

# 15

## Uma Taxonomia para *Softwares* 3D Interativos

Gabriel Mesquita Rossito

Helder Cognaco de Oliveira

Avanilde Kemczinski

Marco Aurélio Wehrmeister

Marcelo da Silva Hounsell

### RESUMO

Jogos computacionais 3D, Realidade Virtual e Realidade Aumentada são *softwares* 3D interativos (S3DI) que têm sido desenvolvidos de maneiras diferentes. Entretanto, cada um destes tipos não tem uma metodologia de desenvolvimento de ampla aceitação, principalmente quando focadas para sistemas educacionais ou de treinamento. O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta de metodologia que seja aplicável a todos os S3DI com foco educacional ou treinamento. Para isso é realizada a extensão da Metodologia Maiêutica (M2), que concebia *softwares* 3D educacionais. A extensão tem como base o estabelecimento de uma taxonomia para todos os S3DI, que será apresentada neste artigo. Uma taxonomia permite reconhecer as similaridades e diferenças entre os elementos que a constituem e, com base nestas características, pode-se orientar melhor o projetista de *software* para atender a requisitos específicos. Com a nova taxonomia na M2 é possível fazer a caracterização e diferenciação de todos os S3DI com vistas a auxiliar o processo de concepção e desenvolvimento do *software* gráfico 3D interativo

**Palavras Chave:** Jogos 3D, realidade virtual, realidade aumentada, metodologias, engenharia de *software*.

### ABSTRACT

Videogames, Virtual Reality and Augmented Reality are 3D interactive software (S3DI) that have been developed with no regard from each other. However, none of them provide a well-known or well-accepted development methodology, particularly for education or training focus. The aim of this paper is to present a educational or training development methodology that can be applied to all S3DI. To achieve this, an extension of a previous proposal, the Maieutics Methodology (M2) is performed. M2 helped conceive 3D educational software. The extension is based on a taxonomy of existing S3DI that is the focus of this paper. A taxonomy allows us to recognize similarities and differences among classes of software and, based on these features, software designers could better guide the development to fulfill specific requirements. With a taxonomy of S3DI, one will be able to differentiate S3DIs in order to help developing and conceiving educational or training-oriented interactive 3D software.

**Keywords:** Videogame, Virtual Reality, Augmented Reality, Methodologies, Software Engineering.

---

LARVA – Laboratory for Research on Visual Applications,

UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina, DCC – Dept. de Ciência da Computação, Brasil

## 1. INTRODUÇÃO

Os profissionais que chegarão em breve ao mercado de trabalho (e parte dos que já se encontram nele) compõem o que está sendo chamado de geração de nativos digitais (*digital natives*) (Deshpande; Huang, 2009). Tal geração é mais apta ao aprendizado por informações digitais e por isto está mais envolvida com *softwares* interativos do que com livros e outras fontes de informações estáticas, limitando, deste modo, características como concentração, tolerância a repetições e interesse em processos de ensino e/ou treinamento. Um dos sistemas fielmente anexados a tal geração são os jogos computacionais, representando horas na vida de crianças, jovens e até pessoas mais velhas, e é de grande importância trazer mais formas de abordagem a tais jogos, misturando formas educativas, simulatórias e/ou informacionais. Mais importante ainda é facilitar o processo de criação de todo e qualquer *Software 3D Interativo* (S3DI).

A utilização de Jogos Computacionais 3D (J3D) em apoio a diversas áreas, como educação, treinamento e até a disseminação de informações governamentais, médicas, sociais, dentre outras, passa a ser uma abordagem atrativa. Então é preciso encontrar formas de facilitar o processo de criação de tais jogos e outros sistemas que estarão presentes no dia a dia das pessoas. Para isto, uma metodologia para o desenvolvimento de aplicações 3D se torna uma necessidade. É fundamental a identificação de técnicas de engenharia de *software* para aplicação na área, visando a alcançar tais objetivos, inclusive prover o entretenimento.

Dentre os S3DI não são apenas os J3D que possuem tal necessidade. Áreas como Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) também têm a necessidade de metodologias, estratégias de engenharia de *software* que ajudem os projetistas, pois a metodologia é uma forma de auxiliar o processo de

criação e avaliação dos projetos, o que facilita o entendimento e determina parâmetros de aplicação aos desenvolvedores. Caso contrário, aplicações criadas usando modelos tradicionais resultam em uma situação incerta quanto à eficiência do sistema RA (Amado, 2007).

Entretanto todos os esforços para auxiliar o desenvolvimento dos S3DI têm sido divididos conforme o tipo específico do sistema, mesmo que eles visem especialmente uma aplicação educacional e/ou treinamento. Em função disso, o projetista deixa de considerar como possibilidade de seu sistema variantes que, de outra forma, apresentam muitas similaridades a outros sistemas. As iniciativas que consideram o desenvolvimento de algum S3DI em específico vêm, muitas vezes, sendo implementadas sem o consenso de metodologias ou engenharias adequadas. O objetivo deste artigo é mostrar tais conceitos unificados em uma metodologia capacitada na forma instrumental, que visa a compreender a análise para um projeto S3DI.

O artigo está dividido na seguinte forma: a sessão 2 introduz os conceitos fundamentais dos sistemas S3DI. A sessão 3 apresenta classificações e taxonomias existentes para J3D, além da taxonomia proposta por este trabalho, que abrange todos os S3DI. Na sessão 4, a Metodologia Maiêutica é apresentada, junto com uma extensão com base na taxonomia criada, e a sessão 5 descreve as conclusões deste artigo.

## 2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Quando se realiza a comparação entre os tipos de S3DI é possível perceber diferenças quanto à ênfase da aplicação. Os J3D enfatizam o aspecto lúdico, enquanto RV enfatiza a imersão e RA, o realismo. Logo, identificar as diferenças e as similaridades ajuda a levantar os requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto de um S3DI em particular

e entender o conjunto de requisitos que todos compartilham. Os próximos tópicos explicam tais fundamentos.

## 2.1. JOGOS COMPUTACIONAIS 3D (J3D)

Jogos de computador são exemplos de *software* para entretenimento que atraem milhões de pessoas (Battaiola et al., 2002). Além da grande aceitação, um J3D bem projetado e voltado para ensino/treinamento promove a interação (mantendo o interesse do estudante enquanto desenvolve sua habilidade), socializa, auxilia na construção do conhecimento e do raciocínio (Ampatzoglou; Stamelos, 2010). Atendo-se ao foco educativo, pode ser analisado que a tecnologia já está presente na vida de muitos, portanto os J3D podem ser usados como elemento de motivação no ambiente de aprendizagem (Battaiola, et al., 2002).

