

# Serious Games baseados em Simulações: Frameworks, definições e requisitos

Danilo Sartorelli Barbato\*

Universidade Federal do ABC (UFABC), Engenharia e Gestão da Inovação, Brasil

## RESUMO

A modelagem sobre o mundo real para a criação de simulações é abordada como difícil e crítica para a criação e gerenciamento de projetos em geral, porém torna-se ainda mais árdua e crucial quando possui perfil pedagógico em jogos de ensino e treinamento. Com base na grande diversidade de estudos e frameworks apresentados na literatura específica para modelagem conceitual, *serious games*, gamificação e suas intersecções, este projeto tem por objetivo elencar e contrastar definições, requisitos e diretrizes propostas que sejam aplicáveis a *serious games* baseados em simulação com o propósito de clarificar seus principais elementos para o uso prático no desenvolvimento de novos produtos através de revisão de bibliográfica abordando conceitualização e uso de *framework* em *game design*, *serious games* e gamificação com foco em negócios. O principal apontamento do estudo é que cada *framework* possui suas próprias características devido à priorização de um elemento principal em detrimento dos demais e a escolha de seu uso deve levar em conta seu foco e limitações.

**Palavras-chave:** *serious games*, simulação, modelagem conceitual

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de simulações para o ensino e treinamento tem sido utilizado por meio de simulações, jogos e gamificações nas últimas décadas [1] e, nos últimos anos, cada vez mais visado devido sua reutilização, praticidade, ambiente passível de erros e baixo custo comparado com treinamento direto com equipamento e situações reais [2].

As definições devem partir por parte dos clientes, desenvolvedores e demais *stakeholders* de qual modelo de aplicação seguir e a modelagem do mundo real [3]. Porém, comumente, estas não seguem metodologias ou *frameworks* e permitem expectativas errôneas por parte dos envolvidos devido grandes diferenças na compreensão das terminologias utilizadas.

De forma a facilitar as definições de modelo de aplicação, além do estilo e abstração da modelagem, este projeto tem como intuito compilar e contrastar visões diferentes de autores sobre as definições, requisitos e *frameworks* a serem utilizados, tendo como base os três principais eixos que focam esse assunto: jogos, educação e modelagem conceitual, pois é pressuposto que cada um tenha visões e requisitos diferentes e que trabalhem com definições diversas. Para as bases de gamificação, simulação e simulação para jogos serão utilizados *frameworks* modernos que tenham sido publicados ou atualizados no período de 2011 a 2016.

As diferentes definições utilizadas por cada área de enfoque serão 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 facilite as reuniões entre os *stakeholders*, com criação de expectativas realistas, permita o enfoque correto na simulação, em um modelo apropriado para alcançar os objetivos do projeto, aponte *frameworks* próprios para os modeladores abstraírem de forma viável e compatível com o esperado, além de permitir pesquisas futuras que aprofundem e testem as comparações apontadas como resultado.

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa bibliográfica para revisão da literatura abordando a conceitualização e uso de *frameworks* para simulações com diferentes focos, sendo estes: modelagem conceitual, aprendizagem, *game design*, *serious games* e gamificação com foco em negócios. Apenas artigos que definem o uso de *framework* com descrição de seus elementos foram analisados para possibilitar a comparação entre eles. A seleção das publicações foi realizada com base nos acervos digitais das bibliotecas *ACM Digital Library*, *Google Scholar*, *IEEE Xplore Digital Library* e *ScienceDirect*, sem determinação de período delimitador.

## 3 TEORIA

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 serviram como prática militar para as maiores potências do mundo. Na década de cinquenta, durante a guerra fria, passou a ser utilizado também para simulações de crises político-militares e, posteriormente, aplicado para treinamento em áreas médicas e de gerenciamento [4].

Desde a década de 80 simulações com características de jogos tem ganhado popularidade como ferramentas de ensino e treinamento [1], sendo que nos últimos anos muitos *serious games* baseados em simulação foram desenvolvidos para treinar novos conceitos de negócios em operações de gerenciamento [3].

