

Capítulo

2

Processo de Construção de Jogos para Aprendizado

Roberta Mayumi Matsunaga, Diogo Moreira Bispo e Marcos Augusto Francisco Borges

Abstract

This text presents questions that must be evaluated when starting a new project of serious game development. The work is based mainly on the experience of the development of the games Daphnia World and Hemotion of the Laboratory of Informatics, Learning and Management (LIAG) in the development of educational games. Among the topics presented, stand out from the end-user involvement in the development of the gaming interface, the use of approaches to Project Management for the construction of play and the process of selecting de learning paradigm and a development platform for educational games. Finally, we present the experiences of HSIL using HTML 5 and Adobe Flash.

Resumo

Este texto apresenta as questões que devem ser consideradas quando um grupo inicia um projeto de construção de jogos para aprendizado. O trabalho se baseia, principalmente, na experiência de desenvolvimento dos jogos Hemotion e Daphnia World desenvolvidos no Laboratório de Informática, Aprendizado e Gestão (LIAG). Entre os temas apresentados, destacam-se o envolvimento do usuário final no desenvolvimento da interface de jogos, a utilização de abordagens de Gestão de Projetos para a construção de jogo e o processo de seleção do paradigma de ensino e de uma plataforma de desenvolvimento de jogos educativos. Ao final, serão apresentadas as experiências do LIAG com a utilização do HTML 5 e Adobe Flash.

2.1. Introdução

Nos últimos cinco anos foram desenvolvidos no LIAG vários jogos educativos. Com base nas experiências acumuladas ao longo de quase duas décadas de desenvolvimento de jogos educativos pelos autores, este texto apresenta uma sugestão de processo para a construção de jogos para aprendizado. Os processos de construção do Hemotion e da Daphnia World são usados como ilustração. Ambos os jogos têm como público alvo crianças em idade pré-escolar e escolar e têm por objetivo ensinar dois conteúdos específicos: a hemofilia e a ecotoxicologia. Os dois jogos são tomados como base para retratar a experiência do LIAG no desenvolvimento de jogos educativos.

O texto está estruturado da seguinte forma: as duas próximas subseções descrevem, de forma sucinta, os dois jogos utilizados como modelo. Para desenvolver um jogo é imprescindível que se façam várias opções, desde pedagógicas a técnicas. Fazer boas opções no início do projeto pode significar o sucesso ou fracasso dele. Desta forma, busca-se apresentar algumas das principais opções que precisam ser feitas e ajudar o desenvolvedor a fazer a sua própria opção. Buscando esse objetivo, demais seções discutem as diversas opções que precisam ser tomadas quando se inicia um projeto de desenvolvimento de um jogo:

- a escolha de qual paradigma de aprendizado irá embasar a estratégia;
- formas de envolver o usuário final no processo de *design* e construção;
- o uso das boas práticas de gestão de projetos para o planejamento e controle do processo;
- o processo de seleção da(s) *engine(s)* que embasarão a construção do jogo.

Este trabalho se encerra com uma breve conclusão.

2.1.1. Hemotion

Hemotion é um jogo educativo voltado para crianças com hemofilia [Matsunaga *et al.* 2013]. O objetivo da construção do jogo Hemotion foi auxiliar crianças com Hemofilia no entendimento sobre a doença, visando conscientizá-las em relação aos cuidados que deveriam ter consigo e em relação às restrições que enfrentarão por toda a vida. Ao longo do jogo, são apresentadas atitudes que precisam ser seguidas para o controle da doença. A intenção é que a criança aprenda enquanto se diverte e que o conhecimento seja construído de forma interativa.

O jogo relata o cotidiano de João Ventura, uma criança do interior do Brasil que tem hemofilia. Ao longo do jogo, o personagem enfrenta algumas situações-problema decorrentes da doença. A escolha de como João Ventura deve agir fica a critério do jogador. Atitudes mais adequadas como tomar fator de coagulação no dia correto são premiadas (através de uma medalha) no jogo. Atitudes negativas, como não tomar fator de coagulação e praticar algum esporte de risco, não são premiadas e o personagem acaba ficando impossibilitado de desenvolver de algumas atividades nas fases mais avançadas [Matsunaga e Borges 2012a].

