

O PROJETO DE VIDEOGAMES PARA ENSINO DE MATEMÁTICA

Pedro Lealdino Filho
UTFPR
pedrolealdino@gmail.com

Wilson Yonezawa
UNESP - FC
yonezawa@fc.unesp.br

André Koscianski
UTFPR
koscianski@utfpr.edu.br

Resumo

Jogos de computador podem ter um impacto muito favorável na ligação afetiva de um aluno com a disciplina de Matemática. Entretanto, a capacidade de trabalhar o conteúdo nem sempre é explorada com a mesma intensidade que a de entretenimento. Uma vez que um videogame é um meio didático pouco convencional, é importante sistematizar a construção desses programas e relacionar seu projeto com teorias de ensino aprendizagem. Este artigo explora esse problema, listando diretrizes para o projeto de jogos educacionais, esclarecendo melhor o papel de professores, artistas e programadores no trabalho de implementação desse tipo de software e descrevendo um referencial para a construção de videogames educacionais buscando combinar fundamentos de engenharia de software e teorias de ensino e aprendizagem, com um foco particular para o ensino de Matemática.

Palavras chave: Jogos Educacionais; Engenharia de software; Ensino de Matemática.

1. Introdução

As escolhas de materiais didáticos, estratégias de ensino e uso de ferramentas podem levar a mudanças sutis no processo de ensino e aprendizagem. Um dos temas que ressurge com frequência ao longo do tempo é a participação dos alunos dentro deste processo e em particular, no caso da Matemática, a crítica ao ensino baseado em monólogo e infundáveis listas de exercícios feitas no quadro e no caderno. Trata-se de uma abordagem calcada na transmissão de conteúdos e na qual a resolução de problemas se reduz a procedimentos determinados pelo professor (D'AMBRÓSIO, 1989). Ainda é possível detectar que mesmo com os questionamentos e desenvolvimento de novas metodologias e tendências, tal forma de trabalhar se faz presente em muitas situações (BARBOSA, 2012). Uma consequência disto é criar a noção, entre os alunos, que a

aprendizagem da matemática acontece quando as fórmulas e algoritmos são decorados e reutilizados em exercícios propostos pelos professores ou pelo material didático (D'AMBRÓSIO, 1989). Um efeito é a dificuldade de generalizar ideias e soluções em problemas e situações que são diferentes dos modelos apresentados em sala.

O computador pode ser um aliado bastante útil dentro de sala de aula e tem provocado um interesse crescente entre professores, impulsionado entre outros fatores pelo desenvolvimento tecnológico e conseqüente queda nos custos. Geralmente introduzidos nesse contexto sob a denominação algo equivocada de ‘novas tecnologias’, computadores são explorados no ensino já há mais de cinquenta anos, fazendo parte de uma busca incessante que já passou pela televisão ou então pelo rádio há mais de um século. Por sua vez, videogames são ferramentas relativamente recentes na escola e abrem boas oportunidades no ensino da matemática.

Este artigo, como parte de um projeto de mestrado, descreve um quadro de referência para a construção de um videogame educacional para matemática, buscando combinar fundamentos de engenharia de software e teorias de ensino-aprendizagem.

2. O jogo enquanto atividade humana

Jogos estão presentes ao longo da história da humanidade, em vários formatos e situações: o termo admite acepções que podem ir desde um extremo completamente lúdico, associado à ‘brincadeira’, até situações sérias, como jogos de palavras ou de poder. Esse traço dos jogos também é universal e atravessa barreiras entre línguas, como se pode constatar com o uso das palavras *play* em inglês, *jouer* em francês ou *spiel* em alemão.

Existem inúmeras definições de jogos, tentativas de classificação e de relacionamento entre definições (BROUGÈRE, 1995). Buscar uma definição permite vislumbrar toda a riqueza do assunto e orientar melhor o processo de concepção. Dado o caráter polisêmico do termo ‘jogo’, listar seus componentes é uma maneira de defini-lo (JÄRVINEN, 2008; HOLOPAINEN, 2011). O clássico “Homo Ludens” diz que um jogo deve ser voluntário, ter limites espaciais e temporais, ter regras, e objetivos (HUIZINGA, 1999).

Reunindo algumas características gerais, pode-se dizer que um jogo é:

- livre e voluntário – os jogadores se sintam alegres e atraídos (CZIKSZENTMIHALYI, 2008). Qualquer tipo de ordem ou obrigação destrói de imediato sua natureza (HUIZINGA, 1999; CAILLOIS, 1990);
- limitado em espaço e tempo e repetível (HOLOPAINEN, 2011). Também possui um espaço fora do real, criado especificamente para a prática do jogo (HUIZINGA, 1999; CAILLOIS, 1990);
- incerto – o resultado não pode ser previsto e o desenrolar não pode ser determinado (CAILLOIS, 1990);
- imersivo – absorve toda a atenção dos jogadores (HUIZINGA, 1990; CZIKSZENTMIHALYI, 2008; KISIELEWICZ, 2012).
- regulamentado – possui um sistema de regras e leis válidas durante a atividade (CAILLOIS, 1990; JÄRVINEN, 2008; HOLOPAINEN, 2011);
- fictício – existe uma separação do mundo real onde um novo espaço é criado com regras e possibilidades diferentes (CAILLOIS, 1990; JÄRVINEN, 2008; SALEN; ZIMMERMAN, 2004).