### 3.1 Capacidades de Simulações Gamificadas

Há um alto potencial de *serious games* baseados em simulação para treinamento de habilidades de gerenciamento [5] e este tem sido estudado e reforçado por diversos autores, constatando em seus estudos que simulações possuem maior alcance do que aulas expositivas, tendo entre suas características: visibilidade, reprodutibilidade, segurança (ambiente seguro), economia e disponibilidade do sistema [3], permitindo assim, uma aprendizagem por performance mensurável e não apenas por discursos Socráticos [1], e além de motivar e focar a atenção dos alunos nos objetivos do jogo, atribui ao professor / instrutor um

\*e-mail: danilo.barbato@ufabc.edu.br

papel menos dominante o fazendo não ser o único juiz da performance.

Quando desenvolvido como uma ferramenta reutilizável 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 [2].

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 [1].

A modelagem é iterativa por sua natureza e evolui durante o ciclo de vida do estudo da simulação [6], sendo ideal primeiro definir os objetivos da simulação para planejar quais *inputs* e *outputs* podem ser incluídos para então projetar o escopo do modelo, ou seja, o conteúdo que pode ser ofertado dentro do nível de abstração desenvolvido.

### 3.2 Falhas na concepção dos simuladores e jogos

Apesar desse crescimento recente no uso de simulações em jogos há um fraco uso de metodologias para as definições das simulações [3], sendo que quando utilizado, diversas vezes o jogador não é considerado como um *stakeholder* [1] abrindo campo para má receptividade por parte dos usuários da aplicação, 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 [3]. Portanto, há uma necessidade de utilizar *frameworks* para indicar uma sequência ordenada de atividades para a especificação dos modelos, necessidades de aprendizagem e requisitos para a modelagem.

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 com necessidades 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 [2].

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 clara [7], pois apenas o primeiro oferece um objetivo específico e claro a seus usuários e possui regras e restrições que o fazem como um jogo com um desafio de atingir os objetivos que foram apresentados ao jogador.

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 [6], 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 [1], é necessária a utilização de bons recursos para poder atingir um resultado de qualidade.

## 4 DEFINIÇÕES

Com base nas problemáticas geradas pela confusão entre as definições dos diversos termos relacionados a jogos e a existência de mais termos na língua inglesa (*play* e *game*), na qual a maior parte das publicações e estudos é realizada, as principais definições que abordam terminologias recém-criadas no âmbito de gamificação (termo ainda discutido entre estudiosos) e *serious games*, além de definições já consagradas para o campo de modelagem conceitual e aprendizagem [7].

### 4.1 Jogos e Gamificações

Estudos divergem nas comparações entre *play* e *game*, inclusive sendo aceito por alguns como comportamentos diferentes da mesma ação [7].

A definição seguida por este projeto será a de *play* seguindo o conceito de *paidia*, uma forma mais livre, de expressão, improvisação e recombinação não programada de comportamentos e significados. Enquanto que *game*, segue conceito de *ludus*, com uma estrutura de jogo controlado por regras e esforço direcionado a objetivos definidos [8].

#### 4.1.1 Gamificação

O primeiro uso do termo Gamificação se fez em 2008, e pode ser resumido que se refere 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 *playfulness* [7].

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 intenções específicas para aprendizagem e treinamento.

#### 4.1.2 Conceitos derivados de *play* e *game*

A partir das definições de *play* e *games* surgiram diversas outras terminologias como gamificação, *gamefulness*, *gameful interaction*, *gameful design* e *playful design*.

*Gamefulness* refere-se às qualidades experimentais e qualidade de comportamento, *gameful interaction*, em relação aos artefatos que proporcionam essa qualidade e *gameful design* é o *design*, normalmente com elementos de *game design* para atingir *gamefulness*. Em contrapartida, *playful design* diverge por não ter regras que restringem e direcionam os usuários como um jogo, não existindo desafios e objetivos pré-estabelecidos.