A Figura 2.1 ilustra a família do personagem principal, João Ventura. A família é composta por: pai, mãe, irmão mais velho - que não têm hemofilia - e irmã bebê que não tem hemofilia. O objetivo de se incluir uma irmã bebê é demonstrar que a mãe pode

não ter período integral para cuidar da criança com hemofilia e ela tem de saber se cuidar em determinadas situações.



Figura 2.1. Família do personagem principal João Ventura

Para representar o fator de coagulação em ação, o jogo tem um cenário diferente, baseado em um vaso sanguíneo. Esse cenário pode ser visualizado na Figura 2.2.



Figura 2.2. Cenário do jogo onde é explicado o processo de coagulação

Outra abordagem bastante utilizada durante o jogo são os mini-games ao longo das fases. Os mini-games tornam o jogo mais interativo e interessante. Um exemplo de mini-game pode ser visualizado na Figura 2.3: trata-se do mini-game da Bolinha de Gude.



Figura 2.3. Mini-game da bolinha de gude

O *design* do jogo foi realizado com a participação de crianças com hemofilia. Foram realizadas três dinâmicas com crianças entre 5 a 13 anos com o intuito de identificar a necessidade e o que elas esperavam do jogo.

2.1.2. Daphnia World

Daphnia World é um jogo educativo que tem como finalidade ensinar, de forma construtivista, conceitos de toxicologia ambiental. O jogo possui como enredo a história de uma Daphnia (um gênero de crustáceos muito utilizado em testes de toxicologia) que precisa cruzar um rio cheio de obstáculos para poder se reproduzir em segurança.

A Figura 2.4 exibe o jogo Daphnia World. Na figura é possível visualizar uma indústria liberando conteúdo químico no lago.



Figura 2.4. Daphnia World

O jogo apresenta uma loja, onde o jogador pode adquirir ferramentas para auxiliar a Daphnia. Os itens da loja podem ser adquiridos com as moedas que são coletadas pela Daphnia ao longo do rio. A Figura 2.5 ilustra a loja.

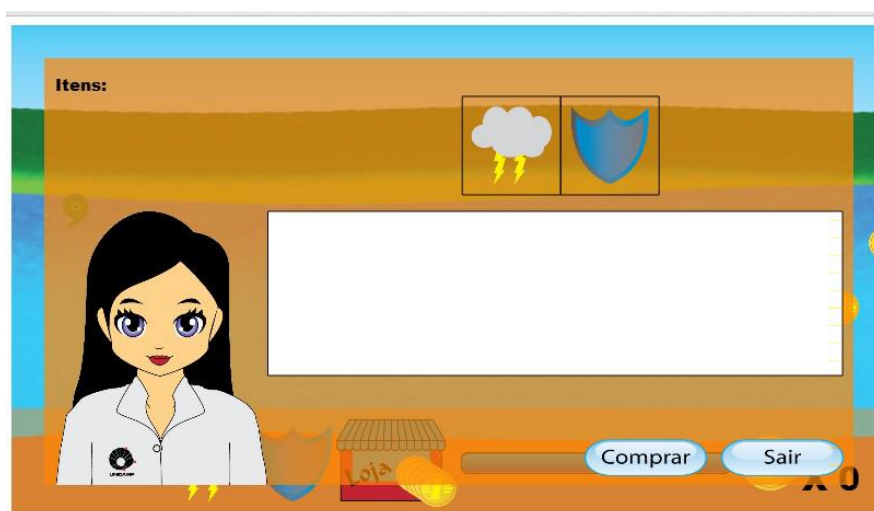


Figura 2.5. Loja do jogo

2.2. Metodologia de aprendizado para jogos educativos

Antes de se iniciar o processo de concepção de um sistema computacional com objetivos educacionais, devem-se analisar diversos fatores. O paradigma educacional a ser tomado por base, ou seja, qual a estratégia planejada para que um usuário aprenda interagindo com um sistema, deve ser o primeiro dentre todos. Isto porque esse paradigma irá servir como modelagem de todo o processo de concepção do jogo. Não é possível conceber-se um jogo sem se considerar o paradigma que irá embasá-lo, sob risco de ter-se um jogo que desconsidere tudo o que foi estudado e descoberto relacionado ao uso dessa prática no ensino.