Dentre tantas definições e classificações diferentes retemos uma bastante sintética e adaptada a desenvolvedores de software; um jogo deve ter (McGONIGAL, 2012): uma ou mais metas claras que dirijam a atenção; um conjunto de regras; e um sistema que demonstre o progresso do jogador (*feedback*).

3. Matemática, jogos e motivação

Ao discutir o ensino de Matemática, um dos temas recorrentes é a participação dos alunos dentro do processo de ensino e a crítica a algo que se convencionou chamar de ‘ensino tradicional’. Essa denominação reúne características como a aula em forma de monólogo, a repetição exaustiva de exercícios, a memorização de algoritmos e a baixa exploração de habilidades cognitivas de ordem mais elevada como raciocínio lógico e emprego de heurísticas. Embora a repetição e memorização sejam fundamentais na criação de expertise e mostrem resultados muito positivos no ensino de Matemática (MCKENNA; HOLLINGSWORTH; BARNES, 2005), esta disciplina requisita outras habilidades cognitivas. Assim ao lado da obtenção de conhecimento (tabelas de multiplicação, propriedades de operações) a Matemática exercita também capacidades (raciocínio lógico, heurísticas para solução de problemas), algo percebido desde os níveis mais básicos:

[...] children do not rely solely on memorization; they do not employ only mechanical skills; they do not operate only on a ‘concrete’ level. They deal spontaneously and sometimes joyfully with mathematical ideas. (GINSBURG; AMIT, 2008, p.275).

Em função disso, a participação ativa dos alunos se reveste de uma importância particular. Obter a atenção e engajamento da classe é de importância capital para melhorar a eficiência do processo de ensino, ampliar a compreensão e aumentar os índices de retenção de conhecimento. Ironicamente, outra característica intrínseca da Matemática – a abstração – se interpõe como barreira nesse objetivo de motivação, em parte por uma abordagem inadequada em sala:

[...] children might come to appreciate utility: how and why the mathematics is useful, a form of understanding that has been largely ignored in the literature and is typically given little prominence in schools.” (PRATT; NOSS, 2010, p.12).

Entender aspectos de motivação humana é importante para traçar estratégias em sala de aula. Ela pode ser classificada como intrínseca ou extrínseca (VALLERAND et al., 1992). No primeiro caso o indivíduo é movido a realizar uma atividade porque ela lhe proporciona prazer de alguma maneira. Esportistas de alto nível e artistas são exemplos de pessoas que se engajam de forma autônoma em realizar tarefas. A motivação extrínseca é separada da atividade em si, que se torna um passo intermediário para o objetivo. Um exemplo disto é o estudante que se obriga a estudar, porque quer obter um diploma.

O uso de brincadeiras e jogos em sala de aula é assunto conhecido, de modo que os videogames não devem ser encarados como uma novidade nesse terreno (GEE, 2007; PRENSKY, 2007). Jogos de computador podem atuar nos dois tipos de motivação, dependendo de como os conteúdos são tratados dentro do programa. Na motivação extrínseca um jogo pode ser aplicado como recompensa pelo aluno atingir algum objetivo fixado pelo professor, tal como fazer tarefa de casa (CHEE-MATEI, 2007). Para criar a possibilidade de motivação intrínseca, o conteúdo sendo tratado deve ser integrado dentro do jogo em si (MALONE, 1981; RIEBER, 1996). Esse objetivo é mais difícil de ser atingido. Uma maneira de explorá-lo e buscando um mapeamento entre os conteúdos de aprendizagem e os elementos que formam o cenário do videogame (KOSCIANSKI, 2010).

4. Teorias de Aprendizagem e Jogos

Para fazer um sobrevôo da tríade professor – conteúdo – aluno e nele situar um jogo computacional, tomaremos por base duas questões: a) considerar como as pessoas aprendem; e b) quais elementos devem estar presentes em um objeto educacional para que a aprendizagem se torne uma realidade.

A primeira pergunta traz para cena as várias teorias da aprendizagem. Cada uma delas oferece uma perspectiva diferente sobre o assunto, mas felizmente todas possuem elementos comuns e por isso apresentam superposição não negligenciável entre si (SCHUNK, 2012). Aqui consideraremos duas linhas gerais para traçar relações com jogos educacionais, que são ligados ao construtivismo e ao comportamentalismo.