Os J3D são compostos por três partes fundamentais: enredo/trama, motor e interface interativa (Battaiola et al., 2002). Cada parte trabalha da melhor forma o que o jogo pode oferecer ao usuário, o enredo/trama define a história e o objetivo que o jogo carrega (necessitando às vezes da participação de especialistas da área, como historiadores, escritores, psicólogos, dentre outros); o motor trata do desenvolvimento propriamente dito, como a tecnologia de implementação, computação gráfica, inteligências artificiais, redes, dentre outros; e a interface lida com a comunicação, viabiliza os critérios de usabilidade do jogo, tais quais aspectos artísticos, cognitivos e técnicos.

Alavancar a educação por meio de uma atividade de entretenimento é uma abordagem a ser considerada, ainda que J3D com enfoque na educação podem ser usados em sala de aula e conseqüentemente auxiliar no Processo-Ensino Aprendizagem (PEA), promovendo vantagens como (Deshpande& Huang, 2009):

- Promove um método de aprendizagem organizado, baseado na experimentação e que inclui o emento da diversão;
- Ajuda a conectar os aspectos da teoria e prática;
- Tem a habilidade de alterar o conhecimento atitudinal;
- É um processo aberto à participação dinâmica e ativa;
- Pode ser um guia para entendimento de conceitos e dá aos estudantes uma visão ampla da área de estudo;
- Dá retorno imediato, tornando a interação um processo de aprendizagem e não de avaliação;
- Permite aos estudantes encarar as conseqüências das ações tomadas;
- Faz com que a repetição seja mais palatável;
- Incorpora um nível de dificuldade incremental para desafiar o estudante e aprender mais, e;
- Promove melhor retenção de conhecimento do que métodos tradicionais.

A concepção e elaboração de um J3D educativo deve levar em conta as informações e a interação entre o estudante e a tarefa de aprendizagem, a fim de escolher o tipo de abordagem pedagógica. Conhecer as três áreas de um jogo, para que ambos possam atender os requisitos necessários, tanto educacional, como enredo, motor e interatividade, se faz necessário. Deve também ser colocada em consideração a velocidade do próprio aprendizado do usuário, observando os modelos de aprendizagem, principalmente nas necessidades de interação estudante-estudante e estudante-professor (Rodrigues, 1998).

Pelo fato de que muitas vezes o paradigma de jogo não é adequado ou desejado para uma aplicação e pelo fato dos J3D fazerem parte das várias aplica-

ções S3DI, é possível perceber o quão especializado e complexo é o projeto de um S3DI do tipo J3D. Porém percebem-se que muitos dos benefícios, vantagens e dificuldades dos J3D não são exclusivos desse tipo de aplicações, mas de todos os demais S3DI, como poderão ser vistos na sessão 2.4.

## 2.2. REALIDADE AUMENTADA

A principal característica da realidade aumentada (RA) é o enriquecimento da realidade com objetos gráficos, textos, gráficos, dentre outros, com o uso de algum dispositivo de funcionamento em tempo real. A RA é um caso particular das realidades mistas, que envolve a virtualidade, seja pela introdução de objetos reais no mundo virtual, seja adicionando objetos virtuais à realidade (Sherman; Craig, 2003). RA vem para auxílio e até complemento da realidade humana, com novas informações, podendo facilitar tarefas. Assim como todo S3DI a RA tem evoluído bastante, alcançando outras áreas como: ensino, reabilitação, psicologia e várias outras (Gabbard; Swan, 2008). Porém ainda há pouca pesquisa sobre o seu desenvolvimento quanto à Interface Humano-Computador (IHC), guias de projeto ou apresentação de resultados formais de estudos. O que pode ser encontrado com facilidade são sugestões específicas de guias de projeto que são derivadas de problemas específicos dos pesquisadores.

Estratégias para ajudar projetistas de RA são de fato essenciais. Metodologias são formas de ditar o processo de criação e avaliação dos projetos, facilitando o entendimento e determinando parâmetros de aplicação aos projetistas. Sem isso, aplicações desenvolvidas usando modelos tradicionais resultam em uma situação incerta quanto a eficiência do sistema de RA (Sherman; Craig, 2003).

## 2.3. REALIDADE VIRTUAL

Agrupando algumas definições de Realidade Virtual (RV), pode-se dizer que trata-se de uma técnica avançada de interface, na qual o usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional, gerado por computador, utilizando canais multissensoriais e em tempo real (Burdea e Coiffet, 1994; Jacobson, 1991; Kruger, 1991).

A RV está presente em tudo que procura representar o realismo do mundo real, ou imaginário, procurado pelo projetista, e portanto torna-se difícil criar uma metodologia envolvendo todos S3DI sem estar preparado para auxiliar no desenvolvimento de uma RV.

## 2.4. DIFERENÇAS E SIMILARIDADES

As distâncias dentre os S3DI se tornam pequenas quando se trata apenas de requisitos de projeto. Existem similaridades. Por exemplo: tanto RA quanto J3D podem existir sem dispositivos de interação, no caso, usando somente o corpo, utilizando dispositivos de captura em tempo real e projetados ao ambiente, como na metáfora de um espelho, denominados ambiente em segunda pessoa (Sherman; Craig, 2003). Há também critérios que os definem próximos, ao analisar o ambiente virtual do sistema, o que infere nas delimitações de ambiente, tanto interna, externa, sideral ou mista (Battaiola et al., 2002), logo que o ambiente pode ser modelado semelhantemente entre os S3DI. Ao levar em consideração o objetivo, vemos que todos podem estar sendo usados para abordagens educacionais (Amanatiadou; Weerd, 2009), de treinamento (Silva et al., 2009), dentre outras características que demonstram sua aplicabilidade em critérios muito semelhantes, senão iguais, ao se tratar de conceitos básicos dos sistemas.

Por fim, é possível perceber que é comparti-

lhado entre os S3DI conceitos como o envolvimento do usuário com o sistema, pois é importante vincular a interface com o usuário de modo que este motive seu uso dentro do sistema. Seguindo Hounsell e Pimentel (2003) é mais importante a motivação do usuário ao sistema do que o detalhamento gráfico, pois nem sempre é possível modelar os aspectos gráficos de maneira realista.

As diferenças entre essas aplicações ficam evidenciadas principalmente nas ênfases de cada uma das aplicações, conforme demonstrado em seções anteriores. Ao focar no aspecto lúdico em J3D, é necessário considerar aspectos como regras, pontuações e obstáculos. Para aplicações de RV, é necessário um esforço maior e elaborar aspectos imersivos que envolvam o usuário. Por fim, na RA é necessário projetar funcionalidades virtuais que beneficiem de alguma maneira a realidade vivenciada pelo usuário.