Apesar de existirem formas variadas de se possibilitar a aprendizagem, não é possível se afirmar que uma é melhor. Estudantes e conteúdos diferem entre si, requerendo diferentes abordagens desde as mais tradicionais às mais modernas [Norman e Spohrer 1996].

O ensino instrucionista foi influenciado pela teoria psicológica *behaviorista* de Skinner. O instrucionismo busca formas eficazes de se transferir um conhecimento previamente preparado, hierarquizado e compartimentalizado ao aprendiz. Em um ambiente de ensino instrucionista, os conteúdos são apresentados de acordo com um plano prévio de ensino [Norman e Spohrer 1996]. Nesta abordagem os erros são punidos e o aprendiz tende a seguir um planejamento previamente estabelecido, atuando de forma passiva [Valente 1993a].

Segundo a teoria construtivista, proposta por Piaget, uma criança possui um mecanismo de aprendizagem próprio, desenvolvido antes de ela frequentar a escola. Nesse paradigma, busca-se desenvolver a capacidade intelectual dos aprendizes, oferecendo a eles oportunidades de interagir com objetos, em uma exploração ativa, onde eles constroem seu próprio conhecimento, sem ensino explícito [Norman e Spohrer 1996; Valente 1993a]. No construtivismo, a educação se baseia em um conjunto de problemas realistas, que demandam variados conhecimentos e habilidades para sua resolução, motivando o aprendiz ao mostrar onde o conhecimento é útil [Guzdial et al. 1996]. O construtivismo defende que os erros ajudam a entender ações e conceitualizações. O aprendiz construtivista é ativo no processo.

A existência de computadores não melhora o ensino *per se*: os computadores são apenas mais um material, que pode servir como amplificador, estendendo o alcance e a profundidade do aprendizado [Kay 1995]. Mas o correto uso do computador em processos de aprendizagem pode não somente apoiar o aprendizado de um conteúdo, mas estimular a criatividade, o pensamento lógico, a formulação de estratégias de resolução de problemas, entre outros [Kalas 1996]. Explorar vantagens do uso do computador na educação é muito positivo, em especial com jogos: as crianças adoram a emoção advinda de jogos, especialmente daqueles que possuem fases com níveis crescentes de dificuldades [Hakansson 1990].

Pode-se identificar duas direções de ensino baseadas em computador. Na primeira, o *software* ensina o aluno, em um estilo instrucionista: neste grupo podem ser incluídos os sistemas tutores (CAI e ITS). Ferramentas computacionais claramente inspiradas no instrucionismo possuem, tipicamente: perguntas com respostas previamente definidas, opções “certas” e “erradas” com pontos (ou outro tipo de benefício ao aprendiz) associados a essas escolhas, sequenciamento de conceitos a ser trabalhados conforme sua hierarquia e importância teórica, e algum processo de fixação dos conceitos ao final, reiterando os conteúdos trabalhados. Na outra direção, baseada no construtivismo, o aprendizado acontece enquanto o aprendiz experimenta as opções e aprende enquanto conduz experimentos, buscando certo objetivo. Jogos construtivistas evitam definir explicitamente o que é “certo” e o que é “errado”, deixando o aprendiz construir esses conceitos em um ambiente onde pode experimentar. Ambientes construtivistas evitam o ensino explícito, evitam apresentar definições que não sejam solicitadas pelos aprendizes e evitam ordenar as atividades de acordo com sua estrutura teórica, buscando uma forma mais próxima do real de trabalhar com os conceitos que se considerem relevantes, na ordem em que precisem ser usados para resolver um problema específico.