A aprendizagem construtivista se apoia na ideia de que os indivíduos produzem novo conhecimento pela interação com ambiente e com outras pessoas, além de usar conhecimento prévio (BODNER, 1986; SCHUNK, 2012). Alguns princípios do construtivismo consistem em afirmar que o conhecimento:

- não se ensina por transmissão pura, mas é construído ativamente;
- pode ser obtido por experiência ou por dedução (existem variantes dessa ideia segundo o autor pesquisado);
- é simbolicamente construído pela criação de representações de ações.

Alguns autores que trabalham na linha do construtivismo são Piaget, Vigotski, Bruner, Papert. De maneira geral, no construtivismo, tudo o que o aluno experimenta é comparado ou testado contra seus conhecimentos prévios; novo conhecimento é assimilado com aquilo que o aluno já sabe.

Jogos do tipo RPG (Role-Playing-Games), apresentam uma similaridade com esse contexto em virtude de que o usuário avança no roteiro na medida em que entende como o jogo funciona e acumula experiência sobre sua mecânica. Em um jogo pedagógico isso se traduz em experimentação ativa (KIILI; KETAMO, 2007). O fato de que o cenário de RPGs integra textos de forma natural torna esse gênero um pouco mais propício para tratar assuntos que envolvam instruções detalhadas ou que precisem ser explicados passo a passo, como algoritmos matemáticos (ROSA, 2004).

Dentro da categoria RPG, estão presentes os MMORPG (Massive-Multiplayer-Online-RPG). Neles, milhares de usuários com nível variável de experiência se misturam. Faz parte da cultura das comunidades que praticam MMORPG ensinar os menos experientes como progredir mais rapidamente. Isto é um exemplo prático de conhecimento que é distribuído e construído socialmente. Esse tipo de aprendizagem, dentro de uma interação social, foi alvo dos trabalhos de Vigotski. Jamais tendo batizado seu próprio trabalho, Vigotski deixou a porta aberta para várias denominações, como por exemplo ‘sócio-construtivismo’ (PRESTES, 2010). Um conceito chave em seu trabalho é a “Zona de Desenvolvimento Proximal” ZDP – ou mais propriamente ‘zona de desenvolvimento iminente’ segundo Prestes (op.cit). A ZDP expressa a diferença entre o conhecimento e a habilidade que o indivíduo já possui, e a capacidade potencial que ele somente consegue alcançar pela interação com outra pessoa. Vigotski argumentou que a ZDP é uma característica essencial para a aprendizagem, assim como o desenvolvimento das capacidades potenciais somente são possíveis quando o aluno está interagindo com indivíduos em seu ambiente e em cooperação com eles (VIGOTSKI, 1978).

Voltando ao ambiente de jogos, embora seja possível um usuário alcançar certos níveis por si mesmo, não é incomum que desafios mais difíceis sejam desenvolvidos para serem vencidos com a ajuda de outros jogadores. Nessas situações, o jogador usará as habilidades e recursos que tiver disponível em combinação com as capacidades e recursos de outros jogadores presentes na rede no momento em que estiver interagindo.

A segunda teoria que examinamos aqui é a Behaviorista. Ela se concentra no estudo dos comportamentos que podem ser observados e mensurados e considera a mente como uma “caixa preta” no sentido de que a resposta para um estímulo pode ser observada quantitativamente, ignorando o processo de como o pensamento acontece (BOZARTH, 1994). Alguns autores chave no desenvolvimento da teoria behaviorista são: Pavlov, Watson, Thordnike e Skinner.

Essa teoria também sugere que se um comportamento é reforçado por ações positivas, o sujeito tende a repetir o mesmo comportamento no futuro (WATSON, 1997). Nesse sentido, aprender é aumentar a probabilidade de um comportamento acontecer baseado nos estímulos passados.

Diversos estímulos são usados em videogames para provocar emoções e divertimento nos usuários (FREEMAN, 2003; GARRIS; AHLERS; DRISKELL, 2002; HUNICKE; LEBLANC; ZUBEK, 2004). Os jogadores podem, por exemplo, ser movidos pelo desejo de auto-superação (CZIKSZENTMIHALYI, 2008; KOSTER, 2005). Registrar e expor a pontuação em placares serve tanto para medir o desempenho do jogador como para atuar como reforço do comportamento (buscando melhorar um recorde), ou como estímulo a competição. Além da pontuação o jogador pode ser recompensado ao passar de fase “ganhando vidas” ou itens usados em fases seguintes. Essa ideia se caracteriza como meta-recompensa (HOLOPAINEN, 2011), pois o item recebido não é apenas um fim em si, mas um meio para atingir um próximo objetivo no jogo que a seu turno proporcionará satisfação ao usuário. A escalada de dificuldade serve para evitar a monotonia (KOSTER, 2005) e continuar desafiando as habilidades do jogador (CZIKSZENTMIHALYI, 2008).

