagem de conteúdos teóricos apresentados em aula, não foi necessário apresentar ou contextualizar os conceitos no *framework* proposto. Eles foram apenas elucidados em alto nível de abstração, pois, como o jogo não pretende utilizar de tutoria inteligente como definido por PAUL (1995), foi considerado que a área de gestão da inovação possui muitos conteúdos diversos e complexos para que o jogo tenha a pretensão de conceituar e explicar suas categorias e elementos. Assim sendo, o *Serious Game* planejado possui o intuito de ser ferramenta de suporte à aprendizagem de conceitos ensinados por professor em sala de aula, através da prática das ações de criação de múltiplos produtos para maior compreensão das categorias de gestão, processos, controle de carteira de produtos e resultados através da experimentação com alguns conceitos da gestão da inovação.

A aplicação utilizou os conceitos e categorias mais difundidos da Gestão da Inovação apontados em no capítulo 4. Porém, para a utilização do jogo proposto, deverá ocorrer ajuste dos termos utilizados de acordo com as necessidades do conteúdo programático de cursos específicos e os efeitos dos resultados ajustados com base nas sessões de *game play*, em conjunto com o polimento do balanceamento.

O protótipo do jogo explorou os conceitos de criação, invenção e inovação, conforme definição de O'SULLIVAN; DOOLEY (2009), onde a inovação vai além do ato de criar

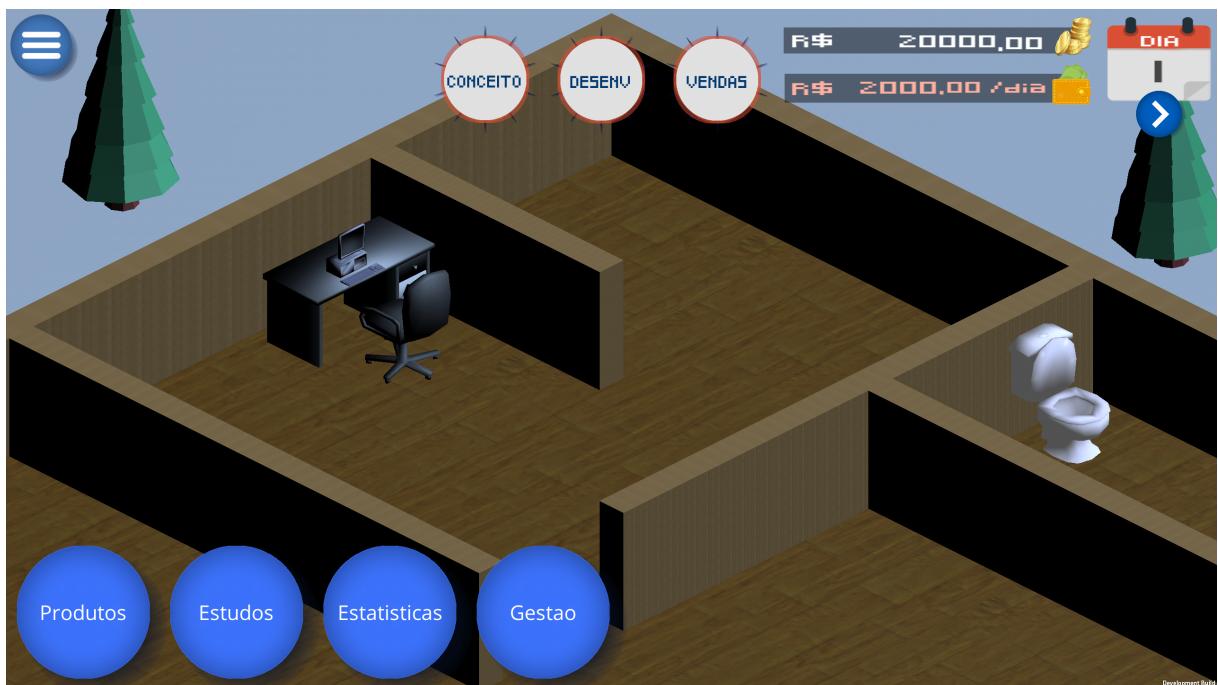
algo novo. Ela inclui também a exploração de um produto ou serviço com valor agregado aos consumidores e benefícios, em contraproposta à invenção, que não precisa atender características de uso prático ou comercialização.

Também foram utilizados recursos como tempo, dinheiro, valor humano ou conhecimento, com base nas características apontadas por AHMED; SHEPHERD (2010). De acordo com estes autores, a inovação é definida pelo uso desses recursos para criação de um novo produto, serviço, processo ou maneira de enxergar o mundo. Esta é uma conceituação da inovação similar à existente no Manual de Oslo, que define a inovação como criação ou melhoria de produto, processo, *marketing*, método organizacional e de todas as suas relações (OCDE, 2006).

As mecânicas do jogo foram baseadas principalmente na interação através da interface, onde o jogador poderá ver em estilo de arte 2,5D (visão ortogonal) uma sala com cenário e objetos, uma interface gráfica com valores de capital (iniciando em 20.000), custo ou renda diárias, período e estágios de concepção, desenvolvimento e comercialização de seus produtos, através de três barras de carregamento radial com nomenclaturas de conceito, desenv e vendas. Além disso, existem os botões de ação, sendo uma botão para avançar o período, um de acesso ao menu de opções e quatro botões de gerenciamento, sendo eles: i) produtos; ii) estudos; iii) estatísticas e iv) gestão, os quais serão descritos em detalhes na próxima seção deste capítulo.

Uma interface com poucos botões e intuitiva foi idealizada, com exibição do capital, do custo ou renda diárias e do período atual em localização de destaque fixos na tela, conforme Figura 5.1.

Figura 5.1: Tela principal do protótipo



Fonte: Autoria própria.

Este *framework* foi testado através do desenvolvimento de *serious game* para dispositivos móveis. Desta forma, sua estrutura e resultados podem ser utilizados para criação de novos simuladores para ensino e treinamento de gestão da inovação mais eficazes.

A mecânica principal do protótipo é o gerenciamento de recursos. O jogador inicia a partida com capital limitado e as opções de estudo e criação de produtos adicionam custos por período, os quais são debitados a cada avanço de dia. O objetivo principal deste protótipo, portanto, é o controle de caixa, de forma a evitar ter custo por período maior do que o capital, evitando assim, a falência. A única forma de rentabilidade no protótipo é a comercialização dos produtos. Desta forma, a mecânica de criação de produtos torna-se a mais importante, sendo que todo o fluxo do produto é dividido em: i) concepção (conceito da Figura 5.1); ii) desenvolvimento e iii) comercialização.

As mecânicas de jogo são explicadas com detalhes a seguir. Porém, de forma resumida, pode-se considerar que o protótipo consiste nos cinco fluxos a seguir: i) a criação dos produtos é relacionada com opções de escolha para cada uma das três áreas: concepção, desenvolvimento e comercialização; ii) as opções são liberadas de acordo com os estudos realizados dentro do jogo; iii) todos os resultados são relativos aos produtos já criados, tanto pelo jogador quanto pela concorrência; iv) os estados de dois concorrentes (gerenciados pela aplicação) são apresentados na área de ‘Estatísticas’ e v) a gestão de pessoas, salas e equipamentos permite maior impacto e paralelismo de estudos, porém com um aumento do custo por período fixo.

5.1 Principais mecânicas do protótipo

As principais mecânicas para o jogador desenvolvidas estão relacionadas com o balanceamento de: i) fluxo de caixa; ii) produtos; iii) estudos e iv) gestão de pessoas e equipamentos. Além disso, o protótipo considera a competição com a concorrência.

O controle de fluxo de caixa é a mecânica mais simples e principal do protótipo, que exige manutenção de caixa positivo para evitar a condição de derrota com quebra de caixa.

A criação de produtos é feita através da definição de porcentagem de foco entre as três áreas consideradas: concepção, desenvolvimento e comercialização e escolha de opções de gestão de produtos para cada uma dessas áreas. Cada opção possui custo, impacto sobre o tempo de término, rentabilidade e nota. A maioria das opções é bloqueada inicialmente e possui o seu desbloqueio relacionado com a ação de estudo específico.

Os estudos possuem uma lista simples, com o estado dos ativos ou ação desbloqueada para os produtos concluídos. A escolha do estudo a ser realizado funciona como uma lista simples, contendo o custo e o período específico para cada produto desenvolvido. Não há requisitos para a definição de qual produto estudar.

A gestão de pessoas e equipamentos é bloqueada até o estágio avançado de jogo e permite a troca de sala (e cenário), contratação de funcionários e equipamentos. Todas as

ações influenciam o número de passos, o paralelismo de estudos e o lucro dos produtos, além do custo por período considerado.

5.1.1 Mecânica de controle de caixa

Apesar de ser a mecânica principal e controlar o condicional de fim de jogo, é a mecânica mais simples na aplicação. Há três valores principais que afetam esse controle de caixa: i) de capital em caixa; ii) de débito ou iii) de crédito, todos relativos ao período atual, o qual é representado pelo número de períodos avançados do jogo.

Há um débito mínimo padrão por período, mesmo sem nenhuma atuação do usuário, devido ao custo de sala e equipamento aplicados inicialmente. Estes custos podem subir de acordo com as opções escolhidas em gestão de equipamento, pessoal e salas.

A criação de produtos possui um custo em suas fases de concepção e desenvolvimento, e retorno positivo como lucro na fase de comercialização. Durante os passos de cada uma dessas fases, o valor será somado ao custo padrão da gestão. Os valores de custos e lucros variam de acordo com as opções escolhidas.

Os estudos disponibilizados possuem custo pré-definido de acordo com o tipo de estudo e nível. Esse valor será somado ao débito pela quantidade de períodos também fixa, informada no início do estudo.

Por fim, a mecânica de gestão de fluxo de caixa exige do jogador o controle de saldo positivo e o balanceamento dos débitos de gestão, criação de produtos e de estudos em relação ao lucros da comercialização dos mesmos.

5.1.2 Mecânica de criação de produtos

A parte do protótipo relacionada com o produto desenvolvido possui uma listagem simples, que exibe: i) os produtos criados; ii) seu estado atual de criação para os ativos ou lucro e iii) a nota para os produtos completos, conforme Figura 5.2. Nesta imagem, é possível verificar o ‘Novo Produto’ em etapa de ‘Concepção’, em etapa 0 de 2 e sem nota definida, pois esta será atribuída apenas após o término de seu desenvolvimento.