Há uma terceira forma de ver o computador como apoio a processos de aprendizagem. Nesta forma o objetivo não está em buscar trabalhar o aprendizado de um conteúdo específico, mas em usar o computador como uma ferramenta para apoiar crianças e jovens a testar conceitos, experimentar, serem criativos, descobrir algo que lhes seja interessante e motivador. Essa proposta nasceu com o ambiente Logo, proposto inicialmente por Papert, no MIT. Logo era composto originalmente por uma linguagem de programação, onde o aprendiz controla os movimentos de um objeto no chão ou um ícone na tela (a tartaruga). O objetivo do Logo era transformar o computador em um simulador experimental universal, onde os aprendizes podem manipular e explorar conceitos em diversos domínios que não são previamente estabelecidos. O Scratch é hoje uma plataforma também desenvolvida pelo MIT que agrega em si as experiências do Logo e um potencial maior de experimentar, dado que a programação em blocos é muito mais acessível a um leigo em informática e que há interfaces com ambientes os mais variados, inclusive de robótica. Usando Logo, ou Scratch, o aprendiz se envolve em um processo de formulação de hipóteses, teste e avaliação do resultado [Valente 1993B; Wenger 1987]. Sistemas onde o aprendizado se faz através do ciclo de descrição-execução-reflexão-depuração possuem “estética Logo” [Valente 1993, 1996] e tem um aprendizado classificado como construcionista.

Saber em qual paradigma irá se basear um jogo a ser construído é essencial e deve ser a primeira opção a ser feita no projeto. Toda a concepção de um jogo deve

partir das premissas de um dos três paradigmas acima: instrucionista, construtivista ou construcionista.

Em diversas oportunidades, ao longo dos projetos do LIAG, foi muito importante ter essa opção previamente estabelecida. Se o objetivo era construir um jogo construtivista, era importante não ceder a “tentação” de ensinar algo de forma explícita, era importante deixar muito claro para todos os envolvidos no projeto, desde o primeiro momento, quais seriam as estratégias que deveriam ser exploradas para que o aprendiz pudesse construir o seu conhecimento. A própria equipe envolvida pode ser diferenciada: para uma plataforma instrucionista, um professor que tenha experiência no ensino de certo conteúdo pode ser uma ótima opção para atuar em parceria com os desenvolvedores; para uma plataforma construtivista, é importante ter alguém que tenha experiência prática com o tema em questão e que consiga ajudar a construir um ambiente que simule um problema próximo de algo real, onde o aprendiz possa exercitar opções e construir seu conhecimento.

2.2. Envolvimento do usuário final e de especialistas no domínio na construção da interface

O envolvimento de usuários finais no desenvolvimento de sistemas ou jogos é encorajado por alguns autores devido aos seus resultados positivos [MELO e BARANAUSKAS, 2006; MULLER, 2007]. Essa prática tem por objetivo a construção de um sistema que atenda às necessidades do usuário no que diz respeito à interface e à usabilidade. Existe também a possibilidade de conhecer mais o perfil do usuário final e, através de sua análise, modificar comportamentos funcionais do sistema, não se restringindo somente à interface.

A construção de um jogo para trabalhar conceitos de certo domínio extrapola a experiência de um grupo que conhece a tecnologia envolvida em um jogo computacional. Quando o assunto é *Serious Games*, a importância de envolver especialistas no domínio torna-se ainda maior. Na experiência de desenvolvimento de jogos do LIAG, foi percebido o benefício da inclusão de pesquisadores ou profissionais que dominam o tema do jogo na equipe de desenvolvimento. Contar com profissionais que dominem o assunto do jogo durante o desenvolvimento é importante para que o conteúdo do jogo fique correto e mais próximo às maiores preocupações do dia a dia. O jogo Hemotion contou com a participação de profissionais de saúde e educação especializados em hemofilia, enquanto o jogo Daphnia World contou com a participação de uma professora de Toxicologia. Essas duas experiências foram muito positivas, quando contrapostas a outras experiências do próprio laboratório, onde não foram envolvidos especialistas no domínio em questão.