## 2.5. IMPORTÂNCIA DE UMA METODOLOGIA

Procurando entender a evolução das aplicações tridimensionais, é possível perceber que este é um dos campos mais modernos e que mais cresce no campo industrial (Ampatzoglou; Stamelos, 2010). O desenvolvimento de um S3DI necessita de projeto, revisão e, muitas vezes, redefinição de requisitos para conseguir completar as milhares linhas de código. Com isso as indústrias de jogos estão se tornando cada vez mais inovadoras, como avanços de hardware e *software* aplicados em vários campos da computação. Conseqüentemente, desenvolvedores de S3DI buscam diferentes técnicas e processos de engenharia de *software* para alcançar níveis melhores de qualidade. A evolução do mercado requer muitas vezes uma demanda rápida de novos sistemas, o que acaba afetando o desenvolvimento do projeto, reduzindo o tempo limite para a sua conclusão. Geralmente o encurtamento do cronograma afeta diretamente a finali-

zação do projeto, ocorrendo a disponibilização de um produto incompleto e/ou com falhas. Logo, prazos pequenos e inesperados se tornam um problema.

De certo modo, um projeto S3DI na finalidade de análise e de projeto é dependente do gerenciamento, o que torna arriscada a aplicação de métodos tradicionais da engenharia de *software*. Tratar sistemas S3DI requer a necessidade de reconhecimento de novas plataformas, *softwares*, *hardwares*, canais de aplicação, dispositivos para uso, dentre outros. Logo, muitas vezes são necessárias técnicas de gerenciamento diferentes, variando no caso particular de cada projeto.

Uma metodologia para o desenvolvimento de aplicações 3D se torna uma necessidade ao mercado, havendo assim a busca por quais metodologias podem ser aplicadas em cada caso de uso. É fundamental a identificação da técnica de engenharia de *software* para aplicação na área, para futuras investigações e prover o conhecimento para qualquer trabalho realizado. Usando um levantamento de tais técnicas que podem ser aplicados dentre os S3DI (Ampatzoglou; Stamelos, 2010) podemos ver algumas metodologias e técnicas interessantes, descritas na sessão a seguir.

## 3. CLASSES/TAXONOMIAS DE JOGOS

Para entender as nuances e variantes dos diversos J3D com foco na sua aplicabilidade como sistema educacional, e na influência do tipo de aplicação com a estrutura do *software* gráfico que o compõe, foram revistas várias classificações de jogos existentes, com o intuito de criar uma nova taxonomia relacionada a estes dois focos (aplicação educacional e requisitos de *software*).

O objetivo de uma taxonomia é criar critérios de avaliação para posteriormente definir uma classificação com o foco determinado. Na busca por taxonomias e classificações percebe-se o quão difícil é defi-

nir critérios para classificar jogos, pois a evolução dos tipos de S3DI, em geral, tem sido rápida e constante (Amanatiadou; Weerd, 2009). A “Taxonomia” surgiu como ciência das leis da classificação de formas vivas e, por extensão, ciência das leis da classificação (Campos; Gomes, 2008). Para criar uma taxonomia abrangente foram levantadas e identificadas classificações e estudos relacionados a jogos e suas diferentes mudanças. Com isso pôde-se identificar semelhanças e diferenças ao se projetar e desenvolver um jogo.

Inicialmente Crawford (1982) criou uma classificação orientada pelo esforço que o jogador realiza ao jogar. A abordagem oferecida parte principalmente da separação do estilo principal do usuário ao estar jogando, dependente da reação motora (habilidade e ação) ou intelectual (estratégia), aquela que exigir maior grau de esforço do jogador passava a ter uma tendência de classificação. Partindo da divisão do esforço, são sugeridos vários gêneros que definem o tipo de jogo, tais como:

- *Skill-And-Action* (Habilidade e Ação): jogos que visam mais ao uso de controle e a reação que o jogador possui, estes são sub-classificados da seguinte forma:

- o Jogos de Combate: representam uma temática de combate direto, geralmente o jogador precisa atirar e/ou desviar de outros inimigos que podem compartilhar do mesmo objetivo que o seu;

- o Jogos de Labirinto: o desafio é o próprio ambiente. Logo, o jogador passa a ser vitorioso quando consegue superar o desafio oferecido;

- o Jogos Esportivos: procuram simular alguma parte de algum esporte real, tal como basquete, futebol, boxe, dentre outros;

- o Jogos com Controle Virtual: o objetivo deve ser alcançado usando algum controle virtual;

- o Jogos de Corrida: jogos que possuem um ritmo de velocidade constante, aplicando penalidades de tempo quando o jogador não consegue transpor obstáculos, tais como Downhill e corridas de carro;

- o Jogos diversos / Híbridos: jogos que utilizam alguma ideia nova e não se aplicam aos gêneros acima, como jogos de plataforma, muito comum hoje em dia.

- *Strategy* (Estratégia): jogos que exigem mais esforço cognitivo do que esforço de coordenação motora:

- o Aventura: exploração de um ambiente em que o jogador deve enfrentar desafios como charadas, tais desafios normalmente estão expressos em uma natureza mais estática;

- o Dungeons & Dragons (D&D): Hoje conhecido como Role-Playing-Games (RPG), parecidos com jogos de aventura, os RPG são jogos que procuram a evolução do jogador no meio de um mundo de fantasia e utilizam dados para jogar;

- o Jogos de Guerra: diferentes dos jogos de estratégia vistos hoje em dia, os jogos de guerra definidos aqui são jogos com grandes e complexos livros de regras, demorados e difíceis de serem implementados;

- o Jogos de Azar: recriação dos jogos que se baseiam na sorte, como jogos de dados e de cartas.

- o Educacionais e Jogos de Crianças: jogos que, independentemente de como são feitos, seu objetivo principal é ensinar algo aos jogadores.

Com base na evolução dos jogos nos últimos anos, percebe-se que alguns gêneros já não são os mesmos, ou podem ser facilmente misturados. Por exemplo, jogos de guerra podem ser tratados em um grupo juntos a D&D, mas são historicamente independentes e surgiram com propósitos diferentes. Jogos podem ser erroneamente classificados, tais como Donkey Kong (Nintendo, 2012), sendo um jogo de corrida, pois o jogador deve chegar ao fim sem perder para os desafios durante o jogo. Enquanto outras estão antiquadas, por exemplo, jogos de aventura tomaram um rumo mais amplo do que apenas exploração, jogos que utilizam textos não são usuais e Jogos de Guerra se tornaram mais interativos e simplificados.