Figura 5.2: Listagem de produtos criados



Fonte: Autoria própria.

Ao clicar no botão de ‘Novo Produto’, inicia o processo de criação de produtos, com a escolha do seu nome e a divisão de dedicação entre três etapas: i) concepção; ii) desenvolvimento e iii) comercialização, conforme Figura 5.3. O foco em dedicação escolhido irá representar a importância dada a cada uma das três áreas pelo jogador e será utilizado como métrica de cálculo da rentabilidade e da nota.

Figura 5.3: Tela inicial de criação de produto



Fonte: Autoria própria.

As três telas seguintes listam as opções de Concepção, Desenvolvimento e Comercialização para a criação do produto, conforme Figura 5.4. Inicialmente, apenas a opção de ‘Imitação de Produto’ está disponível para seleção e no mínimo uma opção deve ser escolhida, forçando a criação inicial como apenas uma imitação de produto já existente sem fator adicional de concepção, desenvolvimento ou comercialização. As funções serão desbloqueadas de acordo com os estudos realizados pelo jogador.

Figura 5.4: Escolha de opções em concepção, desenvolvimento e comercialização



Fonte: Autoria própria.

As opções escolhidas afetam a quantidade de passos (períodos) necessários para cada etapa. Além disso, elas influenciam os custos por período durante as etapas de concepção e desenvolvimento e o retorno por período da comercialização do produto. Dessa forma, conforme a Figura 5.5, há uma última tela de confirmação onde são exibidos o custo total por período e o tempo de duração das etapas de concepção e desenvolvimento, além do provável tempo de comercialização do produto. O produto será iniciado assim que o usuário clicar em ‘Criar Produto’ nesta tela de confirmação.

Figura 5.5: Tela de confirmação de criação de produtos



Fonte: Autoria própria.

Após a criação, o produto estará na etapa de Concepção no passo zero (0) do número total. A cada avanço de período através do botão que representa o movimento para o próximo dia (seta para direita no canto superior direito), ocorre o incremento nessa quantidade de passos. O avanço em cada etapa é demonstrado graficamente, através de uma barra de carregamento radial específica para cada área, que fica localizada na área superior da tela, conforme Figura 5.6 abaixo.

Figura 5.6: Barra de carregamento radial



Fonte: Autoria própria.

Não há limitação para a criação de produtos, sendo o uso de recursos o maior limitador para múltiplas criações simultâneas. Porém, as opções são limitadas, de acordo com as opções de estudos realizadas no protótipo.

5.1.3 Mecânica de Estudos

Não existem *power-ups* ou habilidades específicas do jogador. Porém, há uma proximidade desses itens com a mecânica de estudos, pois grande parte das opções de criação de produto estão bloqueadas, conforme Figura 5.4 acima. O desbloqueio de cada opção é atrelado a um estudo específico. Todos eles são listados na opção de “Estudos”, acessada ao clicar no botão de ação com esse mesmo, exibido na Figura 5.1.

A tela de estudos, conforme a Figura 5.7 é formada por uma lista e para cada item de estudo é exibido: i) o título, que inclui nível em algarismo romano; ii) a descrição, com indicação da habilidade que o estudo desbloqueia; iii) o custo por dia e iv) o botão de ação (“Estudar” e o número de dias para completar o estudo).

Figura 5.7: Listagem de estudos disponíveis



Fonte: Autoria própria.

Assim sendo, para cada liberação de opção de criação de produto, é necessário realizar um estudo específico, através da escolha e débito de seu custo durante a quantidade de passos considerados. Após seu término, a opção será desbloqueada e outro estudo poderá ser realizado.

O botão de ação é contextual, de forma que é exibido o termo ‘Estudado’ caso já tenha sido realizado e o número de passos necessários para a realização do estudo, caso seja possível realizar um estudo no passo atual.

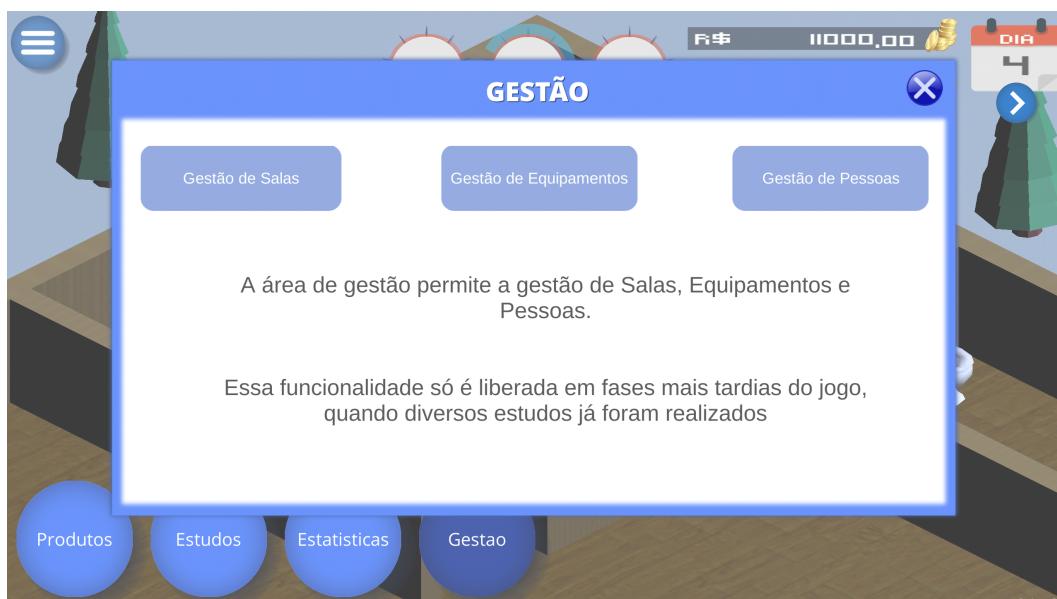
Inicialmente, apenas um estudo pode ser realizado por vez, de forma que, caso um esteja em andamento, será exibido o texto “Aguardando término de estudo” no lugar do botão de ação, até que o anterior seja terminado.

Não existe bloqueio de pré-requisito para os estudos, de forma que o estudo de “Introdução à Inovação II” pode ser realizado antes de “Introdução à Inovação I” na tela de estudos, conforme Figura 5.7; porém, há um decréscimo no rendimento e na nota aplicada. Essa função da mecânica amplia a liberdade de experimentação do jogador, com resultados específicos de acordo com esses experimentos.

5.1.4 Mecânica de Gestão

Todo o protótipo consiste em gestão de recursos, porém a opção de ‘Gestão’ representa a gestão de equipe, equipamentos e salas, ou seja, quem, como e onde os produtos serão desenvolvidos. Não faz parte do escopo deste protótipo a implementação dessas ações, que são liberadas apenas em jogos tardios, após grande quantidade de períodos avançados, de forma que a visão da área de ‘Gestão’ consta como itens de marcação desabilitados, conforme a Figura 5.8.

Figura 5.8: Tela de Gestão



Fonte: Autoria própria.

As alterações dos elementos de equipe, equipamentos e salas influenciam o tempo de concepção, desenvolvimento e comercialização, além de impactar a rentabilidade. A gestão de equipe também permitirá o paralelismo de estudos, de forma que mais de um estudo possa ser feito simultaneamente, para desbloqueio de mais opções. Essa funcionalidade não está implementada na versão atual do protótipo, sendo ela uma possível consequência futura da pesquisa.

5.1.5 Mecânica de Estatísticas e Concorrência

Dentro deste protótipo, é possível, através de opção de “Estatísticas”, verificar o estado de duas outras empresas, de forma a gerar concorrência e competição ao jogo, conforme a Figura 5.9.

Figura 5.9: Tela de Estatísticas com dados da concorrência



Fonte: Autoria própria.

Para a versão do jogo do protótipo, esses dois concorrentes não são jogadores, mas controles de estado estáticos, gerenciados pela aplicação, com exibição dos estados atuais de duas empresas para o período ativo do jogador.

Esses controles de estados são definidos com base em histórico de jogo de *gameplays* de jogadores reais.

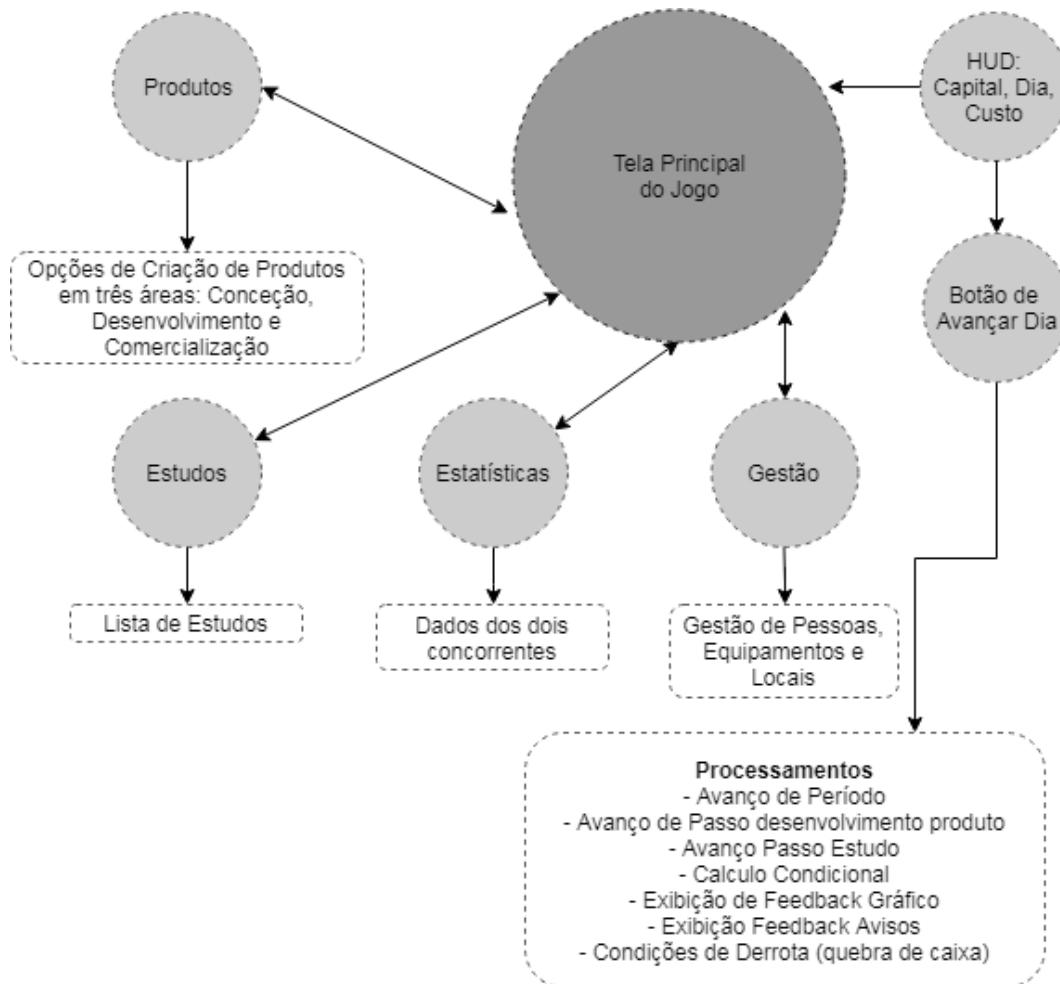
O jogador pode apenas visualizar a quantidade de produtos criados, capital em caixa e custo ou rentabilidade no período específico de cada um desses concorrentes. A rentabilidade e a nota dos produtos criados pelo jogador possui um decréscimo no caso de repetição total de opções de criação de produto. Caso repita um produto criado previamente, há um grande decréscimo, mas há também um decréscimo pequeno para a criação de produtos com opções idênticas aos produtos criados pela concorrência até o período atual em que o