Os autores [7] apontam a relação entre totalidade e parcialidade de elementos de *game* e *play*, aplicando-os como os limites de dois eixos que separam, conforme Figura 1, *games* e *serious games* (*games* em totalidade), brinquedos (*play* em totalidade), *playful design* (*play* parcial) e *gameful design* / gamificação (*game* parcial).

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, demonstrando 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, demonstrando que a definição, apesar de útil para guiar os elementos de *framework* e controle de expectativas entre *stakeholders*, modeladores e desenvolvedores, também deve estar aberta a discussão, pois será vista de formas diferentes de acordo com o ponto de vista e conceitos de análise.

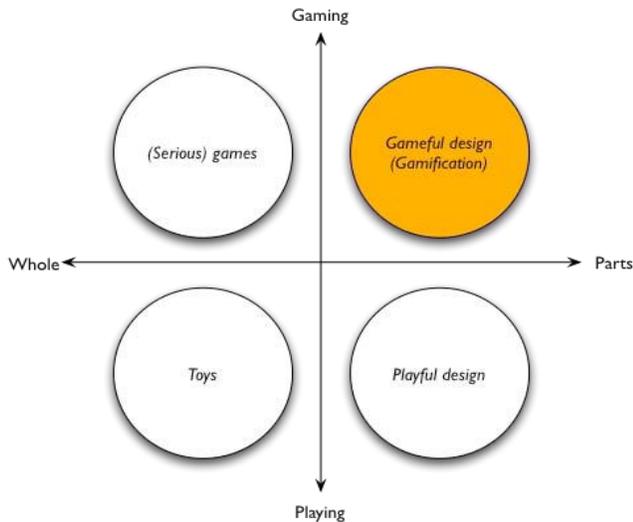


Figura 1: “Gamificação” entre game e play, totalidade e partes [4]

## 4.2 Simulações

Simulações são situações não fechadas que envolvem muitas variáveis interativas [4], 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. Enquanto que as entradas (*inputs*) são todas as formas de interação dos usuários com a aplicação e devem ser consideradas se são qualificadas para influenciar sobre o mundo o suficiente para atingir os objetivos e permitir flexibilidade de ações dos jogadores e não analisadas isoladamente, mas como uma sequência de decisões dos usuários, as saídas (*outputs*) são os meios pelos quais a aplicação retorna informações para os jogadores e devem identificar se os objetivos foram atingidos, e caso não forem, é necessário apontar as razões pelas quais não puderam ser alcançados [3].

### 4.2.1 Simulação Experimental e Simbólica

Gredler [4] aponta ser essencial ter definido o tipo de simulação entre Experimental e Simbólica para focar nas interações possíveis de auxiliar na aprendizagem da aplicação.

Simulações Experimentais envolvem ações dos usuários que afetam os demais usuários e a problemática simulada, dessa forma, estratégias randômicas devem ter resultados diferentes. São constituídas de microcosmos sociais, onde indivíduos possuem papéis diferentes com responsabilidades 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 como investigador em suma simulação que é uma população de eventos ou 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 analise, diagnostica e indica correções.

Tendo determinado o tipo de simulação que melhor comporta o escopo, é possível ter melhor decomposição e descrição dos elementos necessários para criação do escopo completo.

### 4.2.2 Premissas e Simplificações

Sendo toda simulação uma simplificação do sistema real com base em premissas, esses dois termos precisam ter seus usos explicados. Premissas são criadas baseadas sobre as incertezas ou das expectativas sobre o mundo real enquanto que as simplificações, nesse contexto, são incorporadas ao modelo para permitir o desenvolvimento e uso de forma mais rápida, com menor processamento e maior transparência aos usuários sobre a influência de suas ações [6].

### 4.2.3 Definições de Modelagem Conceitual

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 [6].