Na sequência cronológica, surgiram classificações definidas por “gêneros”. O gênero temático tinha a intenção de assemelhar-se à classificação comercial adotada na literatura e no cinema (Sato; Cardoso, 2008). Porém essa classificação fica à mercê de mudanças, não mais informando ao desenvolvedor e jogador como o jogo é jogado, e sim apenas do que o jogo trata tematicamente. Assim, como afirma Lindley (2003): “É obvio que precisamos de alguma distinção básica e definições no nível mais alto, para que métodos mais detalhados possam ser classificados em suas áreas apropriadas para aplicação”.

De acordo com a criação de designs mais complexos e novas tecnologias, como jogos para celular, jogos baseados na localização e jogos pervasivos, ainda há confusão em questões mais fundamentais, como “o que é um jogo?”, comparando a história ou a simulação deste. O objetivo de atribuir um “gênero” aos jogos, se tornou uma distinção fraca e que não é aderente a muitas informações, como a jogabilidade, regras, objetivos, dentre outras. Por exemplo, Pederesen (2003) separa o gênero educacional e subdivide essas apenas para aventura e esporte, mas se vê que a questão educacional pode estar presente em vários, se não todos, os outros gêneros (Amanatiadou; Weerd,

2009).

Outras classificações com diferentes focos surgiram, Sato e Cardoso (2008) separaram os jogos pela composição de suas partes, sendo estas: personagens; cenários; objetos; sons; textos; imagens; animação e; enredo. Porém todas essas partes foram relacionadas com o “gameplay”, ou seja, as possibilidades de interação do jogador com os elementos e regras dos jogos em seus diferentes níveis, abrangendo objetivos, desafios, procedimentos, recursos, regras e limites.

A classificação proposta por Sato e Cardoso (2008) permite classificar os jogos de acordo com o gênero do gameplay, tornando-se assim uma classificação específica para jogos, diferente do gênero temático que se aplica também a filmes e livros. A proposta considera variáveis como característica do desafio, liberdade/variedade de escolhas ao longo do jogo para realizar o objetivo, jogabilidade, e a relação ação-reação entre o jogo e o jogador como critérios de avaliação. Os gêneros (categorias) são: RPG, Ação, Aventura, Estratégia, Emulação e Puzzles.

- RPG: pode ser combinado com vários aspectos de jogos de ação, estratégia e aventura. Mas seu maior enfoque está no desenvolvimento do personagem durante o jogo, a evolução adotada ou construída pelo jogador.
- Ação: caracterizado da mesma maneira que a classificação de Crawford (1982), mas onde o objetivo principal é vencer (derrotando inimigos ou realizando tarefas em menor tempo ou ser o primeiro a chegar em um ponto determinado pelo jogo). Possui subcategorias como luta, tiro e plataforma (obstáculos) separados pela possibilidade combinatória de movimentação, ataques, fugas e esquivas (Sato e Cardoso, 2008).
- Aventura: esses jogos possuem como desafios principais a exploração do universo

do jogo, a coleta e seleção de itens, a solução de enigmas e quebra-cabeças (Sato e Cardoso, 2008).

- **Estratégia:** caracterizados no objetivo de análise e reflexão para se encontrar a tática mais adequada e alcançar o objetivo do jogo. Também muito descrito como outras taxonomias e classificações na literatura.
- **Simulação:** tratam de uma reprodução das características, reações, variáveis e situações encontradas na realidade. Normalmente voltados para o aprendizado/treinamento do jogador.
- **Emulação:** separados da simulação, esses também transportam aspectos próximos da vida ou com verossimilhança do mundo real, mas trabalham mais a questão de fantasia e imaginação no jogo. Geralmente não possuem um final ou objetivo claro. Nestes jogos, o jogador escolhe e estabelece seus próprios objetivos, podendo ficar no jogo sem nunca finalizá-lo.
- **Puzzles:** caracterizados pela observação e utilização do raciocínio lógico e solução de problemas e/ou enigmas.

A classificação pelo gameplay é uma abordagem mais recente, que se assemelha muito com as outras abordagens citadas, principalmente a realizada na classificação de Crawford (1982), mas com um nível de abstração maior, podendo diferenciar suas regras e definir de maneira mais genérica os jogos. Porém ainda não é explícito, em forma de critérios, a avaliação para conseguir diferenciar os jogos.

Classificações que não conseguem arcar com diferenças e semelhanças conceituais para o desenvolvimento de um jogo de computador, principalmente nas dimensões (enredo, interface e motor) e ainda conseguir entreter e/ou adicionar algum outro

objetivo (educacional, treinamento, informacional, dentre outros), dificultam a concepção de análise e projeto para conseguir desenvolver um jogo. Carregando uma abordagem mais pragmática ao desenvolvimento de um jogo, devem ser considerados níveis altos e baixos para a concepção de design e desenvolvimento.

A evolução dos jogos foi rápida e as classificações e taxonomias se tornaram obsoletas ou apenas uma base para as novas. Tecnologias emergiram e novas abordagens apareceram, assim como a necessidade de distinguir essas diferenças para conseguir realizar o projeto em alto nível, para que métodos mais detalhados possam ser atribuídos para as aplicações corretas em seu desenvolvimento (Lindley, 2003). Com intuito de alcançar uma taxonomia plena de estudo para auxiliar na criação de jogos, Amanatidou et al. (2008) trazem uma categorização própria, suficiente para sua aplicação e abordagem em gerenciamento de jogos. Gunn et al (2009) classificam os jogos por critérios que se ligam diretamente com técnicas de inteligência artificial. Tais taxonomias existentes se mostraram necessárias no contexto específico (de fato há identificação de critérios fundamentais para entender o funcionamento da jogabilidade e conseguir entender o objetivo do jogo como um todo) porém, alcançando apenas suas áreas de aplicações próprias. Logo, utilizando todos esses fatores e classificações levantadas, foi desenvolvida uma taxonomia capaz de abranger todos os sistemas S3DI.

### 3.1. TAXONOMIA METODOLOGIA MAIÊUTICA

Após o levantamento de classificações e taxonomias sobre jogos existentes, foi definido dentre os critérios usados por elas uma forma mais abrangente, quando se objetiva a concepção de um S3DI, essa taxonomia visa sua aplicação na Metodologia Maiêutica

tica (M2), apresentada na sessão seguinte. Considerando todas as classificações vistas, percebe-se que é aplicável a todos S3DI a determinação de enredo, interface e motor, que têm fundamentos básicos para a identificação de jogos (Battaiola et al., 2002), sendo eles:

- **Enredo:** definido com uma ideia simples do jogo. Pode ser utilizada uma classificação empírica aos jogos diretamente como a temática do jogo;
- **Interface:** refere-se ao objetivo do jogo, casualidade e necessidades do jogador. É a classe que condiz completamente com a interface humano computador (IHC), arte do jogo e o grau cognitivo que o jogo apresenta, e;
- **Estrutura do *software*:** reflete a parte técnica, procura, por meio dos dispositivos, representar todo o projeto.