jogador se encontra.

5.1.6 Fluxo de telas

A partir da tela principal do protótipo, exibida na Figura 5.1, é possível acessar as opções de “Produtos”, “Estudos”, “Gestão” e “Estatísticas”, localizadas na parte inferior esquerda da tela apresentada na Figura 5.10. Além disso, é possível visualizar o *HUD* (*Heads-Up Display*) e o controle de avanço de dia, que é utilizado para salvar os dados e realizar os cálculos relacionados com as ações do jogador.

Figura 5.10: Fluxo da tela principal do protótipo



Fonte: Autoria própria.

O processamento principal do protótipo é feito quando o jogador clica no botão de avançar dia, localizado à direita na Figura 5.1. Nessa ação do usuário, são realizadas as seguintes rotinas: i) avanço de período, com cálculo de passos de concepção, desenvolvimento e comercialização de produtos ativos; ii) avanço de passo em estudos ativos; iii) detimento de custo e adição de renda ao capital; iv) teste de condicional de derrota (validação de quebra de caixa); v) atualização de renderização de *feedback* gráfico, com

barras de progressão radial e inserção de objetos no cenário de acordo com os resultados do produto considerado; e vi) exibição de alertas com nota e resultados após o passo final de desenvolvimento de cada produto.

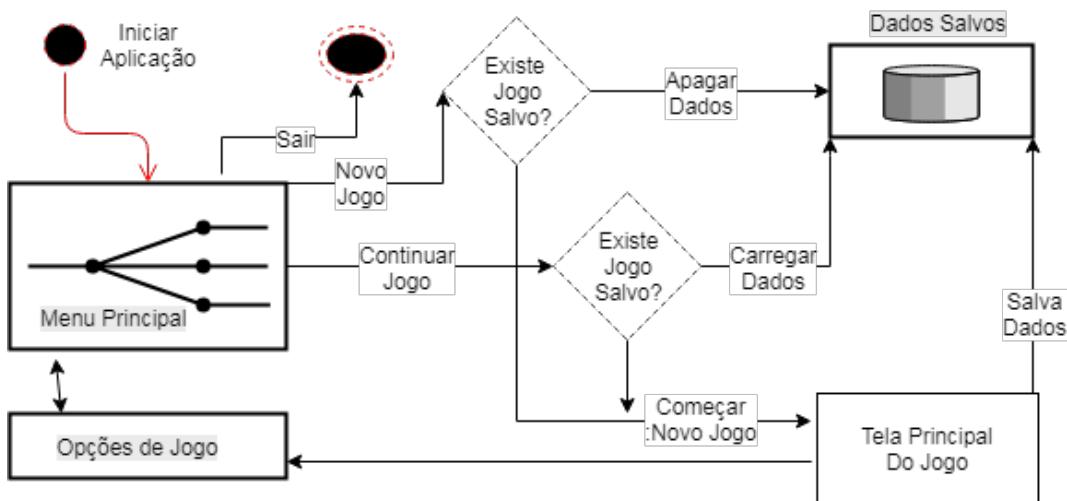
Os cálculos são baseados em: i) opções escolhidas; ii) pré-requisitos de estudos de cada opção; iii) divisão de dedicação entre cada área e iv) fator de sorte. Esse fator, com valor randômico, é utilizado para gerar pequenas variações de fatores externos e refletir uma margem de erro da vida real. Foi aplicado um detrimento para o caso de repetição de opções, de forma a obrigar o jogador a utilizar conjuntos diferentes de opções e não repetir apenas uma sequência que parece funcionar. O detrimento é alto para a repetição de produtos do próprio jogador, mas há um detrimento menor para a repetição de opções das duas outras empresas, de forma a gerar impacto nos atos da concorrência.

Os resultados são exibidos ao jogador como custos e receitas, além de uma nota e frase de crítica, de acordo com a com a nota ao final de cada desenvolvimento. O cenário do protótipo também representa os sucessos e fracassos de objetos em cena, como um grande troféu recebido após um sucesso, por exemplo.

O fluxo do jogo é gerenciado pelo menu principal, que é a tela de abertura deste protótipo, a qual também pode ser acessada através do menu de pause com opções de jogo.

Existindo controle de persistência único, o jogo pode ser iniciado com a exclusão dos dados anteriormente salvos ou ainda através do carregamento de dados da partida anterior, conforme a Figura 5.11.

Figura 5.11: Fluxo de controle do framework



Fonte: Autoria própria.

A versão atual do protótipo conta com um controle de persistência único, onde há gravação de todas as escolhas, criações, capital e período do jogador na partida. Além disso, ele possui uma representação gráfica em *HUD* específico, onde é exibido, conforme a Figura 5.12, o período atual, capital, custo/lucro do período. Além disso, a tela apresenta as

etapas de concepção, desenvolvimento e comercialização, através de barra de carregamento radial animada.

Figura 5.12: *HUD* de capital, custos, período e estado de desenvolvimento



Fonte: Autoria própria.

O protótipo do jogo produzido serve como aplicação prática do levantamento de requisitos e seu balanceamento, como teste da comparação das relações entre as categorias de técnicas de gestão de inovação e suas mensurações. Porém, somente será possível apontar resultados sobre a real efetividade do *serious game* como suporte ao aprendizado de gestão da inovação após análise de retornos de diversas sessões de *gameplay* com uma turma real, o que não faz parte do escopo desta pesquisa.

5.1.7 Modelos de receitas

Para FORTIM et al. (2014), os modelos de receitas aplicáveis aos jogos são principalmente os serviços de assinatura e as vendas de licenças, pois a grande maioria é feita sob requisição de uma empresa específica. Para jogos que não são feitos sob demanda, o autor aponta que há modelos diferentes, como a compra direta da aplicação ou modelo *freemium*, onde não há custo para participar do jogo, mas há elementos internos compráveis que podem dar vantagem competitiva.

Como esta pesquisa possui o propósito educacional, ela não prevê a comercialização do jogo, com disponibilização gratuita e aberta de todo o seu código fonte produzido através de repositório público no *GitHub* ([textithttp://github.com/Dadlo/innovation.management.tycoon/](http://github.com/Dadlo/innovation.management.tycoon/)). Porém, o desenvolvimento do jogo completo com base no protótipo, mesmo em formato de código aberto, possibilita a criação de servidores para concorrência entre jogadores reais com uso gratuito de servidor próprio de quem queira aplicar o jogo ou através da assinatura de um serviço de uso de servidor com os desenvolvedores da aplicação.

5.2 Conclusões sobre definições do *serious games*

Este capítulo apresentou um as definições do *framework* utilizado para o desenvolvimento do jogo proposto e suas mecânicas que simulam o processo de desenvolvimento de produtos utilizando técnicas de gestão da inovação. O *framework* permitiu o levantamento

de requisitos para os objetivos específicos do protótipo de jogo desenvolvido (aprendizagem, simulação, jogos e gestão da inovação), com base em *game design* e aprendizagem.

A modelagem desenvolvida foi gerada com base em modelos de categorias de gestão da inovação e suas técnicas de mensuração. Em toda a concepção do *framework* proposto, foram utilizadas técnicas de *game design* que possibilitam maior balanceamento e maior engajamento dos jogadores. O *framework* proposto deseja permitir o desenvolvimento de um jogo com um alto potencial de engajamento do jogador, através do uso de múltiplos *feedbacks*, proporcionais às ações por ele realizadas.

Desenvolvimento do Serious Game e Game Play

Este capítulo aborda as fases de desenvolvimento do *serious game* proposto para suporte à aprendizagem de gestão da inovação. Seguindo as definições de *framework* e mecânicas do capítulo anterior, este regista o processo de desenvolvimento e as problemáticas encontradas com suas respectivas soluções propostas.

O protótipo de jogo *InnoTycoon* desenvolvido nesta pesquisa é um simulador educacional de gerenciamento de recursos para o desenvolvimento de novos produtos, com aplicação de conceitos da gestão da inovação. Esses conceitos são explorados através da criação de múltiplos produtos, onde o jogador escolhe opções de concepção, desenvolvimento e comercialização, como tipos de inovação incremental ou radical e acompanha os resultados de suas estratégias.

Por se tratar de um jogo educacional com propósito de ser ferramenta de suporte à aprendizagem de técnicas de gestão da inovação, a aplicação considera requisitos obrigatórios presentes em todas as etapas de sua concepção e desenvolvimento.

Este protótipo foi idealizado para dispositivos móveis, com o intuito de aumentar a sua utilização. Ele possui mecânicas desenvolvidas para facilitar a correlação de técnicas de gestão da inovação e suas mensurações com uma simulação de eventos discretos, alimentada com diversas variações de ações simples do jogador, através das opções de criação de produtos.