As abstrações, ou seja, o nível de simplificação sobre o sistema real, como visto na Figura 2 pode ser entendido como uma curva entre o nível de complexidade, com maior detalhamento no escopo variável, em relação à precisão da simulação. Elas podem ser classificadas de duas formas, abstrações próximas (*near abstractions*), com alto nível de detalhamento ou abstrações distantes (*far abstractions*) com alto distanciamento da realidade.

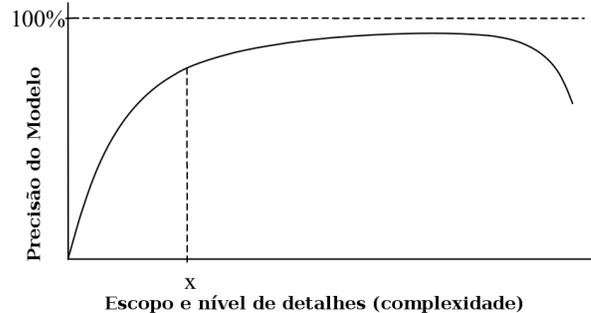


Figura 2: Relação entre escopo e precisão de modelo (trad.) [3]

É uma questão de validação a compreensão de é suficiente o nível de correspondência entre o modelo e o sistema real [6], pois tanto a modelagem conceitual quanto a validação são relativas à precisão necessárias para os objetivos necessários definidos no escopo do projeto.

De forma a passar domínio do problema para o domínio do modelo, conforme Figura 3, é necessário passar pela descrição do sistema, com a descrição da situação e os elementos do mundo real que se relacionam com ele, para 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.

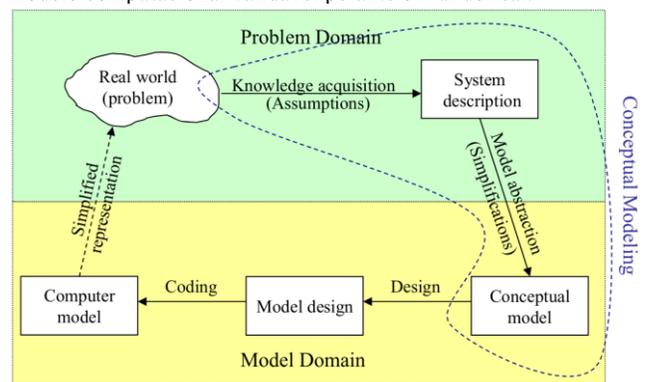


Figura 3: Do domínio de problema para domínio de modelo [6]

### 4.3 Definições em Aprendizagem

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), 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, basicamente tratam das habilidades e conceitos, não possuídas antes, 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 [2].

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 mundanas às organizações e áreas de administração e gerenciamento.

Utilizando as capacidades de processamento dos computadores para auxiliar no treinamento computadorizado foi idealizado o Sistema de Tutoria Inteligente, em inglês *Intelligent Tutoring System* (ITS), que podem ser utilizados em sistemas de treinamento baseado em computação e simulações gamificadas [1], permitindo capacidades aos professores de ter contato um-a-um com o aluno, gerando um aprendizado individualizado, através de explicações customizadas com base na estratégia e abordagem correta.

Utilizadas em conjunto com os agentes inteligentes, mas tiradas da área de matemáticas existentes os conceitos de *Box Model*, sendo definidos como *Black Box Model*, quando o sistema não possui informação anterior disponibilizada e *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 de adquirir mais informações enquanto durar a simulação [1].

Há quatro formas principais de uso de ITS em conjunto com simulações: ITS em simulações, simulações em ITS e ITS em alguma parte do jogo/aplicação, além da possibilidade de serem duas aplicações separadas que mantêm comunicação durante as interações; porém, independentemente da forma, os sistemas de tutoria inteligente aproveitam da alta comunicação dinâmica e interativa dos simuladores gamificados e jogos com simuladores.

#### 4.3.1 Verbos de ação e níveis de compreensão

No campo da aprendizagem também são definidos alguns verbos para termos clareza das descrições se escopo. Dentre estes podemos citar: descrever, demonstrar, praticar, refletir e preparar e 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 [3].