A lógica behaviorista está presente na maioria dos videogames. Os jogos educacionais não são uma exceção. Muitos jogos de matemática empregam algum tipo de atividade baseada em estímulo-recompensa. O cenário típico consiste de um problema com alternativas de múltipla escolha vestidas em alvos que se devem alvejar, blocos que devem ser transportados, etc. O “esquema de estímulo” – a taxa em que cada recompensa é dada – é crucial para manter a motivação e levar a uma aprendizagem efetiva (AMSEL, 1962; MACHADO, 1989; STEBBINS; LANSON, 1962). Planejar e controlar essa taxa em um jogo é um objetivo não trivial (ORVIS; HORN; BELANICH, 2008).

Esse parâmetro tem uma influência direta no projeto de videogames. Se o programa oferece poucas recompensas e é difícil avançar, o usuário pode ficar desapontado pelo insucesso e inseguro se as ações que está tomando estão corretas ou não. Ao contrário, se muitas recompensas são obtidas rapidamente e o jogador não realiza determinado esforço na atividade, a mesma perde seu propósito e a tendência é abandoná-la (KOSTER, 2005).

Um recurso multimídia – como um videogame educacional – é um componente de um projeto instrucional (instrucional design) do qual fazem parte outros itens, como as leituras dos alunos, explicações em sala, exercícios, etc. (KOSCIANSKI; RIBEIRO; SILVA, 2012). Idealmente um jogo educacional não deve ser projetado isolado, mas como parte de um contexto maior, influenciando a concepção de outros materiais e sendo por eles influenciado.

4 Projeto e Construção de jogos

A seção anterior apresentou duas concepções gerais de ensino que podem ser exploradas no contexto de videogames educacionais. Nos dois casos os jogos podem ser explorados diretamente no ensino, ou podem ser empregados para flanquear o problema.

Para exemplificar isto, em uma abordagem mais construtivista o software pode funcionar como promotor ou facilitador de socialização. Os jogos em rede podem encorajar os usuários a trocar experiências e informações, sendo que o conteúdo em si não faz parte direta das ações dentro do programa. Criar condições para que um indivíduo realmente desenvolva passo a passo uma solução a um problema não é um objetivo simples em sala de aula e pode ser ainda mais desafiador em um jogo. O estilo RPG pode ser considerado para esse propósito, na medida em que oferece suporte a enredos complexos que podem ser explorados segundo diferentes caminhos por cada jogador. Naturalmente, o projeto de um jogo dessa natureza pode ser bastante complexo.

No caso da abordagem behaviorista a situação se coloca de maneira diferente. A instrução se dá por eventos curtos e nos quais a quantidade de informação apresentada é limitada. Exemplificando, nesse gênero um algoritmo de multiplicação ou divisão pode ser apresentado passo a passo, oferecendo-se ao jogador a cada instante, opções que correspondem a uma ação correta ou não. Tradicionalmente os jogos de cunho behaviorista resumem a experiência de aprendizagem a “acertar” ou “errar” dentro de uma mecânica bastante limitada. Um exemplo típico é apresentado na Figura 1.

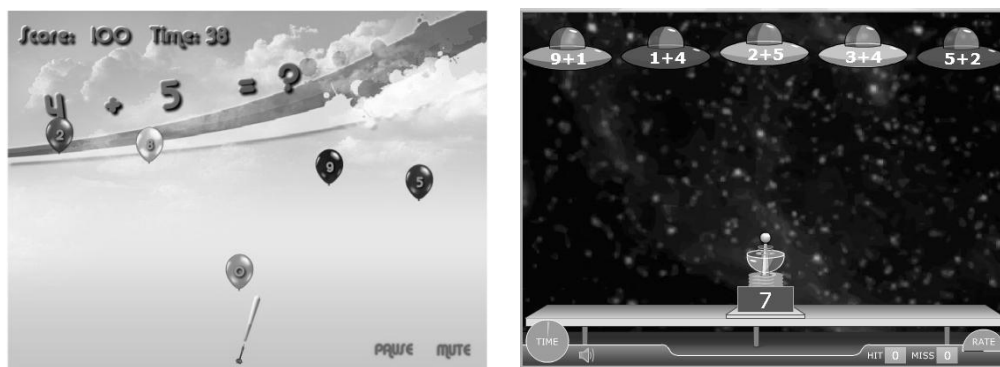


Figura 1: Dois jogos educacionais (Fontes: Hoodamath¹ e Arcademic Skill Builders²)

¹ Disponível em: < <http://hoodamath.com/games/>> Acesso em jan. 2013.

² Disponível em: < <http://www.arcademics.com/>> Acesso em jan. 2013.