Com grande liberdade de escolha dentre as opções dada ao jogador, há retorno de múltiplos *feedbacks* que almejam a geração de valor para a criação de engajamento. Além disso, trabalha-se com competição interna através da limitação dos recursos e influência da concorrência de duas empresas geridas pela aplicação.

O planejamento foi direcionado, então, para o desenvolvimento de uma interface para criação de interações intuitivas e eficientes para *tablets* e *smartphones*, considerando um público-alvo que inclui pessoas sem costume de jogar nesses dispositivos, uma vez que o jogo final possui propósito de ser aplicado como ferramente de suporte ao ensino em disciplinas de gestão e, nem todos os alunos podem possuir esse costume e conhecimentos prévios de mecânicas, ícones e fluxo de jogo.

Este capítulo inicia com a descrição dos critérios de documentação e criação de mecânicas, seguida do detalhamento da implementação das principais mecânicas de jogo. Por fim, é realizada a descrição do processo de *storyboarding* e prototipagem realizado, acompanhado do embasamento teórico relacionado.

6.1 Técnicas utilizadas para definições do jogo e seus requisitos

A concepção da ideia do protótipo de jogo proposto partiu de *brainstormings* que definiram o *High Concept* (SCHUYTEMA, 2011), que é o conceito geral do protótipo e, para *InnoTycoon*, o conceito foi de *serious games* em estilo *Tycoon* para gestão da inovação no desenvolvimento de produtos. Logo após a definição do conceito, foi iniciada a documentação do jogo, seguindo o padrão de documento de *design* de jogo (*Game Design Document - GDD*) ROGERS (2013).

Dessa forma, três GDDs foram criados com base nas definições de ROGERS (2013): i) o de uma página, para maior foco nos diferenciais do protótipo sobre a concorrência e com pontos de relevância para o mercado; ii) o de dez páginas, com esboço das concepções e mecânicas; e iii) o GDD completo, que elabora e aprofunda todos os elementos anteriores, com adição de elementos cabíveis ao estilo do jogo. Eles foram gerados desde as fases iniciais do desenvolvimento do protótipo, para garantir maior uniformidade dos elementos idealizados e manter o foco educacional.

A estrutura do documento de *design* do jogo e todos os seus elementos são de extrema importância para o planejamento inicial do protótipo. Estes elementos constituem: i) o roteiro; ii) o *level design*; iii) os controles; iv) a tecnologia utilizada; v) o conteúdo das telas; vi) a câmera; vii) o *HUD* (*Heads-Up Display*); viii) as músicas, caso sejam utilizadas; ix) as métricas; x) as habilidades do jogador; xi) a pontuação do jogador; xii) a visão do mundo e xiii) as mecânicas de jogo. Alguns destes itens não são o foco do jogo, como o roteiro para *Tycoon*, mas são importantes porque compõem as definições de identidade digital do jogo e público-alvo.

Mesmo possuindo um alto nível descritivo, o documento de *design* gerado não possui alguns elementos, que constituem a estrutura lógica das mecânicas, com descrição de: i) requisitos técnicos; ii) constantes de balanceamento e iii) variáveis de funcionamento entre mecânicas. Eles foram listados em um documento específico, direcionado para a área de programação.

As mecânicas de jogo desenvolvidas consideram a criação de um ambiente propício ao free *play* de SALEN; ZIMMERMAN (2004), ou seja, idealizam a criação de um ambiente que permite a livre movimentação do jogador dentro da estrutura rígida de regras, limitações e objetivos, podendo este seguir ou quebrar essas barreiras.

Dessa forma, o protótipo permite que estudos sejam feitos sem seus requisitos básicos, ou que produtos com opções apenas de concepção tenham foco somente em desenvolvimento. Todas as variações das ações dos jogadores são calculadas e retornam diferentes *feedbacks*, através da quantidade de passos para as fases de criação e venda de produtos, receitas, custos e nota.

A concepção do protótipo segundo FULLERTON (2008), portanto, foca em seis

elementos formais: i) o jogador; ii) as regras; iii) o objetivo; iv) os procedimentos; v) os recursos e vi) o resultado. Porém, na visão de JUUL (2003), há acréscimo de elementos ligados ao resultado do jogo como: i) resultados variáveis, em função das escolhas do jogador; ii) valores associados; iii) o esforço do jogador; iv) ligação entre o jogador e o valor do resultado por ele obtido e v) consequências negociáveis.

O objetivo principal deste protótipo de jogo é, então, propiciar a inteligência criativa do jogador, de forma que ele possa experimentar e verificar os múltiplos resultados possíveis de suas ações. Estes resultados são medidos tanto em custo, como através de nota e elementos gráficos apresentados ao jogador no cenário.

O foco educacional, através de comparação de *frameworks*, identificou uma possível maior eficácia do jogo como suporte aos conceitos de gestão da inovação apresentados em aula, de forma que a aplicação sirva como ambiente de testes seguro para a prática dos conteúdos já apresentados, como apontado por ALVES (2015).

Um alto nível de abstração foi escolhido para a modelagem conceitual da simulação, para facilitar as ações e experimentações dos jogadores. O objetivo foi potencializar seus resultados e simplificar seus conceitos, de forma a evitar conflitos com possíveis resultados da vida real.

6.2 Definições Técnicas

Em relação à programação, o protótipo de jogo proposto foi desenvolvido em motor de jogos *Unity 3D*, em linguagem de programação C#, seguindo as melhores práticas para a geração da documentação oficial. O protótipo é versionado online, através do *GitHub*. Os fechamentos de *builds* de testes foram feitos para o sistema operacional *Android* e rodados em *smartphones* e *tablets*.

O desenvolvimento do protótipo utilizou artes visuais em duas e três dimensões e sons (ambiente e de efeitos) de repositórios abertos com licenças gratuitas para uso acadêmico. Além disso, algumas criações autorais próprias foram realizadas, como criação de logo, botões e elementos de HUD e modelagem de objetos de cenário como lixo, banner, troféus e sacos de dinheiro.

As artes gráficas foram editadas em ferramenta de código aberto *GIMP* com padrão de registro em formato *JPG* para itens com fundo e *PNG* para fundo em transparência. Apesar do motor de jogo utilizado, *Unity 3D*, permitir o uso das linguagens *JavaScript*, linguagem visual e C#, foi priorizado o uso da última sempre que possível, para padronização.

O fluxo de criação do projeto foi feito seguindo técnicas de desenvolvimento ágil com base na metodologia *SCRUM* com entregas parciais mensais e retrabalho para evolução das funcionalidades mínimas com base em técnicas de desenvolvimento iterativas e incrementais.

Todo o desenvolvimento foi realizado de maneira transparente, com disponibilização do código fonte e demais recursos do protótipo de jogo em plataforma de reposi-

sítório *online* e aberto *GitHub*, utilizando modelo de versionamento *Git*. Todos os elementos do protótipo estão disponíveis para consulta e download sob o endereço: <https://github.com/Dadlo/innovation.management.tycoon>.

As criações realizadas durante esta pesquisa, sejam de arte, músicas, efeitos sonoros e algoritmos foram disponibilizados em licenciamento de código livre, desde que estas não utilizassem como base itens que não permitam esse uso.

O escopo técnico possui persistência única, com gravação de forma serializada em formato *XML* no disco do aparelho móvel. Isto possibilita que apenas uma partida seja salva, para continuar posteriormente, com possibilidade de ser sobreescrita para novos jogos.

O fluxo principal do protótipo ocorre no avanço de período onde são realizados todos os cálculos, o condicional de derrota, o salvamento de jogo e as chamadas para renderização.

Além das variáveis de cálculo da quantidade de passos de cada etapa, avanço entre etapas, custo por período, lucro e nota, também foram consideradas constantes para cada item, além de um fator de sorte e um multiplicador base, para facilitar o balanceamento de jogo durante os testes de *gameplay*.

A nota e o retorno financeiro obtidos pelo jogador, ao final da partida, consideram: i) todas as opções escolhidas para a criação de um produto; ii) o fator de sorte; iii) a repetição de produtos já criados pelo próprio jogador ou pelos dois concorrentes (controlados pelo jogo).

6.3 *Storyboarding* e prototipagem

O planejamento em detalhe da interface nas etapas iniciais do desenvolvimento de um jogo auxilia no *game design*. Isto porque ela induz à tomada de decisão já no início do processo, além de trazer à tona complexidade e itens importantes que não seriam considerados até as etapas finais do desenvolvimento (FOX, 2005). Desta forma, o *design* do jogo pode ser alterado com base nessas considerações. Com esse detalhamento e sua aprovação, é possível diminuir o tempo com trabalho desperdiçado.

Para SCHELL (2008), o *game design* é criado através de testes cílicos e formais através do uso de protótipos, sendo que todo protótipo deve ser concebido para responder no mínimo uma questão. Portanto, as problemáticas idealizadas no planejamento devem ser claras, pois caso contrário, o protótipo é um grande risco de perda de tempo e esforço.

Não há necessidade do uso de meios digitais para a prototipagem, pois a prioridade são os testes das mecânicas. O uso de *paper prototype* agiliza o processo e atinge, muitas vezes, o mesmo *gameplay*, principalmente para jogos baseados em turnos (SCHELL, 2008).

O *storyboard* é um método responsável pela fase de inicialização do *design* que serve para disciplinar e compreender os elementos de *design*. Esse método utiliza de *sketches* organizados em sequência (SCHELL, 2008). O *storyboard* permite um processo criativo através de experimentos sobre como podem ser apresentadas os conteúdos programáticos

de forma sistemática, sendo um rascunho para o protótipo (JONES, 2008).

Ainda nas primeiras fases de concepção de *InnoTycoon*, foram criados os primeiros *sketches* das telas, rascunhos e esboços de conceitos gerais (JONES, 2008), geradas inicialmente em papel, para a idealização da interface básica do jogo. Como ainda não havia fluxograma do jogo ou gráfico de fluxo de telas, poucas opções e mecânicas estavam consolidadas. Assim, as primeiras telas consistiam de listas de opções temporárias para divisão de *grid* e posicionamento em tela com redesenho constante.

Esse *sketch* de interface auxiliou na concepção da hierarquia básica de interações do usuário, como também na idealização das mecânicas principais, mesmo que ainda não detalhadas. Com isso, foi iniciado o *storyboard*, onde todos os elementos gráficos foram recortados em papel para montagem das telas. Foram realizados testes de fluxos de interação com ajustes imediatos, através do simples reposicionamento desses objetos.