Os três níveis de compreensão envolvem o entendimento completo, com expressão desta pelo aluno, o entendimento aparente, com expressão dúbia ou incerteza e a falta de entendimento, com expressão desta por parte do aluno [3]. É necessário dar atenção principalmente para o segundo nível, para garantir a identificação e encaminhamento correto das ações, com validação deste conhecimento e reforço caso necessário.

### 4.4 Definições em Negócios

*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 onde há clara inclusão daqueles que serão mais ativamente afetados por uma aplicação, os usuários, diversas vezes são ignorados no processo de concepção dos escopos de projetos de simulações para treinamento e ensino [3], por isso a grande importância de um *framework* que considere suas habilidades, conhecimentos, motivações e vontades.

## 5 REQUERIMENTOS

Para Robinson [9], os requerimentos para modelagem conceitual são validade, credibilidade, utilidade e viabilidade. A validade refere-se à percepção, do modelador, que a simulação é precisa o suficiente para o propósito da simulação, enquanto que 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 nesse 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 [3], enquanto que em relação às necessidades de aprendizagem, também devemos considerar as facilidades de compreensão não só do conteúdo, mas também de como jogar, entender os resultados e de quais habilidades são exigidas para aumentar o desempenho na simulação [3].

A visão de aprendizagem irá questionar a necessidade do uso de jogo, se está não é excessiva, além dos efeitos sobre os usuários, como os danos que possam ser causados por utilização de uma aplicação fraca, com o tratamento dado àqueles que não gostarem ou não mostrarem interesse no jogo e principalmente em quais são os benefícios obtidos pelos participantes [3] (considerando todos os papéis disponíveis aos envolvidos no jogo para professores e alunos).

Como características de simulação apresentam fidelidade e capacidade de validação, papéis individuais definidos, ambiente rico em informações com possibilidade de estratégias diferentes e *feedback* como alterações na situação. Os requerimentos em relação à definição de propósitos são [4]: praticar e refinar habilidades e conhecimentos já existentes, identificar falhas nas habilidades e conhecimentos, revisão dos conhecimentos e criação/aprendizado de novas relações entre os conceitos existentes. Como critérios de design são apresentados às necessidades de critério de vitória baseado em conhecimento/habilidade, não podendo ser de soma-zero, apesar de poder ocorrer ordenação com base em colocações, possuir mecânicas apropriadas às idades e habilidades e não ter punição pelas falhas, apenas deixar de continuar e/ou ganhar pontos.

Em outra visão de aprendizagem [1], temos que são requisitos básicos 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 de 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 feitos 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 devem atender três requisitos [1]:

- 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.

### 5.1 Comparação entre requerimentos diversos

Através da Tabela 1 de comparação podemos perceber que há focos bem diferentes dentre os requisitos de acordo com o foco entre aprendizagem, modelagem e negócios.

Tabela 1: Tabela da relação entre requisitos de acordo com 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

Autoria Própria

Enquanto que todos focam na credibilidade de utilidade / necessidade por envolver o cliente diretamente, e a reutilização é foco na aprendizagem e negócios, cada eixo 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 centra da própria modelagem e não possui foco no jogador ou no conteúdo, sendo que o contexto é o último a ser feito 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.

### 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 necessária por definir métodos e não deixar de endereçar partes essenciais ao seu projeto, porém é de conhecimento que cada ferramenta terá um foco e propósito diferenciado, por isso a importância de elencar alguns com diversos focos, apontando suas estruturas básicas para poder os comparar.

O *framework* de Robinson para Modelagem Conceitual [9], considera a modelagem conceitual como elemento central e possui as seguintes características que indicam serem seguidas na ordem, apesar de poderem ser alteradas devido interações com demais áreas durante o ciclo de vida do modelo, como codificação, coleta de dados, validação e experimentação:

- 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.