A tela mostrada à esquerda na Figura 1 corresponde ao jogo “Balloon Math”. O software sorteia os dados para um problema de adição e apresenta uma lista de alternativas, também aleatória; a mecânica do jogo, bastante clássica, consiste em atingir um alvo mostrando a solução correta. Uma pequena modificação leva ao jogo “Alien Addition”, da empresa Arcademic [sic] Skill Builders, em que há mais de uma resposta possível. Uma modificação seguinte seria apresentar um número aleatório e deixar ao usuário a tarefa de completar o cálculo inteiro, como em $5 = ? + ?$

A concepção de um jogo educacional, incluindo os conteúdos abordados e a mecânica do mesmo, não é uma atividade determinística. Assim como preparar uma sequência didática interessante e efetiva requer de um professor experiência e uma dose de criatividade, o desenvolvimento de um jogo educacional também envolve um esforço de concepção livre. Dois subterfúgios para auxiliar essa fase consistem em definir mapeamentos entre operações que se deseja ensinar e operações existentes em jogos; e explorar um leque de opções, como diferentes cenários e gêneros (ação, puzzle, RPG, etc.) antes de definir a implementação definitiva (KOSCIANSKI, 2010).

Dividir um videogame em um conjunto de componentes pode ajudar a organizar a fase de concepção. Entre as várias classificações de elementos constituintes de jogos, podemos citar Järvinen (2008) e Holopainen (2011), ou a abordagem concisa e prática dada por Garris, Ahlers e Driskell (2008), contendo seis itens: fantasia, normas e objetivos, estímulos sensoriais, desafio, mistério e controle. Alguns aspectos complementares são a jogabilidade, conflito, desafio e interatividade (CRAWFORD, 2003). Esses elementos estão resumidos na Figura 2 e são detalhados a seguir.

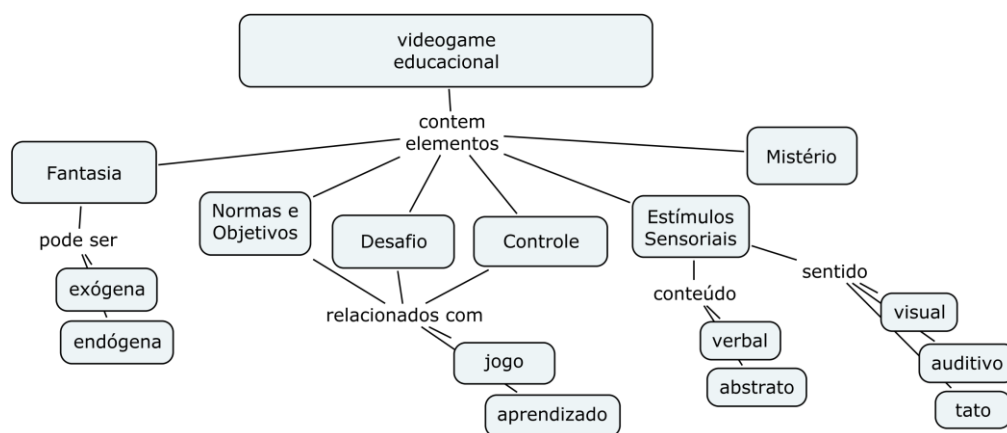


Figura 2: A classificação de Garris et al (2002) para elementos constituintes de jogos

A fantasia em um jogo pode ser de dois tipos: exógena e endógena. Na fantasia exógena, jogo e conteúdo são independentes; um exemplo extremo seria criar um jogo de ação e introduzir problemas de matemática como condição para avançar de fase. O segundo tipo, fantasia endógena, mescla conteúdo e jogo de maneira autêntica. O exemplo neste caso um jogo de corrida, em que o usuário seleciona motores e combustíveis a partir de informações de rendimento (distância por litro) e preço, para depois montar seu veículo e competir. Jogos do tipo RPG são os mais flexíveis com esse propósito.

Normas e objetivos demarcam a mecânica e podem ter papéis variados. No xadrez, por exemplo, as regras ocupam um lugar central da atividade. Já em videogames de ação as regras simples são preferidas, deixando a ação em primeiro plano (KOSTER, 2005). Um jogo educacional, assim como uma aula, deve agir para que o aluno se concentre no conteúdo (GAGNÉ, 1974). Os jogos exemplificados da Figura 1 tem cenários que embora não criativos, implementam corretamente essa ideia.

Estímulos sensoriais, incluindo grafismos, textos e trilhas sonoras e mesmo retorno tátil, devem ser distribuídos intencionalmente no cenário para provocar o lado afetivo dos usuários (FEIL; SCATERGOOD, 2005). Traçando um paralelo, nos livros didáticos no Brasil as ilustrações com técnicas como aquarela ou pintura a óleo são raras, prevalecendo o traço simples, no estilo de *cartoon*. Essa estratégia de pouca variedade e baixo custo pode ser arriscada no caso de videogames, pois usuários estão habituados com títulos comerciais cujo orçamento pode se igualar ao de um filme (KISIELEWICZ, 2012). Além de servir ao propósito estético e emocional, os elementos sensoriais devem ser explorados com critério no lado pedagógico, pois diferentes combinações de textos, imagens e sons interferem nos resultados de aprendizagem (ZANOTTO, 2012). A Matemática emprega, com frequência, representações gráficas para ilustrar funções, proporções e medidas. Em um jogo didático isso pode ser combinado com facilidade com a apresentação de fórmulas e textos explicativos, trazendo uma riqueza de representações benéfica para o aluno. Um pesquisador que se deteve bastante no estudo desse aspecto foi Richard Mayer (2001).