A versão final do *storyboard* consistiu de 117 telas. Partiu-se do menu principal; em seguida, considerou-se a criação de um novo produto, seu fluxo de desenvolvimento completo, estudo e criação de um segundo produto. Durante esse processo, com o avanço de tela a cada interação com o jogador, foram identificadas diversas lacunas de *feedback* ao usuário. Um exemplo foi a ausência de *feedback* após o término da criação de um produto, que culminou na funcionalidade de atribuição de uma nota para cada produto e na necessidade de um menu do tipo *pop-up* para informar do término de estudos e de entrada de produtos na fase de monetização, com valor estimado de retorno e uma nota proporcional ao produto criado.

A usabilidade também foi testada. Foi identificado um uso elevado de cliques para executar ações, como a verificação do estado do produto criado, que constitui uma ação recorrente na partida. Com isso, o menu que exibiria um sub-menu de opções foi substituído pelo botão ‘Produtos’, que em um único clique exibe a listagem dos produtos com seus estados. Além disso, ainda nesta tela, há a opção de criação de novos produtos através de um botão específico.

A alta quantidade de telas fez com que essa fase demorasse mais do que o desenvolvimento do *sketch* simples. Porém, devido às facilidades para ajustes, diversas problemáticas e mecânicas puderam ser testadas e ajustadas de forma ágil, com demonstração gráfica através da sequência de fotos, para aprovação.

Com isso, é possível perceber poucas alterações entre a interface e o *storyboard* que a gerou, como pode ser visto na Figura 6.1. Apesar de não mensurável, é digno de nota o tempo de desenvolvimento que foi salvo devido às aprovações e testes com base em experiências de *gameplays*.

Figura 6.1: Comparação entre primeira implementação do protótipo (esquerda) e última versão de storyboard em papel (direita)



Fonte: Autoria própria.

O fluxo para cada prototipagem realizada seguiu o conceito de *design* iterativo com base em SALEN; ZIMMERMAN (2004) e SCHELL (2008), qual seja: i) *brainstorming* de soluções; ii) escolha da solução, com listagem dos seus riscos; iii) protótipos para mitigar seus riscos e iv) testes. Para os autores, este *design* foca em *playtesting* e prototipagem e pode ser descrito como um processo cíclico com alternância entre prototipagem, testes do jogo, avaliação e refinamento. Assim, o *design* iterativo é descrito como um método no qual as decisões são feitas com base na experiência de se jogar um jogo, enquanto ele está em desenvolvimento.

Para o desenvolvimento de protótipos para o *InnoTycoon*, a interface de jogo já estava em fase adiantada, devido aos testes realizados inicialmente em papel. Porém, foi através desta prototipagem em motor de jogos e de testes em aparelhos móveis que o tamanho dos botões, áreas de cliques e legibilidade foram realmente verificados.

Como resultado, os tamanhos das fontes dos valores de capital e custo foram aumentados. Também foi necessário aumentar todos os botões de ação e suas áreas de clique, assim como os botões de barras de volume e de outros *sliders*, pois o toque (*touch*) em telas cobria alguns botões e seus *feedbacks* gráficos.

Para FOX (2005), um *HUD* pode ser definido como a interface com informação exibida em tela, enquanto o jogo está em progresso. Ao contrário de toda a interface, para o *HUD* não é necessário um gráfico de fluxo de telas, mas muita organização. Mesmo muito bem planejado, o *HUD* tende a mudar durante a evolução das mecânicas e dos testes de *gameplay*. Isto porque pode haver a necessidade de algumas informações não antecipadas ou até mesmo remoções, por confusão com dados. Assim, é recomendado esboçar o *HUD* desde o início do planejamento, porém mantendo sua flexibilidade através de possíveis mudanças (FOX, 2005).

Os *HUDs* devem ocupar o mínimo de espaço possível, inclusive com inserção de elementos no próprio jogo, para limitar a quantidade de informações na interface. Porém, mesmo que o direcionamento seja o menor espaço possível, a legibilidade das informações é a prioridade. Por isso, é importante limitar a quantidade de informações realmente

relevantes ao jogador (FOX, 2005).

Em *InnoTycoon*, o *HUD* evoluiu das fases de testes para um modelo não interativo com visualização clara do estado de desenvolvimento do produto em cada etapa. Isto foi realizado através de uma barra de progressão radial e dos valores de capital e custo ou receita em posição de destaque, conforme mostra a Figura 6.2. A imagem amplia os elementos de barra de carregamento radial e exibição de dia atual para melhor visualização.

Ainda nesta figura, verifica-se que o controle de período mantém-se fixo no canto superior direito da tela, com exibição da data atual em formato de calendário e com um botão de avanço de período, que controla o fluxo da atualização e da gravação das ações do jogador.

Figura 6.2: *HUD* com barra de progresso radial, valor de capital / custo e dias de jogo com botão de avanço de período.



Fonte: Autoria própria.

De forma complementar, GARONE; PISKE; POUBEL (2013) destacaram a importância do *design* da informação no planejamento e prototipagem de jogos, considerando que otimizar o processo de comunicação é o objetivo principal do *design* da informação. Para estes autores, a interface é de extrema importância para comunicar ao jogador sobre o que está ocorrendo no jogo e o *HUD* deve oferecer retorno a ele sobre suas ações de forma simplificada, objetiva e direta.

No protótipo de jogo desenvolvido, para a remoção de informações da interface, há um extenso uso de menus do tipo *pop-up* para confirmações de ações, evitando frustrações com erros de cliques. Também estão disponíveis avisos, como o *feedback* de conclusão de produtos com nota, valor de receita adquirida e frases de comentários. Os comentários refletem frases de críticos e consumidores para exemplificar de forma despjada a aceitação do produto no mercado. Essas frases são baseadas na nota e, assim como o *feedback* gráfico, com elementos inseridos no cenário, servem para o jogador compreender seus múltiplos resultados.

O uso de menus do tipo *pop-up* é indicado para exibição de conteúdos específicos e dicas, de forma a não poluir a interface e *HUDs*, além de permitirem a consulta e possibilitarem a confirmação de ações, quando necessários (FOX, 2005).

6.4 Implementações das mecânicas no protótipo

Após as definições e documentações que foram possíveis obter com o *paper prototype*, o jogo teve sua prototipagem em sistema interativo iniciado. Partiu-se, então, para a configuração do ambiente com o motor de jogos *Unity 3D* e o pacote de desenvolvimento de aplicações para o sistema operacional de aplicativos móveis *Android*, o *Android SDK*.

Com a criação de um novo projeto para dispositivos móveis no motor de jogos, foi adicionado pelo sistema um diretório do projeto. Esse diretório foi compartilhado no sistema de versionamento *online GitHub*, com o repositório aberto para consultas, no endereço que segue: <https://github.com/Dadlo/innovation.management.tycoon/>.

O sistema operacional *Android* utiliza aplicações no formato APK para instalações. O processo de compactação dos recursos e conversão dos códigos para esse pacote é chamado de *build*, sendo que para a criação de *builds* de APKs no *Unity 3D*, é apenas necessária a configuração correta do *Android SDK* e da máquina virtual JAVA, para que seja possível executar a função do programa que criará o pacote APK, se for o caso de transferí-lo para um aparelho móvel (UNITY3D, 2016).

Após a configuração do ambiente, a criação de um novo projeto móvel e a configuração para *build* em *Android*, foi iniciada a implementação de fluxo da aplicação, que é descrito a seguir.

6.4.1 Implementação de fluxo da aplicação

O protótipo de jogo teve sua implementação iniciada pelo fluxo da aplicação, com criação da cena principal e caixas de interface que controlam os botões do menu principal do protótipo, conforme Figura 6.3.

Figura 6.3: Tela de *Menu* do protótipo



Fonte: Autoria própria.

O menu principal do jogo possui botões ações para: i) iniciar um novo jogo; ii) continuar um jogo salvo; iii) acessar opções de jogo; iv) visualizar tela de informações sobre o jogo e, finalmente v) sair.

As duas primeiras opções utilizam o controle de persistência da aplicação. Os dados de ações na partida, guardados em propriedades enquanto o jogo está ativo, são serializados e salvos em formato *XML* no disco local do aparelho móvel. Apenas dados de uma partida são salvos, de forma que há um controle de persistência único no jogo.

O fluxo da aplicação, conforme a Figura 5.10, faz validação ao iniciar uma aplicação, verificando se há dados salvos e, caso afirmativo, confirmando se estes devem ser sobreescritos ou se deve ser cancelada a ação de iniciar uma nova partida. Ao tentar carregar um jogo sem a existência de dados salvos, há um aviso informando que uma nova partida será iniciada.

Todas as ações e estados de jogo iniciam o processo de gravação quando o usuário ativa o botão de avançar período, de forma que o jogo é continuamente salvo, toda vez que o dia é avançado, evitando perdas de dados por fechamento da aplicação.

As opções de controle do jogo são relacionadas com os sons de jogo e a música de fundo, através de uma barra de volume individual para cada um dos itens. Essas opções são exibidas em tela específica, com possibilidade de fechar para retornar ao menu, conforme Figura 6.4.

Figura 6.4: Tela de Opções do protótipo



Fonte: Autoria própria.

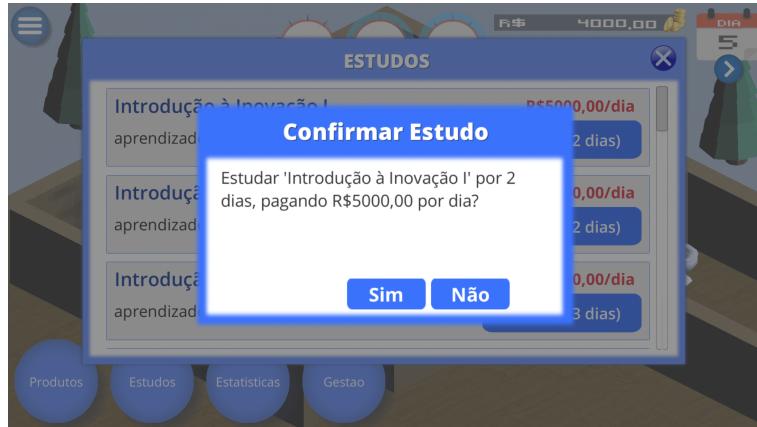
As informações sobre o protótipo são exibidas de forma textual também em tela específica. Colaboradores e dados da aplicação são listados nessa área.