Como pode ser visto na Figura 4, o modelo, apesar de indicar o fluxo de sequencia de ações ideal, também aponta que essa ação é iterativa e cíclica, sendo que constantemente há validação com o mundo real em relação ao problema para ajustes e nova iteração 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.

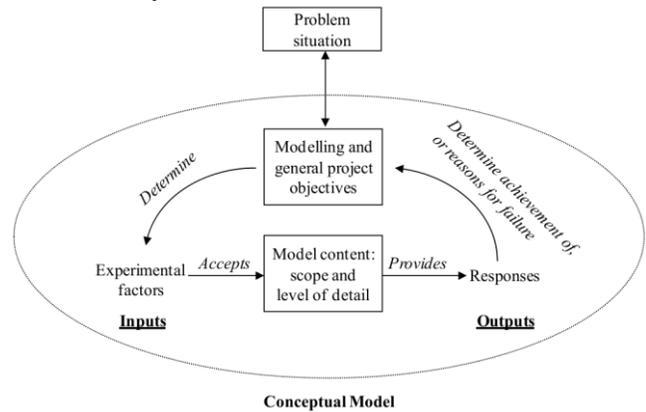


Figura 4: Framework de modelagem conceitual [3]

O autor [9] 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 ver o enfoque no modelo conceitual apenas, com pouca influência dos usuários ou dos conteúdos em si, além da não existência de elementos de *game design* no processo.

Por isso, Van der Zee & Holkenborg [3], utilizam o *Framework de Game Design* de Greenblat e Duke que data de 1981, mas tem sido atualizado por diversos autores e segue quatro eixos (iniciação, *design*, construção e uso) para fazer uma integração entre os dois *frameworks*. Os quatro eixos de design são:

- 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 5, é o *Framework de Modelagem Conceitual para Serious Games* [3], onde a parte de

modelagem conceitual de Robinson integra com as duas primeiras partes (iniciação e *design*) de Greenblat e Duke, 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.

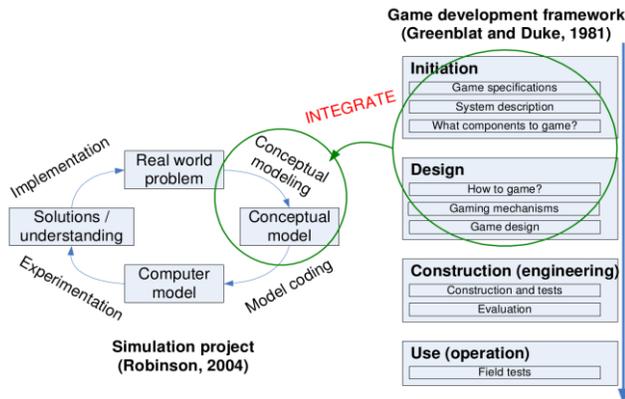


Figura 5: Framework de modelagem para jogos [3]

Perante o lado de gamificação com foco em negócios temos o *framework* de *Design* de Gamificação de Kevin Werbach [10], feito para auxiliar profissionais de marketing e outras áreas a desenhar um projeto de gamificação que aumenta o engajamento ou reforça alguns comportamentos desejados, partindo sobre objetivos de negócios, cobrindo aspectos do público-alvo e atividades e elementos de gamificação que devem ser incorporados ao sistema seguindo o modelo abaixo:

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

É percebido neste *framework* a centralização nos negócios e comportamento dos usuários e trata a gamificação como uma caixa de ferramentas, onde é possível escolher e adaptar as ferramentas de jogos existentes mais práticas para atingir os objetivos, não há uma consideração em relação à modelagem do mundo real e ao *game design* como um todo.

A ferramenta PEGS [2] 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. Esta ferramenta centro 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 populadas;
  - 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.

Devido o foco definido na aprendizagem, a ferramenta é centrada no aluno, com propósitos de ensino com a promoção de habilidades de pensamento e decisão através de análises críticas e solução de problemas, porém há fraco pensamento na modelagem e em elementos de *game design*.