O componente de desafio, já mencionado, deve ser dosado em dois aspectos: a dificuldade de avançar no jogo, imposta pela mecânica do mesmo; e a dificuldade de natureza didática, dos conteúdos sendo tratados. Os protótipos podem auxiliar a realizar

uma calibração prévia do funcionamento do software (BETHKE, 2003), em busca de um nível de estresse mantenha o interesse do jogador (CZIKSZENTMIHALYI, 2008)

Um dos atrativos principais de videogames é a novidade presente atrás de cada nível (KOSTER, 2005). O mistério, ou surpresa, é capaz de criar uma tensão positiva que mantém o interesse do jogador. Variar o nível de desafio também auxilia nesse objetivo. Outra possibilidade seria ajustar o nível de dificuldade dinamicamente, em função do comportamento e desempenho do jogador.

Finalmente, o controle do jogo pode dizer respeito à duas coisas. Primeiro, o usuário deve se sentir no comando do software, que deve reagir precisamente aos seus comandos. Essa condição ajuda a garantir a imersão e aumenta o conforto de uso (KOSTER, 2005). Em segundo lugar, dependendo da abordagem de ensino, pode-se dar ao aluno controle sobre seu avanço dentro do conteúdo (GARRIS; AHLERS; DRISKELL, 2008). Isto pode reduzir a possibilidade de frustração e também atuar no prazer de vencer fases do jogo e colher respostas corretas para os problemas de ensino nele apresentados.

Ao criar um jogo dentro de uma equipe composta por professores, desenhistas e programadores, é essencial manter um registro de ideias e decisões. Para isso pode se usar um documento conhecido pelo nome em inglês, *Game Design Document*. Esse documento funciona como um formulário, guiando a equipe de criação para pensar em todos os elementos do jogo e as relações entre eles (BETHKE, 2003; ROLLINGS; MORRIS, 2004). Embora o documento não trate de aspectos técnicos como linguagens de programação e ferramentas de desenvolvimento, quanto mais completo e detalhado ele se apresentar, maiores as chances da implementação transcorrer bem (FLYNT; SALEM, 2005). Não há um modelo único ou consagrado de documento de projeto de jogos, sobretudo porque o objetivo é justamente ajudar o trabalho criativo, mas sem engessá-lo. Existem vários modelos disponíveis, tanto na literatura quanto na internet, que podem ser adaptados de acordo com o que for convencionado pela equipe de projeto.

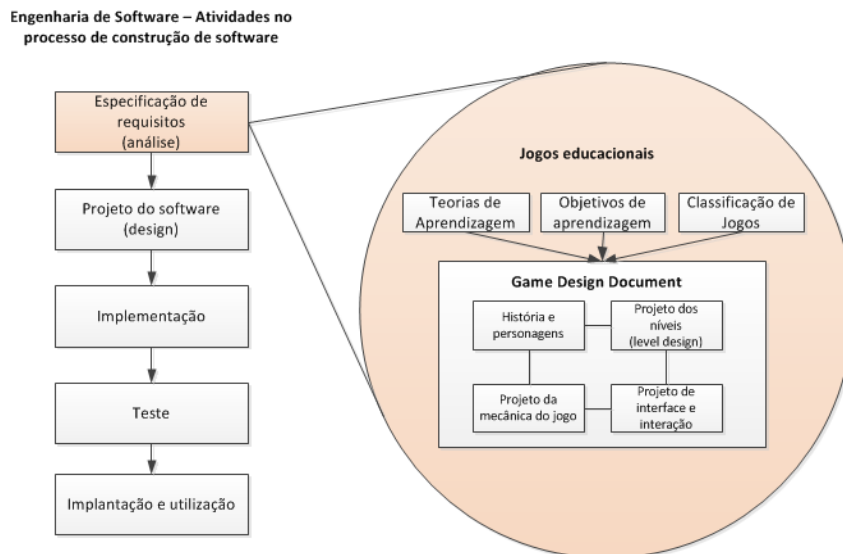


Figura 3 – Processo de construção de software (Fonte: autoria própria)

A criação de qualquer programa, incluindo jogos, pode ser descrita em uma série de etapas estudadas em engenharia de software (PRESSMAN, 2001), ilustradas na Figura 3. Durante a primeira etapa, conhecida como análise de requisitos, deve ser definido claramente o funcionamento do software (SOMMERVILLE; KOTONYA, 1998; WIEGERS, 2003). Para construir um jogo educacional é preciso realizar um levantamento detalhado de informações junto às pessoas que podem contribuir para criar um instrumento eficiente; isto pode incluir professores, pedagogos, artistas gráficos e até alunos, que podem avaliar desenhos iniciais, telas e protótipos. O Game Design Document, apresentado na seção anterior, é uma peça central no desenvolvimento de um jogo e pode servir como base para organizar o trabalho desses diferentes especialistas.