Com auxílio das classificações e taxonomias encontradas é possível sugerir temas de caracterização às classes, podendo ou não ter subtemas. Na Taxonomia para a Metodologia Maiêutica (TM2) evita-se utilizar termos diretamente técnicos, logo, a nomenclatura usada permite que qualquer leitor ou desenvolvedor possa entender e explicar o jogo que deseja desenvolver, podendo ser vistas as três classes principais na Figura 1:

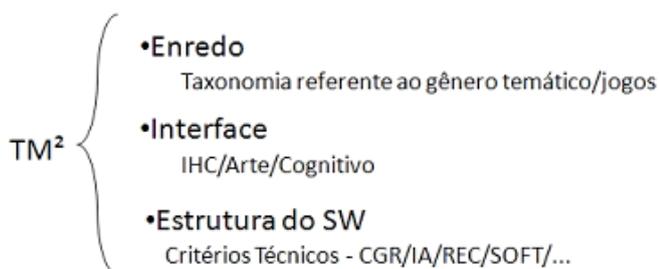


Figura 1. Conceito base TM<sup>2</sup>

A primeira classe, definida como enredo, está

relacionada a situações da aplicabilidade do sistema, identificando o gênero do jogo (sua narrativa) e o objetivo educacional do S3DI (no caso, adota-se a classificação de área de conhecimento do CNPQ, 2012). Na Figura 2, têm-se os temas da área, essas são exatamente correspondentes ao intuito educativo que o sistema objetiva ao ser criado, enquanto o tema de narrativa é o auxílio necessário para uma pré-identificação para projetistas. Quanto aos S3DI, é aberto também para novas abordagens e/ou misturas de narrativas. A área que trata a narrativa está figurada em gêneros conhecidos e usados por trabalhos relacionados anteriormente (Crawford, 1982; Pedersen, 2003), e os gêneros que se tornaram mais aparentes e possuíram menos alterações ao passar dos anos foram identificados e selecionados para a área temática do sistema, esses são: Ação, Aventura, Casual, Simulação, Outro Tema.



Figura 2. Detalhamento do Enredo

O detalhamento da interface pode ser visto na Figura 3, nessa classe são levantando alguns temas oferecidos nos trabalhos relacionados e na pesquisa oferecida pela taxonomia de inteligência artificial (Gunn et al., 2009), que abrange de forma detalhada critérios interessantes para jogos em particular, trazidos então para a TM2.

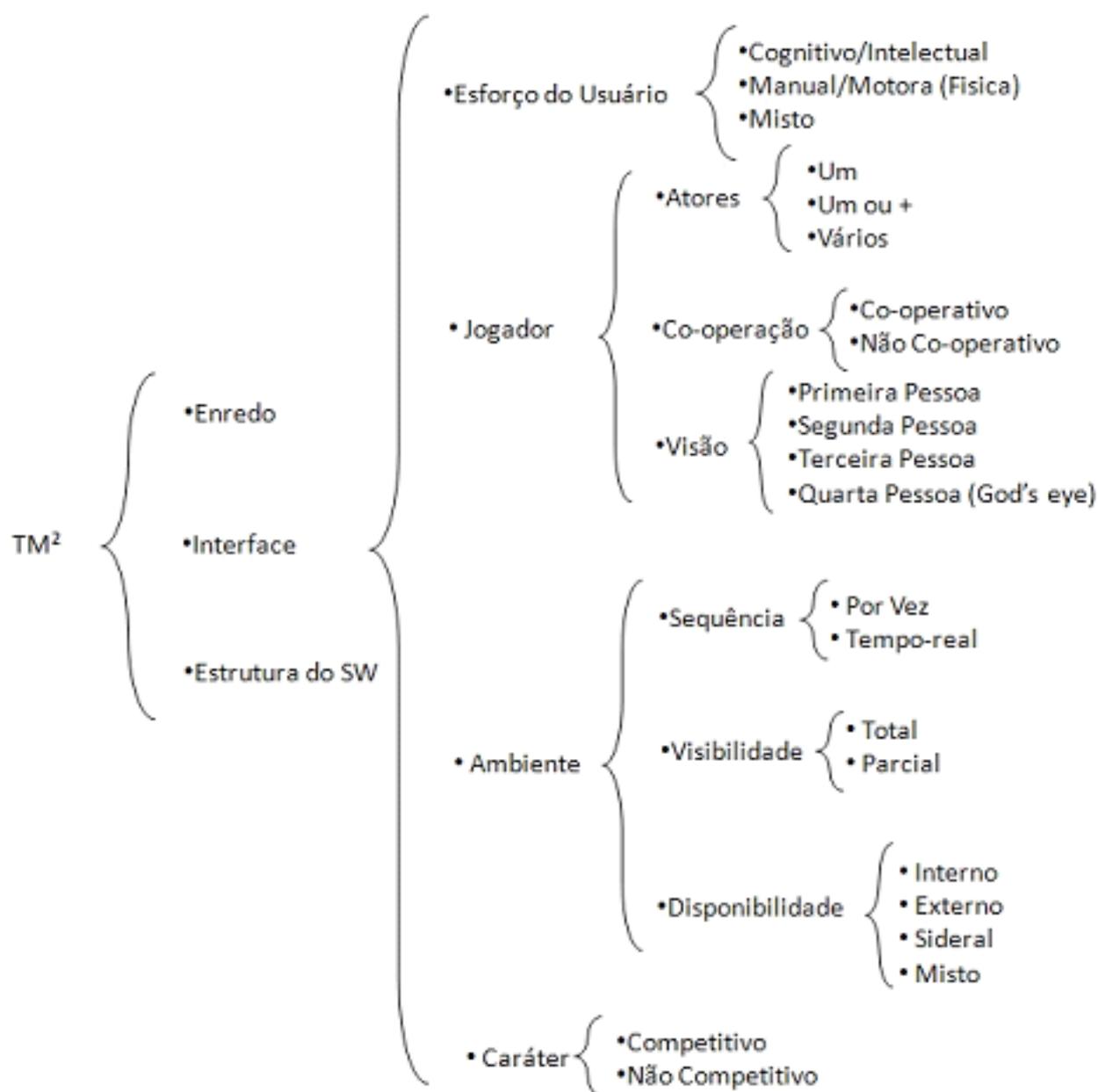


Figura 3. Detalhamento da Interface

A classe Interface possui seus temas separados em esforço do usuário, jogador e ambiente. O detalhamento de cada um pode ser acompanhado da seguinte forma:

- Esforço do usuário: segue a premissa básica dada na classificação por atividade motora (Crawford, 1982), revê a necessidade de aplicação do jogo, tal qual: um jogo cognitivo/intelectual, oferecendo desafios intelectuais ao usuário, sem se preocupar com a habilidade motora; manual/motor sendo o oposto,

preocupado com atividades físicas mais do que mentais do usuário, ou; mistos, quando não há tarefas predominantes ou ambas são bem aproveitadas.