A participação da professora de toxicologia no projeto Daphnia World colocou um grande rigor na representação dos personagens e no comportamento destes. Os personagens não são apenas personagens que servem como meio para um aprendizado, mas – com sua forma e seu comportamento fiéis – apóiam um aprendizado tácito dos elementos que os animais representam. Houve momentos com discussões muito importantes sobre situações ilustradas no jogo, buscando um equilíbrio entre um necessário fator lúdico e conteúdos de aprendizagem que precisavam ser discutidos. A busca desse equilíbrio é um ponto importantíssimo no processo de proposição de um jogo com objetivos de aprendizagem:

- ele não pode ser um “jogo educativo”, como muitas vezes é visto por jovens, ou seja, algo com conteúdos, mas pouco motivador;
- mas o fator lúdico também não pode preponderar de tal forma que o jogo deixe de trabalhar os conceitos importantes em uma profundidade aceitável.

No caso do time envolvido no projeto Hemotion a participação foi muito mais importante. O projeto foi conduzido em parceria entre o Hemocentro e o LIAG. Ficaram sob responsabilidade do time do Hemocentro todo o conteúdo, a definição de estratégias para aprendizado, a priorização dos pontos mais críticos a ser trabalhados na visão dos profissionais que lidam com as crianças hemofílicas no dia a dia, etc. E ficaram sob a responsabilidade do time do LIAG a construção do jogo, a condução das dinâmicas para sua avaliação e as correções e melhorias possíveis. É importante relatar que a ideia original do jogo veio de uma criança portadora de hemofilia que frequenta o hemocentro. Dada a observação da ideia por profissionais de saúde que atendiam a criança, essa foi discutida com o LIAG e o projeto teve início. Com o processo de concepção do jogo em andamento, só alguém que trabalha com crianças portadoras de hemofilia consegue identificar quais são os pontos que as crianças têm mais dificuldade em aceitar e/ou compreender, quais assuntos podem acabar criando reações muito adversas nas crianças e quais assuntos precisam ser tratados com mais profundidade. Mas o projeto Hemotion buscou um alinhamento ainda maior, e não se limitou a trabalhar com especialistas no domínio: envolveu usuários típicos – crianças hemofílicas e amigos de crianças hemofílicas – em todo o processo de concepção, construção e avaliação do jogo.

Durante o desenvolvimento do Hemotion foram realizadas três dinâmicas, que envolveram crianças com hemofilia – os usuários finais do jogo. As dinâmicas *Braindraw*, Avaliação Heurística Participativa (AHP) e Teste Beta tiveram por objetivo auxiliar os desenvolvedores na construção do design da interface do jogo. Tiveram também papel essencial no entendimento do perfil das crianças que iriam utilizar o jogo. No desenvolvimento do Daphnia World foram utilizadas as dinâmicas *Braindraw* e AHP com crianças de ensino médio para a criação da interface e do enredo do jogo. As três subseções a seguir abordam as três dinâmicas que apoiaram o desenvolvimento dos dois jogos: *Braindraw* (Subseção 1.3.1), AHP (Subseção 1.3.2) e Teste Beta (Subseção 1.3.3).

Todas as dinâmicas envolveram os usuários finais do jogo educativo e contaram com a presença de observadores adultos. Como as dinâmicas em questão envolvem a participação de seres humanos, é necessário solicitar aprovação a um Comitê de Ética em Pesquisa com vistas a garantir e resguardar a integridade e os direitos dos participantes envolvidos na pesquisa. A realização de todas as dinâmicas foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (FCM/UNICAMP), de acordo com a Resolução nº 196/96 da CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa).

As três dinâmicas tiveram gravação de áudio e de vídeo. Os desenvolvedores optaram também por realizar questionários para obter mais informações dos participantes da dinâmica. Um exemplo de questionário pode ser visualizado na Figura 2.6. O questionário foi utilizado na dinâmica Teste Beta para o jogo Hemotion. Os questionários têm de ter perguntas objetivas e precisas. Já a terminologia utilizada deve ser tal que o público alvo do jogo entenda o que está sendo perguntando com clareza.

2.2.1. *Braindraw*

Em alguns casos, o envolvimento de usuários finais no desenvolvimento do *design* de um sistema de computação é chamado *Design Participativo* [Walsh 2012]. Existem inúmeras técnicas que implementam *Design Participativo*. Nos projetos que embasaram este texto, optou-se por utilizar a *Braindraw*.