Por fim, o botão de fechamento da aplicação possui variações para permitir o fechamento da tela de teste quando executado como teste no motor de jogos ou término da aplicação, quando instalado em aparelho móvel.

Para avisos e confirmações, foi criado um sistema de notificações, com método próprio, que exibe uma pequena caixa com imagem de fundo específica sobre o conteúdo do jogo

com texto informativo e botões com opções para aceitar, negar ou cancelar a ação, podendo ser utilizada também com botão único para avisos, sem opções ao usuário.

Figura 6.5: Sistema de notificações



Fonte: Autoria própria.

O fluxo de jogo, seja de uma nova partida ou carregando dados salvos, levará para a tela principal do jogo, que exibe uma sala, equipamento e pessoal como cenário e *HUDs* e botões de ação, conforme ilustrado na Figura 5.11.

6.4.2 Implementação do controle de caixa

O controle de caixa está relacionando com três dados básicos: i) capital em caixa; ii) valor a ser debitado ou creditado no período e iii) período atual. Esses dados são iniciados com valores padrão no primeiro dia como 20.000 para capital em caixa e 2.000 para custo por período. Os valores foram definidos após diversos ajustes durante testes com o protótipo realizados pela própria equipe de desenvolvimento.

As ações do jogador como criação de produtos, estudos e gestão disparam métodos que afetarão apenas o valor a ser debitado ou creditado no período. A concepção e o desenvolvimento de produtos, estudos e a gestão de equipamentos, salas e pessoas aumentarão os custos e a comercialização de produtos aumentará a receita.

O controle principal de cálculos da aplicação, que é disparado quando o usuário avança o período, inicia o processo de gravação dos dados e cálculos internos, sendo o primeiro o débito ou crédito do valor por período sobre o valor de caixa. Caso exista quebra de caixa, ou seja, valor debitado maior do que o valor disponível, há um aviso sobre falência e os demais cálculos, que iriam avançar os passos de produtos e estudos, são interrompidos.

Nesse condicional de derrota, não há término da partida, mas apenas um bloqueio do avanço, para que seja possível que o jogador analise sua partida, verificando seus produtos e estudos em relação ao período corrente. Esses dados são salvos e podem ser consultados posteriormente, até que uma nova partida seja iniciada, sobrescrevendo a anterior.

6.4.3 Implementação do sistema de criação de produtos

O sistema de criação de produtos, conforme explicado na seção anterior, possui uma tela de listagem de produtos criados e cinco telas de criação de produtos. A primeira tela possui uma caixa de entrada de texto que será utilizado como o nome do produto, conforme ilustrado na Figura 5.3. As demais telas utilizam no título o nome inserido. Caso o nome seja repetido, será automaticamente adicionado um numeral após o nome, para diferenciação.

Determinação de foco no produto

A escolha na primeira tela da divisão de porcentagem do foco entre as três áreas, concepção, desenvolvimento e comercialização, simboliza a dedicação do jogador aquele produto específico para cada uma das áreas, podendo ser qualquer variação com no mínimo 1 e no máximo 98 para cada área, porém com soma total de 100 entre os três itens.

Esse valor é utilizado como multiplicador interno sobre os valores das opções escolhidas por área. Desta forma, opções de concepção em produto com maior foco serão privilegiadas, enquanto que opções de comercialização com baixa porcentagem terão uma influência inferior.

Opções de criação de produtos

Cada opção de concepção, desenvolvimento e comercialização de produtos possui custo próprio, influenciador sobre número de períodos para término da etapa e multiplicador sobre o resultado final do produto, além de requisitos internos.

Esses dados, além de título, descrição de identificador próprio para cada opção de criação de produtos são salvos em arquivo *XML*, de forma a facilitar a edição externa, com atualização dos dados, adição de novas opções e internacionalização futura.

Desta forma, cada opção irá adicionar custo por período e variação sobre número de períodos para terminar sua etapa (concepção, desenvolvimento e comercialização). Também ocorre aumento da rentabilidade e nota devido aos multiplicadores internos.

Cálculos de passos, nota e rentabilidade

O cálculo do número de passos por etapa utiliza o valor de nível de cada opção, considerando o nível com decréscimo de uma unidade, ou seja, opções de nível 1 não adicionam passos à etapa e opções de nível 3 adicionarão dois passos ao valor padrão. Atualmente, o número padrão de passos é de 1 para concepção e 3 para desenvolvimento e comercialização.

Todo o conjunto de opções utilizadas para a criação de cada produto também é gravado para comparação com futuros produtos. No caso de uma repetição de todas as opções,

haverá detimento por imitação. O detimento é um multiplicador de 70%, acarretando em perda de 30% da rentabilidade daquele produto (conjunto de opções).

A nota e a rentabilidade utilizam a soma dos modificadores das opções das áreas. Para cada uma das três áreas (concepção, desenvolvimento e comercialização), são somados os multiplicadores de cada opção ao valor base de 1. Um valor de sorte, randômico entre 0 e 0,3 é adicionado aos três totais, adicionando aleatoriedade aos cálculos dentro de limites que não prejudiquem o planejamento nas partidas.

A nota é definida através da somas desses três totais, dividida por uma constante de divisão de notas (atualmente em 10,5), limitando esses resultados à variação de valores entre 0 a 10. Os primeiros produtos, devido limitação de uso de poucas opções possuem notas extremamente baixas, representando impacto de produtos constituintes de pequenas imitações no mercado.

Já a rentabilidade utiliza a soma dos três modificadores, após os multiplicar pelo valor do foco (valor entre 0,01 e 0,98, de acordo com o foco por área definido) e multiplicado novamente por uma constante de retorno por áreas. Cada uma das três áreas possui uma constante própria, mas atualmente todas estão definidas em 9.000.

Esse valor da rentabilidade ainda pode ser multiplicado pelo valor de detimento, nos casos de repetição de opções de produtos, conforme já explicado anteriormente.

A quantidade de passos de comercialização possui a base de três passos com adição do valor total de multiplicadores de comercialização dividido por uma constante de divisão de passos de comercialização, atualmente definida em 0,3. Todas os valores informados nessa seção foram atingidos após sequência de testes realizados pela equipe de desenvolvimento, porém ainda serão balanceados após testes de *gameplay* com o público-alvo antes do lançamento como um jogo.

Com isso, ao efetuar o processo de atualização de cálculos com o avanço do período, no caso de término da etapa de desenvolvimento, os valores da nota, da rentabilidade e da quantidade de passos de comercialização são definidos. Esses valores são informados ao jogador, conforme descrito a seguir.

Retorno de conclusão de produto

As etapas de concepção e desenvolvimento possuem custo constante e tem sua evolução exibida no *HUD* através da barra de carregamento radial nos três círculos da área superior central, conforme Figura 5.6.

A conclusão do produto, porém, possui mais dados e portanto, múltiplos retornos diferentes são apresentados ao jogador. O valor da receita é exibido com a subtração dos custos no campo de fluxo do período, localizado no canto superior direito da tela. Caso a receita seja maior que o custo, o valor será exibido em verde, ao contrário do débito, em vermelho, conforme Figura 5.12.

A barra de carregamento radial da comercialização também é diferenciada, pois começa

cheia e diminui a cada avanço de período, representando o término do período de vendas. De forma mais direta, ao iniciar a etapa de comercialização, é exibida uma mensagem com dados de resultados do produto, a qual ficará visível até o jogador confirmar seu fechamento. Esta mensagem consiste de: i) nota de avaliação do produto (valor numérico decimal entre 0 e 10); ii) receita prevista (valor de receita por período); iii) período de vendas (quantidade de passos de comercialização); vi) comentário (uma frase de crítica simulando avaliação de especialistas e do mercado composta de 20 variações de frases, escolhidas randomicamente dentro de 5 faixas de notas (0-3, 3-5, 5-7, 7-9, 9-10)); v) frase sobre imitação (caso ocorra o decréscimo por repetição de opção de produtos, será exibida a seguinte explicação: 'Repetições de produtos possuem menor impacto no mercado, seja repetição interna ou de sua concorrência direta!').

À parte da explicação textual explícita, também são aplicados na renderização do jogo resultados gráficos, diretamente proporcionais à nota do produto finalizado.

Dessa forma, após criação de cada produto é adicionado um objeto ao cenário, escolhido aleatoriamente entre os dez objetos disponíveis para as cinco faixas, ou seja, para cada faixa de nota, é escolhido um objeto entre dois diferentes, conforme segue: i) 0-3 : 'lixeira cheia' ou 'mancha nas paredes'; ii) 3-5 : 'pilha de papéis' ou 'lixeira vazia'; iii) 5-7 : 'banner na parede' ou 'saco de dinheiro pequeno'; iv) 7-9 : 'troféu pequeno' ou 'poster grande na parede' e v) 9-10: 'troféu gigante' ou 'saco de dinheiro grande'.

Assim, é esperado que o usuário tenha *feedback* constante com as barras de carregamento radial e textos de capital com cores específicas, um retorno direto e objetivo com valores e frases explicativas e um retorno gráfico para que estes valores possam ser agregados à experimentação do usuário ao criar produtos no protótipo.

6.4.4 Implementação do sistema de estudos

O sistema de estudo consiste de tela única, onde todos os estudos existentes no protótipo são listados, com: i) título; ii) descrição; iii) custo; iv) botão de ação, conforme a Figura 5.7.

Além dos dados exibidos, há também um identificador interno de cada estudo e um identificador de habilidade, para controle interno. Todo a listagem de estudos também foi feita em formato *XML*, para facilitar a edição externa e a internacionalização futura do protótipo.

O botão de ação variará entre 'estudar', 'estudado' e 'aguardando término de estudo', de acordo com o estado corrente da partida. Para todos os itens já estudados, será exibido o termo 'estudado'. Para os demais, há o condicional de limite de quantidade de estudos, atualmente definido como um único estudo por vez. Caso a quantidade de cursos seja igual ao limite de paralelismo dos mesmos, o texto de aguardar o término será exibido; caso contrário, o botão de estudar será exibido.

O botão dispara a ação de estudo, que será confirmada em uma tela contendo infor-

mações do estudo, como seu título e custo. Caso seja confirmado, os valores de débito e quantidade de estudos ativos serão atualizados internamente.