*Framework* para Simulações de Aprendizagem com Sistema de Tutoria Inteligente de Paul [1] 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:

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

Operação do jogo:

- lembrar 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. O processo é todo sobre o aluno, com justificativas, contextualização, instruções, acompanhamento com progresso reportado em todo ciclo e discussão final fora do contexto do jogo.

## 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 quatro focos principais: *game design*, modelagem conceitual, negócios e aprendizagem, são elencadas as seguintes características para que os *frameworks* sejam comparados: entender problema, objetivos gerais, entradas e saídas, conteúdo (escopo), premissas e simplificações, componentes de jogo, como jogar, mecânicas de jogo, *game design*, diversão, comportamento alvo, objetivos de negócios, sessões em ciclos, competências de ensino, reutilização de componentes, *templates* para criação, estratégias de ensino / *design* instrucional, definição de tutoria inteligente, número de jogadores, tempo de sessão e cronograma do jogo, explicar razões da escolha do jogo, objetivos, sequências e papéis antes do jogo e discussão pós-jogo.

Tabela 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
<i>Templates</i> para criação	sim	não	não	não	não
Estratégias de ensino / Design 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

#### Autoria Própria

Com base na Tabela 2, podemos 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 a sua forma, com base em comportamento alvo desejado a atingir e objetivos de negócio, porém para alguns, o negócio é a aplicação em si, e não objetivos gerenciais e/ou de marketing, para trabalhar a aplicação com sessões cíclicas.

Discussão pós-jogo e explicações completas antes do início, além de contextualização da razão do jogo são características apenas utilizadas por *frameworks* de foco em aprendizagem, enquanto que considerações pelas entradas e saídas e 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.

## 7 CONCLUSÃO

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

O foco em aprendizagem centra no conteúdo pedagógico e no usuário com explicações e contextualizações antes e no início da partida, com discussão posterior, mas o jogo é visto como componentes a serem utilizados, na íntegra ou adaptados. O foco em negócios também foca em 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 possuem considerações pelas premissas e simplificações, porém apenas o segundo discorre sobre *game design*, foco central na 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 próprio propósito do projeto, com conhecimento das áreas que serão menos exploradas ou até mesmo os adaptar para ter como focos secundários as áreas que a ferramenta escolhida não explora.

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

Também é notado que esse campo precisa de mais estudos e pesquisas, principalmente envolvendo os elementos de *game design* e de *aprendizagem* sobre os métodos de modelagem e simulação.

## 8 REFERÊNCIAS

- [1] R. Paul. A gaming-simulation environment for learning using intelligent tutoring. *Journal of Computing and Information Technology* - CIT 3, pages 45-58, 1995.
- [2] G. Wills, L. Gilbert and A. Recio. Towards a framework for games and simulations in STEM subject assessments. In, *CAA 2012: International Computer Assisted Assessment Conference*, Southampton, GB, pages 10-11, July, 2012.
- [3] D. Van der Zee and B. Holkenbord. Conceptual Modelling for simulation-based serious gaming em *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2010 Winter*, pages 522-534, 2010.
- [4] M. Gredler. Games and simulations and their relationships to learning. Em D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, 2º ed, pages 571-82, 2004.
- [5] R. Smeds. Simulation for accelerated learning and development in industrial management – guest editorial. *Production Planning & Control* 14(2), pages 107-110, 2003.

- [6] S. Robinson. Tutorial: Choosing what to Model - Conceptual Modeling for Simulation. *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference*, IEEE, Piscataway, NJ, pages 1909-1920, 2012.
- [7] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled and L. Nacke. From game design elements to gamefulness: defining “Gamification”. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, ACM, New York, NY, USA, pages 9-15, 2011.
- [8] R. Caillois. *Man, Play and Games*. Illinois University, 2001.
- [9] S. Robinson. Conceptual modelling for simulation Part II: a framework for conceptual modeling. *The Journal of the Operational Research Society*, 59(3), pages 291–304, 2008b.
- [10] K. Werbach and D. Hunter. *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press, page 148, 2012.