Braindraw é um tipo de dinâmica de prototipação participativa. Trata-se de um *brainstorming* gráfico feito nos moldes *round-robin* [Landauer e Prabhu 1998]. A abordagem dessa dinâmica é interessante, pois o usuário pode desenhar o que está em sua mente sem receber críticas. Outra vantagem que se pode observar com a utilização dessa abordagem é a aproximação dos desenvolvedores com o usuário final.

No caso do jogo Hemotion, os desenvolvedores optaram por utilizar a dinâmica *Braindraw*. Existem outras dinâmicas ou abordagens que podem ser realizadas para aproximar o desenvolvedor do usuário final.

Como cada projeto tem suas especificidades, faz-se, então, necessária a realização de adaptação das dinâmicas. Essa adaptação deve levar em consideração o tipo de jogo, o que se quer ensinar e, o perfil do público alvo (idade, sexo, limitações, etc). A adaptação se estende também ao meio físico onde será realizada a dinâmica: os idealizadores da dinâmica precisam refletir previamente como será a distribuição dos participantes da dinâmica (participantes atuarão de forma individual ou em grupo?) e o material que será disponibilizado.

Uma das preocupações dos membros do time de desenvolvimento foi com a imprevisibilidade dos resultados que poderia ser produzidos durante a dinâmica, isso porque crianças são imprevisíveis. Podia-se esperar desenhos criativos, ou não. Caso as crianças estivessem com dificuldades de realizar desenhos devido à falta de imaginação, durante a primeira rodada, seria utilizada uma cartolina com colagens de desenhos relacionados à hemofilia. Foto da cartolina com colagens é apresentada na Figura 2.6.



Figura 2.6. Cartolina que seria utilizada caso as crianças demonstrassem estar sem criatividade

No decorrer da dinâmica *Braindraw*, os desenvolvedores notaram que o uso da cartolina com colagens era desnecessário, portanto, não foi utilizada. Mas, é importante haver um plano já elaborado para as diferentes situações que envolvam uma dinâmica e possam prejudicá-la.

Outra preocupação com a realização desse tipo de abordagem é a necessidade do envolvimento e acompanhamento de observadores adultos. Toda informação dita, escrita ou desenhada pelos membros da dinâmica devem ser levadas em consideração. Para isso, a presença de observadores adultos é de extrema importância. É essencial também que esses observadores estejam envolvidos no projeto de alguma forma, no caso do jogo Hemotion, os observadores selecionados eram os desenvolvedores do jogo e profissionais de Saúde e Educação especialistas no tratamento de indivíduos com hemofilia.

Ao final da dinâmica, dá-se início a fase de análise e consolidação dos resultados. Nessa fase, todo o resultado da dinâmica deve ser estudado e considerado na construção do roteiro do jogo. Um exemplo de como os resultados da dinâmica auxiliaram os desenvolvedores do jogo pode ser visualizado na Figura 2.7.