Embora as atividades da Figura 3 estejam listadas em sequência é possível ocorrer retornos. Por exemplo, no projeto pode ser necessário voltar a rever requisitos em função de obstáculos como custo ou tempo para a implementação. A organização dessas fases e do trabalho da equipe também é objeto da engenharia de software (PRESSMAN, 2001).

5 Considerações finais

Dentro do contexto de ensino, a característica mais marcante dos videogames é a capacidade de prender a atenção. Usados como veículos para apresentar conteúdo novo, ou para revisão de assuntos vistos em sala, os jogos podem despertar uma reação mais positiva e favorável dos alunos em relação a uma disciplina.

Na última década surgiram ferramentas de construção de jogos que reduzem a necessidade de conhecimento técnico específico. Alguns exemplos são Construct2, GameMaker e RPGMaker. A disponibilidade dessas ferramentas e o crescente uso de jogos por crianças e adolescentes são incentivos para que mais conteúdo pedagógico seja produzido. Para isso, professores podem realizar experimentações desde que uma base mínima de planejamento e concepção seja estabelecida.

As diretrizes descritas no presente trabalho estão sendo empregadas na construção de um jogo educacional, para revisão de conteúdos do ensino básico de Matemática. A primeira dificuldade experimentada nesse projeto vem do fato de que a concepção é uma atividade de final aberto: não é possível prever de antemão o resultado final. Em função de restrições de tempo, foi imposta uma estrutura modular ao jogo, usando uma história de fundo como elo para criar um todo coerente aos olhos do jogador. Isso permite criar fases independentes e adaptar o tamanho do jogo ao cronograma disponível do projeto.

Como é difícil implementar em software a correção de problemas e, ao mesmo tempo, se deseja evitar uma abordagem behaviorista, uma alternativa buscada é evitar situações-problema em que há uma pergunta e só uma resposta correta aguardando seleção. Por exemplo, para avaliar a capacidade de se situar em um mapa ou plano cartesiano, pode-se trabalhar com vários objetos que devem se posicionados uns em relação aos outros, ao invés de apresentar uma pergunta direta (posicione “A” à direita de “B”).

Por fim, o Game Design Document está ajudando a registrar e discutir as ideias, que são avaliadas em relação aos critérios relacionados nas Figuras 2 e 3. Em seu conjunto, as diretrizes discutidas no texto tem sido efetivas para auxiliar a executar a etapa mais crucial ao longo da implementação de um jogo didático: a análise de requisitos.

6 Referências

- BARBOSA, T. H. N. **Octave: uma proposta para o ensino de funções**. Dissertação mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.
- BETHKE, E. **Game development and production**. Wordware Publishing, Inc. Plano, Texas, USA. 2003.
- M.A. BOZARTH (1994). **Pleasure systems in the brain**. In D.M. WARBURTON (ed.), *pleasure: the politics and the reality*. New York: John Wiley & Sons.

- BODNER, G. M. **CONSTRUCTIVISM: A THEORY OF KNOWLEDGE**. PURDUE UNIVERSITY, WEST LAFAYETTE, JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION, VOL. 63, 873 – 878, 1986.
- BROUGÈRE, G. **Jeu et éducation**. Ed. L'Harmattan 2000.
- CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens**. Ed. Lisboa: Portugal, 1990.
- CHEE-MATTEI, L. **The Use of Rewards in Homework Completion**. Dissertação de Mestrado. Indiana University South Bend. USA. 2007.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow – The Psychology of Optimal Experience**. Harperperennial Modern Classics. New York, 2008.
- CRAWFORD, C. **On game design**. New Riders Games, 2003.
- D'AMBROSIO, B. S. **Como ensinar matemática hoje?** Temas e Debates. SBEM. Ano II. n.2. Brasília, 1989. p. 15-19.
- FEIL, J., SCATTERGOOD, M. **Beginning Game Level Design**. Thomson Course Technology PTR. 2005.
- FLYNT, J. P., SALEM, O. . **Software Engineering for Game Developers**. Thomson Course Technology Ptr, Boston, MA, USA. 2005 - 862 páginas.
- FREEMAN, D. **Creating emotion in games: the craft and art of emotioneering**. Ed. New Riders Publishing, 2003.
- GAGNÉ, R. M. **Educational Technology and the Learning Process**. Educational Researcher, Vol. 3, No. 1 (Jan., 1974), pp. 3-8.
- GARRIS, R., AHLERS, R., DRISKELL J. E. **Games, motivation, and learning: a research and practice model**. Simulation & Gaming, Vol. 33 No. 4, 2002.
- GEE, J.P. **What video games have to teach us about learning and literacy**. Palgrae Macmillan. New York. 2007.
- GEE, J.P. **What video games have to teach us about learning and literacy**. Palgrave Macmillan, New York, NY, USA, 2003.
- GINSBURGA, H. P., AMIT, M. **What is teaching mathematics to young children? A theoretical perspective and case study**. Journal of Applied Developmental Psychology 29, 2008, pp. 274–285.
- HOLOPAINEN, J. **Foundations of Gameplay**. Tese de Doutorado. Blekinge Institute of Technology. Suécia, 2011.