- Jogador: definido em três subtemas, procura identificar e focar mais em questão das funcionalidades do usuário, tais como:

- o Atores: identificação de quantos atores o jogador pode manipular ou acompanhar durante uma cena. Sendo um ator por jogador, opcional (um ou +) sugerindo uma liberdade

ao usuário, e vários atores, quando ocorre de o usuário controlar muitos atores de uma vez.

o **Cooperação:** o usuário presencia, ao ter mais de um ator para uso e/ou estiver em um sistema com mais usuários, podendo então os atores e/ou usuários respectivamente cooperarem ou colaborarem entre os objetivos do S3DI (Marek et al., 2007).

o **Visão:** critério que indica o ponto de vista de um jogador ao presenciar o S3DI, podendo este ser em:

- **Primeira pessoa:** olhando pelos olhos do ator, como se fosse o ator;

- **Segunda pessoa:** imagem completa e direta do usuário, que se vê (como um espelho) inserido no ambiente. Seu uso envolve posicionamento direto do corpo do usuário ao ambiente;

- **Terceira-pessoa:** o usuário acompanha o(s) ator(es) em uma câmera periférica, podendo acompanhar o(s) ator(es) e o que está a sua volta.

- **Quarta-pessoa:** representa uma forma mais abrangente de presenciar o cenário do sistema, uma visão do alto, capaz de ver o(os) ator(es) em sua totalidade, dependendo também de critérios do ambiente.

- **Ambiente:** ressaltam as características do cenário projetado para o sistema, detalhes que podem variar na criação do ambiente. Este pode ser a sequencialidade oferecida para o usuário navegar (livre ou limitada), o quanto de informação o ambiente oferece para o usuário (tudo que há nele ou algumas informações por tempo), a disponibilidade do ambiente, podendo variar em interna (salas, cavernas, túneis, dentre outras), externa (campos, cidades, florestas, dentre outras), sideral (o espaço) e ambientes mistos.

- **Caráter:** é a distinção chave entre um J3D ou algum outro S3DI. Este oferece as opções de competitividade, assim, se um S3DI adere a competição entre usuários e/ou entre usuário-ambiente, ele se torna um J3D, senão não será algum outro S3DI como RV ou RA.

Por fim o detalhamento da terceira classe, a estrutura do *software* (Figura 4), carrega temas como: Quantidade de Jogadores, procura saber se o *software* em desenvolvimento será oferecido para mais de um usuário ao mesmo tempo; Comportamento, é o critério dado para identificar questões randômicas ou uso de inteligência artificial, ou seja, o comportamento geral do sistema; Modo de Jogo, definindo se o sistema deve ter mais de uma forma de ser usado ou jogado.

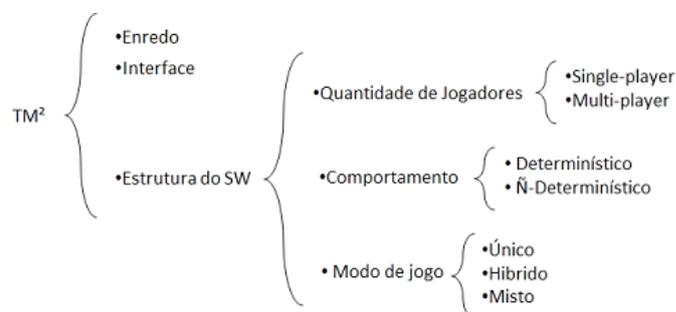


Figura 4. Detalhamento do Modo da Estrutura do SW

#### 4. METODOLOGIA MAIÊUTICA (M2)

A M2 é uma proposta metodológica que conduz à concepção de ambiente virtual 3D de aprendizagem, por meio de perguntas descritivas, que têm por objetivo induzir o projetista a refletir sobre o que será desenvolvido, proporcionando melhor aproveitamento da tecnologia do S3DI (Hounsell et al., 2005). A metodologia é dividida em projetos independentes, de modo que possa ser trabalhada simultaneamente ou separadamente. Os projetos são estruturados na seguinte forma, conforme Figura 5: Projeto Conceitual

e o Detalhamento (subdividido em: Projeto de Comunicação, Projeto Estrutural e Projeto de Construção).

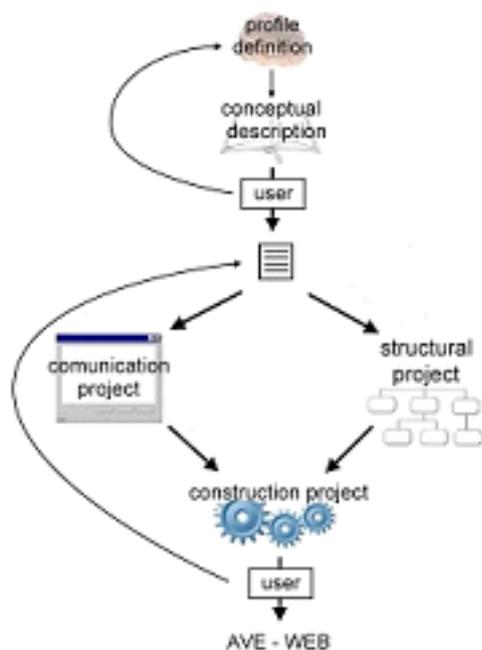


Figura 5. Projetos M2

O Projeto Conceitual é a fase onde são concebidos os aspectos funcionais, educacionais e informacionais. É a fase que exprime a finalidade (objetivo) do projeto, reúne também informações como problemas, metas, público alvo, justificativa, requisitos funcionais, técnicos e tecnológicos, viabilidade e riscos. Visa responder “O que será feito?”, por meio de perguntas objetivas, separadas em: Perguntas Objetivas Básicas, Perguntas Objetivas Avançadas e Perguntas Objetivas Educacionais.