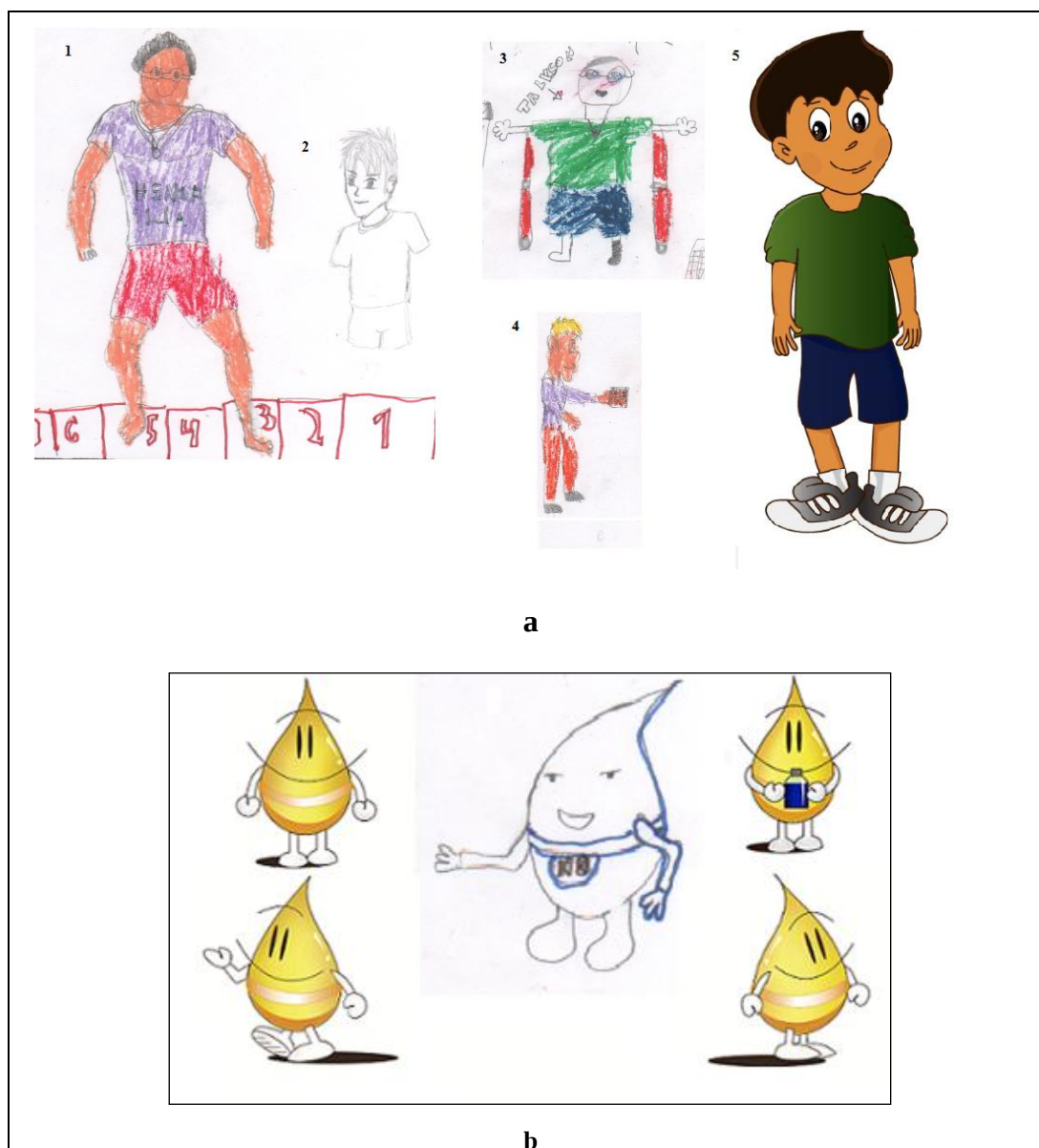


Figura 2.7. Seleção de alguns elementos da dinâmica para construção os personagens [Matsunaga et al. 2012b]

2.2.2. Avaliação Heurística Participativa (AHP)

Usabilidade é o termo usado para definir a praticidade e conveniência com que as pessoas acessam um sistema, serviço ou produto [Chen e Macredie 2005]. A dinâmica AHP tem por intuito mensurar a usabilidade de um sistema através do uso de regras específicas com a participação dos usuários finais. É uma técnica barata, rápida e efetiva de avaliar a *interface* de um sistema [Muller et al. 1998]. A avaliação é feita com base em princípios reconhecidos de *interfaces* de sistemas. Estes princípios são chamados de heurísticas. Muller et al. (1998) definiu uma lista de heurísticas que são objetos de avaliação durante a Avaliação Heurística.