A lista de estudos terminados e estudos ativos é salva de forma serializada em *XML* no dispositivo, através dos métodos de controle de persistência, assim como os demais dados da partida.

6.4.5 Implementação do sistema de gestão

A sistemática de gestão, por ser relacionada a jogos mais longos e exigir medidas próprias de balanceamento, não foi implementada para o protótipo, mas sua tela já existe para marcação.

A área de gestão consiste de tela única, conforme a Figura 5.8, com três botões: i) Gestão de Pessoas; ii) Gestão de Equipamentos e iii) Gestão de Salas. Os botões estão desativados com o aviso textual: "Função não disponível no momento".

6.4.6 Implementação dos sistemas de estatística e concorrência

As estatísticas do jogo estão presentes em uma tela única com informações da concorrência, conforme a Figura 5.9. Essa concorrência é baseada no estado do período específico de partida, com dados pré-gravados contendo número de produtos, capital, receita/gastos e quantidade de produtos criados.

Esses dados foram escritos com base em partidas reais de forma a gerar dois concorrentes, um com um desempenho muito abaixo do esperado e outra dentro do esperado, porém com pausas entre os estudos, para não definir um jogo ideal a ser seguido pelos jogadores, devido o propósito ser instigar a experimentação. Todos os dados são salvos em formato *XML*, novamente para facilitar a edição externa.

Assim sendo, a área de estatística é utilizada para comparação direta do jogador com concorrentes, para verificar seu desempenho no momento e gerar competição.

O sistema de concorrência, conforme já descrito, possui funcionalidade de verificação de repetição de opções internas (do próprio jogador), com multiplicador 0,7 e detimento de 30%.

De forma similar, o rendimento dos produtos é afetado em menor escala, no caso de repetição exata de opções de produtos criados pela concorrência. As comparações são feitas no mesmo passo de atualização e, no caso de imitação da concorrência, é aplicado um multiplicador de 0,95, para detimento de 5% do valor de receita esperado. Esses detimentos foram criados para valorizar a criatividade no planejamento dos produtos e evitar a repetição contínua de produtos básicos sem explorar as combinações possíveis.

6.4.7 Implementação do balanceamento

Dada a importância do balanceamento para jogos e da alta quantidade de métricas para o estilo *Tycoon*, a programação do protótipo considerou diversas constantes e multiplicadores para facilitar as até mesmo pequenas variações e possíveis ajustes após e durante *gameplays*.

Dessa forma, são listados os seguintes itens para ajustes de balanceamento de cálculos: i) valor inicial de capital; ii) valor base de custo por período; iii) valor padrão de passo para cada área; iv) multiplicador de retorno por área; v) constante divisora para determinar notas; vi) constante divisora para quantidade de passos de vendas; vii) fator de sorte; viii) detimento para repetição interna; ix) detimento para repetição de concorrência; x) valor base de modificadores por área.

Além das constantes e multiplicadores, os principais influenciadores também foram feitos como arquivos externos em *XML* para facilitar a edição, até mesmo por terceiros, sem a necessidade de edição no motor de jogos. Esses influenciadores são: i) opções de produtos; ii) estudos e iii) concorrentes.

Além da facilidade de alterar o nível, o custo, os multiplicadores e a quantidade de períodos para cada opções, os estudos e os concorrentes, também é possível facilmente adicionar novos itens, permitindo que o protótipo possa ser atualizado ou customizado por qualquer pessoa com editor de texto simples, sem necessidade de conhecimento de programação, sendo necessário apenas gerar um novo *build* do protótipo ou testar o atual no motor de jogos.

6.5 Conclusões sobre o desenvolvimento do protótipo de jogo

A sistemática para documentação e prototipagem em papel e em motor de jogos, utilizada nesta pesquisa, resultou em uma rápida evolução da interface durante os primeiros estágios de planejamento. E, com base nos avanços da interface e com o surgimento do fluxo de telas, grande parte das mecânicas principais foi definida e aprovada ainda nos estágios iniciais.

Pontos com falta de *feedback* foram identificados com o *storyboard*, o que também auxiliou na simplificação dos botões interativos. Isto possibilitou também a disponibilização de quatro botões de ação principal, além do avanço de turno.

A prototipagem em motor de jogos levou a elementos não interativos do *HUD* que focam exclusivamente na exibição gráfica constante dos elementos principais ao jogador como: capital, custo/lucro e período. Além disso, foram inseridas barras de progresso radial de cada etapa de desenvolvimento de um produto, com poucos ajustes nos elementos de interface definidos anteriormente.

Com os resultados obtidos, conclui-se que é de extrema ajuda ao processo de *game*

design o uso sistemático de documentação, *storyboarding* e prototipagem com *design* iterativo, com foco na interface de jogo.

Ficou evidenciado que esses métodos contribuem para a criação de interface e possibilitam rápidos avanços e aprovações já nas etapas iniciais, minimizando as possibilidades de erros no desenvolvimento. A utilização do fluxo iterativo permitiu evoluir a pesquisa com base em testes e experiências que seguiram a priorização de pontos críticos ao desenvolvimento do protótipo de jogo.

A implementação pode, então, construir um fluxo de aplicação base genérica e seguir com a criação de telas específicas, com sistema de controle de telas e notificações padrão. Com as técnicas principais definidas, a relação das variáveis tornou-se clara, o que possibilitou determinar multiplicadores e constantes que facilitam os ajustes de balanceamento. Esses valores já foram alterados para permitir que o protótipo tenha um fluxo jogável, e serão também extensamente utilizados em todo o ciclo de vida da aplicação.

Além disso, o fluxo iterativo e de prototipação permitiram realizar testes de legibilidade e usabilidade nos dispositivos móveis, considerando os fluxos de aprendizagem para conteúdos educacionais, de forma que os principais conteúdos foram separados do código fonte para facilitar a edição e customização futura.

Conclusões

A pesquisa propôs a indicação de um *framework* desenvolvido com um alto nível de abstração e no estilo *Tycoon* para permitir a uso dos conceitos de gestão da inovação de forma simplificada, através do uso de um simulador de gestão de produtos, com objetivo de explorar a correlação das características de gestão da inovação e suas mensurações, utilizando técnicas de *game design*.

Conforme expectativa, foi possível identificar equiparidade entre quatro das categorizações de gestão da inovação LOPES et al. (2016) e de técnicas de sua mensuração (ADAMS; BESSANT; PHELPS, 2006) na literatura, conforme a seguir: i) estratégia e cultura organizacional; ii) gerenciamento de projeto; iii) gerenciamento de conhecimento e iv) gerenciamento de produtos.

Com base no levantamento comparativo de *frameworks* de simulação e de seus requisitos, foi identificado que o foco educacional aconselha a aplicação com tamanho volume de conteúdos teóricos complexos como uma ferramenta de suporte à aprendizagem, principalmente por não possuir Sistema de Tutoria Inteligente, como definido por PAUL (1995). Dessa forma, a simulação foi modelada com alto nível de abstração e com foco apenas em gestão de produtos, de forma a delimitar o escopo teórico.

O contexto conceitual correlacionado de gestão da inovação foi explorado como entrada de dados, e seu paralelo de técnicas de gestão e mensuração complementa o processamento que produz as saídas da simulação de eventos discretos, tipo de simulação que efetua cálculos de atualização apenas em eventos específicos (SILVA et al., 2014).

Assim, foi possível explorar, com elementos de *game design*, valores para os múltiplos resultados (JUUL, 2003) que a simulação gera com base nas entradas do jogador. Sendo um protótipo de jogo de gestão de recursos baseado em turnos, a aplicação enquadra-se e segue características do estilo *Tycoon*.

As mecânicas foram concebidas de forma a permitir e fomentar a experimentação por parte do jogador, de forma que seus resultados serão diretos e claros. Apesar de todas as escolhas de opções de produtos, foco e ordem dos estudos possuírem grande influência sobre as consequências do jogo, não há ações corretas ou mais indicadas. Devido ao foco na experimentação, qualquer estudo pode ser feito sem seguir ordem, e produtos podem ter qualquer combinação de opções, existindo apenas a limitação de opções de criação de produtos que são liberadas de acordo com os estudos.

O *framework* indicado possui intenção de aumentar o potencial de engajamento do

jogador, através do uso de múltiplos *feedbacks*, experimentação, balanceamento e elementos gráficos no cenário do protótipo.

O processo de prototipagem foi centrado no usuário e utilizou técnicas de *design* iterativo com foco em interface, para atender as necessidades de jogo para dispositivos móveis, ou seja, interface para telas pequenas, e usuários que incluem jogadores e não-jogadores, exigindo simplificação das interações com o usuário e maior objetividade em todos os *feedbacks*.

Através da prototipagem em papel, houve rápida definição de conceitos básicos do protótipo, mecânicas, fluxo da aplicação e fluxo de telas, que, com o auxílio das técnicas de documentação de *design* de jogo, possibilitou a previsão da relação entre as variáveis e a inserção de constantes e multiplicadores para balanceamento das mecânicas na implementação.

A implementação do protótipo de jogo seguiu as melhores práticas com base nas documentações oficiais da *Unity 3D*, e com código aberto em sistema de versionamento *online*. Não foram identificadas problemáticas ou necessidades de refação das telas, fluxo ou mecânicas. Os aprimoramentos do protótipo interativo foram feitos principalmente em quesitos de experiência do usuário e *design*, com padronização de elementos, objetos com funcionalidades mais claras e área de toque proporcionais aos dispositivos móveis.

Com isso, o *serious game* proposto, *InnoTycoon*, tem como intuito ser uma ferramenta de suporte à aprendizagem de conceitos ensinados por professor em sala de aula. Isto será possível com as ações de criação de múltiplos produtos apresentadas pelo protótipo, com o objetivo de auxiliar a compreensão das categorias de gestão, processos, controle de carteira de produtos e resultados através da experimentação com conceitos da gestão da inovação e de uma pequena competitividade, proporcionada pela limitação dos recursos disponíveis e influência de concorrentes.

Espera-se que a pesquisa tenha demonstrado a importância de determinação do foco do projeto para escolha do *framework* e requisitos de simulação, criado exemplos das possibilidades de uso de técnicas de *game design* e que sirva, desta forma, como um modelo de *framework* para variações e customizações de outras pesquisas.