- Perguntas Objetivas Básicas (POB) abrangem alguns temas como: Veracidade, Referência, Delimitação, Cooperação, Foco, Aplicação, Tarefa, Tipo, Dimensão, Código e Disponibilidade. Por meio das respostas obtidas é possível gerar um DNA do ambiente virtual, viabilizando uma definição superficial a respeito das características básicas de sistema, o que permite também comparar projetos e

identificar suas semelhanças e diferenças.

- Perguntas Objetivas Avançadas (POA) é uma caracterização mais específica, trata diretamente com variáveis de interação (seleção, navegação, manipulação) que existem nos ambientes virtuais.
- Perguntas Objetivas Educacionais (POE) traçam o perfil educacional do projeto em desenvolvimento. Esse identifica, do ponto de vista educacional, o tipo de ambiente virtual a ser desenvolvido (ambientes virtuais de educação e treinamento, ambientes virtuais educacionais, ambientes virtuais de treinamento e ambientes virtuais informacionais). Através das POE, avalia-se o projeto como maneira de identificar se ele está adequado à categoria pedagógica do tipo de ambiente virtual que se pretende atingir.

Quanto ao Projeto de Comunicação, sua finalidade é identificar/especificar os objetos do ambiente em desenvolvimento, os relacionamentos entre eles, com o mundo e com o usuário. Nesta fase, deve-se especificar a disposição e representação dos elementos na interface, considerando os aspectos ergonômicos (usabilidade, funcionalidade e estética) e o processo de navegação e interação. É a fase que busca determinar como será realizada a comunicação, especificando os canais sensoriais com que o usuário perceberá o ambiente virtual.

O objetivo do Projeto Estrutural é especificar todas as tecnologias que serão usadas para programar o ambiente virtual. Nesta fase que serão usadas ferramentas para auxiliar o processo de formalização e estruturação do projeto em subsistemas de *software*. Nesta fase se determina como o usuário irá alcançar as funcionalidades definidas anteriormente à metodologia.

A fase de construção é efetivamente a definição da sequencialização da implementação, estimativa de

tempo e recursos, divisão de tarefas e a codificação, propriamente dita, pelas ferramentas de autoria ou de linguagens de programação (Ex. VRML, Java). Essa etapa define, portanto, restrições de quando construir elementos de *softwares* do sistema.

#### 4.1. NOVAS PERGUNTAS

A metodologia parte do princípio básico de questionar a ideia dos projetistas, auxiliar a compreensão individual e assim desenvolver o sistema de interesse. Para classificar um projeto é necessária a caracterização do S3DI, para que, quando o projetista criar um novo projeto com base na M2, este possa usar a classificação para poder resgatar exemplos mais próximo do novo S3DI, ou mais distante, de modo que o auxilie na criação de um novo S3DI. É então a etapa do projeto conceitual que deve ser alterada para conseguir abranger mais do que apenas sistemas de RV ou RA, mas sim todos S3DI.

Para conceber os J3D, foi necessário avaliar a abrangência e pertinência das atuais POB em relação às classes definidas pela taxonomia apresentada antes. Essa análise visava avaliar quantas e quais POB precisariam ser adaptadas e/ou acrescentadas para que as POB resultantes fossem capazes de idealizar qualquer tipo de S3DI. As semelhanças dadas nos S3DI são interessantes nesse ponto, pois é possível, desse modo, criar uma estrutura com as mesmas perguntas para a maioria dos S3DI. Seguindo essa linha é possível perceber temas que já existiam na M2: área, cooperação, delimitação e quantidade de usuários. Deixando em aberto a criação de perguntas para os temas: narrativa, esforço do usuário, visão, visibilidade, disponibilidade e caráter, como perguntas básicas que podem estar presentes a todos os S3DI. Porém, em certos pontos, os J3D possuem requisitos próprios excludentes dentro os S3DI, como: atores, sequencialidade e modos de jogo. Essas características não abrangem S3DI dos

tipos RV e RA e, portanto, para realizar essa distinção essencial, criou-se uma nova POB para definir o caráter da aplicação. Assim, se um S3DI possui caráter competitivo, ele será classificado como J3D e perguntas específicas deste domínio poderão ser respondidas pelo projetista.

Como resultado, inicialmente a M2 contava com 14 POB, as quais foram todas modificadas para referenciar a S3DI, e não somente ambientes virtuais, 2 POB tiveram correções na identificação das suas temáticas e 10 novas foram inseridas para refletir novos aspectos dos S3DI. Por meio dessas alterações, a M2 consegue caracterizar e diferenciar melhor os *softwares* de J3D, RV e RA.

As perguntas objetivas carregam explicações técnicas para entendimento e esclarecimento do projeto que está sendo efetuado. Logo, por meio de uma pergunta, faz com que o usuário/projetista (re)descubra como será o projeto a ser desenvolvido. As perguntas são representadas (Figura 6) da seguinte forma:

- 1 Número da pergunta objetiva básica;
- 2 Tema da pergunta;
- 3 Descrição da pergunta;
- 4 Explicações técnicas sobre a pergunta;
- 5 Campo aberto para justificar a resposta dada pelo projetista;
- 6 Alternativas para responder;
- 7 Status da resposta (aprovado ou não respondido);
- 8 Confirmação de resposta.

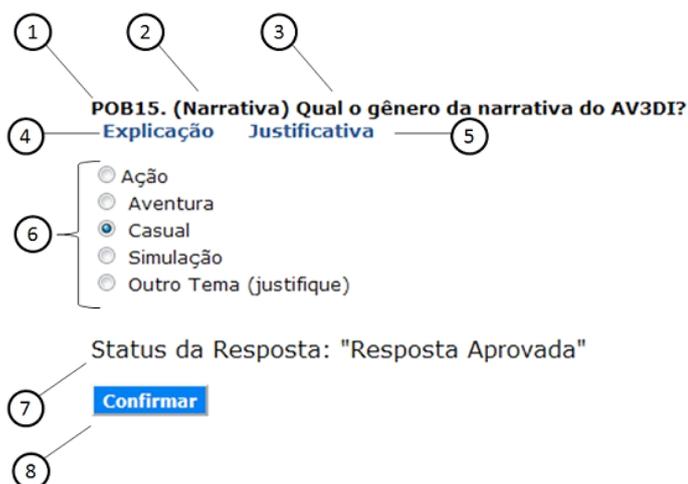


Figura 6. Esquema de perguntas Objetivas Básicas

## 4.2. ESTUDO DE CASO

Uma aplicação das POB em S3DI, que foram projetados por meio da M2, foi realizada para verificar se as novas perguntas refletiam corretamente o tipo específico de S3DI desenvolvido. Foram analisados tanto projetos finalizados quanto em andamento, incluindo-se, então: um simulador de helicópteros, um jogo 3D sobre história, um jogo para auxílio ao tratamento de AVC, usando tecnologia de RV de Projeção (Bruckheimer, et al., 2010) e outro usando câmeras de profundidade (Bruckheimer, 2011).