- HUNICKE, R., LEBLANC, M., AND ZUBEK, R. **MDA: A formal approach to game design and game research**. In Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop, 19th National Conference on Artificial Intelligence, USA. 2004.
- HUIZINGA, J. *Homo Ludens. O Jogo como elemento da cultura*. Perspectiva, 1999.
- JÄRVINEN, A. **Games without Frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design**. Doctoral Thesis. Tampere, 2008.
- KIILI, K., KETAMO, H. Exploring the Learning Mechanism in Educational Games. *Journal of Computing and Information Technology* 15, 2007, 4, 319–324.
- KISIELEWICZ, L. **Um jogo eletrônico como ferramenta complementar no ensino de PHP**. Dissertação de Mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.
- KOSCIANSKI, A. **Changing the rules: injecting content into computer games**. In: FRANCISCO V. C. FICARRA. (Org.). *Quality and Communicability for Interactive Hypermedia Systems*. IGI Global, v. , p. 160-174. 2010.
- KOSCIANSKI, A., RIBEIRO, R. J., SILVA, S.C.R. **Short animation movies as advanced organizers in the teaching of Physics: a preliminary study**. *Research in Science & Technological Education*. Volume 30, Issue 3, 2012.
- KOSTER, R. **A theory of fun in game design**. Paraglyph Press. 2005. Scottsdale, USA.
- MALONE, T. W. **Toward a Theory of Intrinsically Instruction**. *Cognitive Science* (4). 1991.
- MAYER, R. E. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001.
- McGONICAL, J. **A Realidade Em Jogo - Por Que Os Games Nos Tornam Melhores e Como Eles Podem Mudar o Mundo**. Best Seller Ltda, 2012.
- McKENNA, M.A, HOLLINGSWORTH, P. L., BARNES, L. L. B. **Developing latent mathematics abilities in economically disadvantaged students**. *Roeper Review*, (27) 4 2005.
- ORVIS, K. A., HORN, D. B., BELANICH, J. **The roles of task difficulty and prior videogame experience on performance and motivation in instructional videogames**. *Computers in Human Behavior* 24 (2008) 2415–2433.
- PRATT, D., NOSS, R. **Designing for mathematical abstraction**. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. July 2010, Volume 15, Issue 2, pp 81-97.
- PRENSKY, M. **Digital Game-Based Learning**. Ed. Paragon, St. Paul, MN, USA, 2007.
- PRESSMAN, ROGER S. **Software engineering: a practitioner's approach**. 7 ed. New York: McGraw-hill, 2001.

- PRESTES, Z. R. **Quando não é quase a mesma coisa: Análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil.** Tese de Doutorado, UnB, 2010.
- RIEBER, L. P. **Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games.** Educational Technology. Research & Development, 1996, 44(2), pp. 43-58.
- ROLLINGS, A., MORRIS, D. **Game Architecture and Design: A New Edition.** New Riders Publishing. Indianapolis, Indiana, USA. 2004.
- ROSA, M. **Role Playing Game Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar Matemática.** Dissertação de Mestrado. Unesp, Rio Claro, 2004.
- SALEN, K., ZIMMERMAN, E. **Rules of Play: Game Design Fundamentals.** Ed.: MIT Press. 2004.
- SCHUNK, D. H. **Learning Theories: An Educational Perspective.** Person Education Inc., Allyn & Bacon, Boston, MA, USA. 2012.
- SOMMERVILLE, I.; KOTONYA, G. **Requirements engineering: processes and techniques.** John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- VALLERAND, R. J., PELLETIER, L. G., BLAIS, M. R., BRIÈRE, N. M., SENÉCAL, C., VALLIÈRES, E. F. **The academic motivation scale: a measure of intrinsic, extrinsic and amotivation in education.** Educational and Psychological Measurement. 1992, 52.
- VIGOTSKI, L. **Interaction between learning and development.** In. Cole, Steiner, Scribner, Souberman: Mind in Society. Harvard University Press. 1978.
- WATSON, J.B. **Behaviorism.** Transaction Publishers, 1980.
- WIEGERS, K. **Software Requirements 2.** Microsoft Press; 2nd edition. 2003.
- ZANOTTO, D. C. F. **A construção de um software multimídia para o ensino de ciências: uma contribuição ao aprendizado de angiospermas.** Dissertação de Mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.