Após a realização de *gameplays*, balanceamentos necessários e polimento, pretende-se disponibilizar este protótipo de jogo, entitulado *InnoTycoon*, para a utilização em universidades, através da loja oficial do sistema operacional *Android*, *Google Play*.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, R.; BESSANT, J.; PHELPS, R. Innovation management measurement: a review. **International Journal of Management Reviews**, v.8, n.1, p.21–47, 2006.
- ADKINS, S. S. The 2012-2017 Worldwide Game-based Learning and Simulation-based Markets: key findings from recent ambient insight research. **Serious Play Conference**, 2013.
- AHMED, P.; SHEPHERD, C. **Innovation Management**: context, strategies, systems and processes. 2010. first.ed. Financial Times/ Prentice Hall.
- ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. um guia completo: do conceito à prática. 2015. second.ed. DVS Editora.
- AMARAL, E. C. E. et al. A TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação. 2011. Disponível em: <<http://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/7/a-tic-tecnologia-da-informacao-e-comunicacao-na-educacao.pdf>>. Acesso em: 17/08/2015.
- AVEDON, E. **Therapeutic Recreation Service**: an applied behavioral science approach. 1974. first.ed. Prentice-Hall.
- AVEDON, E. M.; SUTTON-SMITH, B. **The Study of Games**. 1971. first.ed. John Wiley and Sons.
- BOER, H. et al. Conceptual modeling for simulation-based serious gaming. **International Journal of Operations and production Management**, v.21, p.490–503, 2001.
- BRIGHT, S. **8 Surprising Gamification Statistics**. 2014. Disponível em: <<http://www.digitalchalk.com/blog/8-surprising-gamification-statistics>>. Acesso em: 10/02/2016.
- BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. Product Development: past research, present findings, and future directions. **The Academy of Management Review**, v.20, p.343–378, 1995.

- CAILLOIS, R. **Man, Play and Games**. 2001. first.ed. Illinois University.
- CHESBROUGH, H. **Open Innovation**: the new imperative for creating and profiting from technologya. 2003. second.ed. Harvard Business School Press.
- COBO-BENITA, J. R. et al. Learning by doing in project management: acquiring skills through a collaborative model. **Education Engineering - EDUCON**, p.701–708, 2010.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. Absorptive Capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v.35, p.128–152, 1990.
- COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. Winning businesses in product development: the critical success factors. **Research-Technology Management**, v.50, p.52–66, 2007.
- CORDERO, R. The measurement of innovation performance in the firm: an overview. **Research Policy**, v.19, p.185–192, 1990.
- COSTA, A. I. A.; JONGEN, W. M. F. New insights into consumer-led food product development. **Trends in Food Science and Technology**, v.17, p.457–465, 2006.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow**: the psychology of optimal experience. 2008. first.ed. Harper Perennial Modern Classics.
- CTS. **Relatório de Investigação Preliminar**: o mercado brasileiro de jogos eletrônicos. 2011. Disponível em: <http://direitorio.fgv.br/sites/direitorio.fgv.br/files/Relatorio_Preliminar-Mercado_Brasileiro_Jogos-CTS_Game_Studies-FGV%20RJ.pdf>. Acesso em: 22/10/2016.
- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining 'gamiification'. **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, p.9–15, 2011.
- DOUGHERTY, D. Interpretative barriers to successful product innovation in large firms. **Organization Science**, v.3, p.179–202, 1992.
- EIPR. **European Innovation Progress Report**. 2006. first.ed. Office for Official Publications of the European Communities.
- FARIA, A. J. et al. Developments in Business Gaming: a review of the past 40 year. **Simulation and Gaming**, v.4, n.40, p.464–487, 2009.

- FLEURY, A.; NAKANO, D.; CORDEIRO, J. H. D. O. **Mapeamento da Indústria Brasileira e Global - Jogos Digitais**. 2014. first.ed. PGT.
- FORTIM, I. et al. **Relatório de apoio Jogos Digitais para Formação Profissional**. 2014. first.ed. PGT.
- FOX, B. **Game Interface Design**. 2005. first.ed. Thomson Course Technology.
- FULLERTON, T. **Game Design Workshop: a playcentric approach to creating innovative games**. 2008. second.ed. Elsevier.
- GARONE, P.; PISKE, W. J.; POUBEL, A. E. P. O Design da informação no design de jogos: um estudo de aplicação no desenvolvimento de interfaces. **Proceedings of SBGames 2013**, 2013.
- GODIN, B. **Innovation: the history of a category: working paper 1 - project on the intellectual history of innovation**. 2008. first.ed. INRS.
- GREDLER, M. E. Games and simulations and their relationships to learning. **Handbook of research for educational communications and technology**, p.571–82, 2004.
- GREER, T. The 2013-2018 Worldwide Game-based Learning and Simulation-based Markets: key findings from recent ambient insight research. **Serious Play Conference 2014**, 2014.
- HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B. Architectural Innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. **Administrative Science Quarterly**, v.35, p.9–30, 1990.
- HIDALGO, A.; ALBORS, J. Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. **R&D Management**, v.38, p.113–127, 2008.
- HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 1980. first.ed. Perspectiva.
- JONES, I. Storyboarding: a method for bootstrapping the design of computer-based educational tasks. **Computers and Education**, v.51, p.1353–1364, 2008.
- JUUL, J. The Game, the Player, the World: looking for a heart of gameness. **Level Up: Digital Games Research Conference Proceedings**, p.30–45, 2003.
- KOSTER, R. **Theory of Fun for Game Design**. 2013. second.ed. O'Reilly Media.
- LOPES, A. et al. Innovation Management: a systematic literature analysis of the innovation management evolution. **Brazilian Journal of Operations and Production Management**, v.13, n.1, 2016.

MILES, R. et al. Organizational Strategy, Structure and Process. **Academy of Management Review**, v.3, p.546–562, 1978.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company**: how japanese companies create the dynamics of innovation? 1995. first.ed. Oxford University Press.

OCDE. **Manual de Oslo**: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. third.ed.

OECD. **The Measurement of Scientific and Technical Activities**. 1981. first.ed. OECD.

OKE, A. Innovation types and innovation management practices in service companies. **International Journal of Operations and Production Management**, v.27, p.564–587, 2007.

O'SULLIVAN, D.; DOOLEY, L. **Applying Innovation**. 2009. second.ed. Sage Publications, Inc.

PAPERT, S. **Logo**: computadores e educação. 1985. first.ed. Brasiliense.

PAUL, R. J. A gaming-simulation environment for learning using intelligent tutoring. **Journal of Computing and Information Technology**, v.3, n.1, p.45–58, 1995.

RIIS, J. P.; JOHANSEN, J.; MIKKELSEN, H. Simulation games in production management - An introduction. **Simulation games and learning in production management**, p.3–11, 1995.

ROBINSON, S. **Choosing what to Model**. 2012. 1909–1920p.

ROBINSON, S. Conceptual modelling for simulation Part II: a framework for conceptual modelling. **Journal of the Operational Research Society**, v.59, p.278–290, 2012.

ROBINSON, S. Conceptual modelling for simulation Part I: definition and requirements. **Journal of the Operational Research Society**, v.59, p.278–290, 2012.

ROGERS, S. **Level Up - Um guia para o design de grandes jogos**. 2013. first.ed. Blucher.

RUOHOMAKI, V. Simulation Gaming for Organizational Development. **Simulation and Gaming**, v.34, p.531–549, 2003.

- SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Rules of Play**: game design fundamentals. 2004. first.ed. Cambridge: MIT Press.
- SAWHNEY, M.; PRANDELLI, E. Communities of creation: managing distributed innovation in turbulent markets. **California Management Review**, v.42, p.24–54, 2000.
- SCHELL, J. **The Art of Game Design**: a book of lenses. 2008. first.ed. Morgan Kaufmann Publishers.
- SCHUYTEMA, P. **Design de Games**: uma abordagem prática. 2011. first.ed. Cengage Learning.
- SHEA, C. M. Future management research directions in nanotechnology: a case study. **Journal of Engineering and Technology Management**, v.22, p.185–200, 2005.
- SHENHAR, A. A new systems engineering taxonomy. **INCOSE International Symposium**, v.5, 2014.
- SILVA, T. M. P. et al. Discrete event simulation to build simulators for teaching. **Journal of Simulation**, v.8, p.325–334, 2014.
- SMEDS, R. Simulation for accelerated learning and development in industrial management. **Production Planning and Control**, v.14, n.2, p.107–110, 2003.
- STEWART, J.; MISURACA, G. **The industry and policy context for DGEI**: market analysis, future prospects and key challenges in videogames, serious games and gamification. 2012. first.ed. DGEI.
- TAVARES, R. **Fundamentos de game design para educadores**. 2005. Disponível em: <<http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/novastrilhas/textos/rogertavares.pdf>>. Acesso em: 03/04/2015.
- TEECE, D. J. Business Models, Business Strategy and Innovation. **Long Range Planning**, v.43, p.172–194, 2010.
- TIDD, J. Innovation management in context: environment, organization and performance. **International Journal of Management**, v.3, p.169–183, 2001.
- TÖYLI, J.; HANSÉN, S. O.; SMEDS, R. Plan for profit and achieve profit: lessons learnt from a business management simulation. **Production Planning and Control**, v.17, n.6, p.584–595, 2006.

UNITY3D. **Manual:** android sdk/ndk setup. 2016. Disponível em: <<https://docs.unity3d.com/Manual/android-sdksetup.html>>. Acesso em: 30/03/2016.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For the win:** how game thinking can revolutionize your business. 2012. first.ed. Wharton Digital Press.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing Product Development.** 1992. first.ed. The Free Press.

WHITE, G. **ICT Trends In Education.** Acesso em: 2015-09-20, <http://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1001>.

WILLS, G.; GILBERT, L.; RECIO, A. Towards a framework for games and simulations in STEM subject assessments. **International Computer Assisted Assessment Conference**, p.10–11, 2012.

ZEE, D.-J. van der; HOLKENBORG, B. Conceptual Modelling for Simulation-Based Serious Gaming. **Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference.**, p.522–534, 2010.

ZEE, D.-J. van der; HOLKENBORG, B.; ROBINSON, S. Conceptual modeling for simulation-based serious gaming. **Decision Support Systems**, v.54, p.33–45, 2012.

ZEE, D.-J. van der; SLOMP., J. Simulation and gaming as a support tool for lean manufacturing systems - A case example from industry. **Proceedings - Winter Simulation Conference**, p.2304–2313, 2005.