Esses S3DI foram escolhidos porque se tinha conhecimento detalhado dos seus objetivos e recursos. Com o uso das novas POB, foi possível constatar que mesmo sistemas muito parecidos quanto aos objetivos, puderam ser claramente diferenciados nos seus DNA, que são o conjunto de todas as respostas às POB da M2.

## 5. CONCLUSÃO

Sistemas 3D Interativos como Jogos Computacionais 3D (J3D), ambientes de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA) são todas aplicações do mesmo gênero e têm requisitos de *software*

muito próximos em termos técnicos, estruturais e de interface. Entretanto eles são tratados e desenvolvidos diferentemente uns dos outros, mesmo quando se tratam de aplicações para um mesmo foco: o educacional.

Este estudo tomou como referência uma metodologia existente, a Metodologia Maiêutica (M2), voltada para o projeto de ambientes de RV e RA com o foco em Educação e Treinamento e avaliou a possibilidade de incorporar os J3D. Promoveu-se a caracterização dos J3D como um primeiro passo. Para tanto, foi realizado um estudo que pudesse identificar as similaridades e diferenças entre os diversos tipos e gêneros de jogos, criando uma taxonomia de jogos que tivesse aderência à RA e RV.

Por meio da taxonomia gerada, foi possível alterar a etapa de projeto conceitual da M2, de modo que agora, num conjunto maior de Perguntas Objetivas Básicas (POB), a metodologia é capaz não só de diferenciar, mas de caracterizar todos os tipos de S3DI com o foco educacional. Assim, o projeto de um novo S3DI agora pode se beneficiar de todas as demais etapas da M2. Além disto, pelos estudos de caso foi observado que a M2 consegue dar suporte a aplicações de S3DI de diferentes tipos, sem ignorar as características específicas de cada tipo de aplicação.

## 6. REFERÊNCIAS

AMADO, A. E. . Avaliação de usabilidade de ambientes de realidade virtual e aumentada. (Tese de Mestrado), 2007. Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Industrial.

AMANATIADOU, A.; WEERD, I. V. Extending the Reference Method for Game Production: A Situational Approach. *Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, 2009, pp. 1-8.

- AMPATZOGLOU, A.; STAMELOS, I. *Software engineering research for computer games: A systematic review. Information and Software Technology*, Volume 52, Issue 9, 2010, pp. 888-901.
- BATTAIOLA, A. L. et al. Desenvolvimento de um *Software* Educacional com base em Conceitos de Jogos de Computador. *Anais do SBIE 2002*, pp. 282-290.
- BURDEA, G.; COIFFET, P. *Virtual Reality Technology*. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- BRÜCKHEIMER, A. D. Detecção Corporal 3D na Reabilitação Virtual. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado da Ciência da Computação. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2011.
- BRUCKHEIMER, A.; HOUNSELL, M. S.; KEMCZINISKI, A. Dance2rehab: Um jogo para reabilitação virtual adaptativa. Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2010, pp. 68-76. ISSN 219-2259.
- CAMPOS, M. L.; GOMES, H. E. Taxonomia e Classificação: o princípio de categorização. *Data-GramaZero - Revista de Ciência da Informação - v.9, n.4*, 2008, artigo 1.
- CNPQ. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação: Disponível em: <[http://www.cnpq.br/web/guest/dados\\_abertos](http://www.cnpq.br/web/guest/dados_abertos)>[http://www.cnpq.br/web/guest/dados\\_abertos](http://www.cnpq.br/web/guest/dados_abertos)>. Acesso em: 2 ago. 2012.
- CRAWFORD, C. *The Art of Computer Game Design*. Vancouver: Washington State University, 1982.
- DESHPANDE, A. A.; HUANG, S. Simulação de jogos em Engenharia Education: A State-of-the-Art Review. *Computer Application in Engineering Education* (DOI 10.1002/cae.20323.2009), p. DOI 10.1002/cae20323.2009.
- GABBARD, J. L.; SWAN, E. Usability engineering for augmented reality: Employing user-based studies to inform design. *IEEE Transactions On Visualization And Army Computer Graphics*, vol. 14, 2008, pp. 513 - 525.
- GUNN, E. A.; CRAENEN, B. G.; HART, E. (s.d.). *A Taxonomy of Video Games and AI*. DOI 10.1.1.159.9516. Disponível em: <<http://www.aisb.org.uk/>>. Acesso em 1 fev. 2012.
- HOUNSELL, M. D.; ANZOLLIN, G. R.; KEMCZINISKI, A. Educational-oriented Virtual Reality *Software Engineering. Conference on Informatics, Instructions for Authors*, 2005, pp. 00-08.
- HOUNSELL, M. da S.; PIMENTEL, A. On the Use of Virtual Reality to Teach Robotics, 3rd International Conference on Engineering and Computer Education, São Paulo, 2003.
- JACOBSON, L. *Virtual Reality: A Status Report*. AI expert, 1991.
- KRUEGER, M. W. *Artificial Reality II*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.
- LINDLEY, C. A. (3 de outubro de 2003). *Gamasutra.com*. Disponível em: <[http://www.gamasutra.com/features/20031003/lindley\\_01.shtml](http://www.gamasutra.com/features/20031003/lindley_01.shtml)>. Acesso em: 7 fev. 2012.

MAREK, J. et al. Colaboração e Cooperação - Pertinência, concorrência ou complementaridade. Revista Produção, nov. 2007, ISSN 1676-1901, Vol. 7, Num. 3.

NINTENDO. Donkeykong. Disponível em: <<http://donkeykong.nintendo.com/>>. Acesso em 25 jan. 2012.

PEDERSEN, R. E. *Game design foundations*. Plano: Wordware Publishing, 2003.

RODRIGUES, R. S. *Modelo de Avaliação para Cursos no Ensino a Distância: estrutura, aplicação e avaliação*. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/roser/cap4.htm>>. Acesso em 26 out. 2007.

SATO, A. K.; CARDOSO, M. V. Além do Gênero: uma possibilidade para a classificação de jogos. Proceedings of SBGames'08: Art & Design Track, nov. 2008, pp. 1-10.

SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. *Understanding Virtual Reality: interface, application and design*, São Francisco, Reno. Elsevier Science & Technology, 2003, ISBN: 978-1-55860-353-0.

SILVA, E. L.; HOUNSELL, M. da S.; KEMCZINSKI, A. A Virtual Environment Design Methodology for Educational and/or Training Purposes. XI Symposium Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre, RS, 2009, pp. 234-244.