Nesta etapa, os usuários finais entram em contato com o jogo que deve estar em fase avançada de desenvolvimento. Consideramos fase avançada de desenvolvimento como sendo concluídas a primeira e a segunda fase do jogo educativo. No caso do jogo

educativo Hemotion, os desenvolvedores optaram pela AHP, que guia a dinâmica através de heurísticas pré-estabelecidas. A Tabela 2.1 apresenta a lista de heurísticas definidas por Muller e que foram consideradas no desenvolvimento do jogo. Da mesma forma como citado na dinâmica *Braindraw*, cada projeto de desenvolvimento de jogo tem suas especificidades, o que requer um planejamento do que deve ser considerado como guia para avaliação de cada jogo. O mesmo vale para as heurísticas: cada projeto seleciona as heurísticas que são adaptáveis ao seu jogo. A dinâmica da fase de avaliação também requer cuidados na fase de adaptação, execução e análise dos dados.

O projeto de desenvolvimento do jogo mostrou que realizar avaliação do sistema em conjunto com os usuários finais é uma experiência positiva. É importante que antes da avaliação, o time de desenvolvimento conheça o que deve ser objeto de avaliação. O objetivo da avaliação tem de estar bem definido e com o escopo detalhado para evitar conflitos durante a dinâmica. É nesse intuito que, no projeto de desenvolvimento do Hemotion, utilizou-se as heurísticas definidas por Muller *et al.* (1998).

Tabela 2.1. Heurísticas consideradas na dinâmica AHP [Nielsen apud Preece *et al.* 2002] [Muller *et al.* 1998]

HEURÍSTICA GRUPO	HEURÍSTICASUBGRUPO	DESCRIÇÃO
Estado do sistema	Estado do sistema	O sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de resposta dentro de um tempo razoável.
Controle do usuário e Liberdade	Sequência de tarefas	O usuário pode selecionar a sequência de tarefas, ao invés de o sistema tomar controle das ações do usuário. Assistentes estão disponíveis, mas são opcionais e acionados pelo controle do usuário.
	Saídas de emergência	O usuário pode encontrar saídas de emergência se seleciona funções erroneamente.
Consistência e Relevância	Correspondência entre o sistema e o mundo real	O sistema fala a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares para o usuário, ao invés de termos orientados ao sistema.
	Consistência e Padrões	Cada palavra, frase ou imagem no <i>design</i> é utilizado consistentemente, com um significado único. Cada objeto na <i>interface</i> ou operação é sempre referenciado pela mesma palavra, frase ou imagem.
	Reconhecimento em vez de Recordar	Objetos, ações e opções estão visíveis. O usuário não precisa lembrar da informação de uma outra parte do sistema. Instruções para o usuário estão sempre visíveis.
	Designestético e minimalista	Diálogos não contêm informações que são irrelevantes ou raramente utilizadas.
	Ajuda e Documentação	O sistema é intuitivo e pode ser utilizado sem a ajuda da documentação. Quando necessário, o acesso a documentação é fácil de encontrar.
Tarefas e apoio ao trabalho	Habilidades	O sistema suporta, estende, suplementa ou aprimora as habilidades, o conhecimento ou a expertise do usuário.
	Iteração prazerosa e respeitável com o usuário	A iteração do usuário com o sistema aprimora sua experiência. O usuário é tratado com respeito. O <i>design</i> reflete o perfil do usuário.

2.2.3. Testes Alfa e Beta

A terceira e última dinâmica, Teste Beta, foi realizada quando o jogo estava em fases finais de desenvolvimento e teve por objetivo realizar a validação do jogo junto aos usuários. O Teste Beta faz parte dos Testes de Validação de um sistema de software. Segundo Pressman [2000 p.482], testes de validação são testes realizados para atestar a conformidade do sistema com o que foi requerido pelo usuário.

Ao realizar Testes de Validação, pode-se realizar dois tipos de testes: o teste alfa e o teste beta. O teste alfa é realizado nas instalações onde o software foi desenvolvido e conta com a participação do desenvolvedor. O teste beta é realizado nas instalações do usuário e não conta com a participação do desenvolvedor. Devido às restrições de locomoção dos usuários finais (fica inviável solicitar às crianças com hemofilia que compareçam no laboratório onde o jogo foi desenvolvido, dado que precisam sempre estar acompanhadas dos pais/responsáveis e o desenvolvimento foi feito em cidade diferente de onde elas são atendidas), o projeto contou apenas com os testes Beta. Os pesquisadores/responsáveis acompanharam os usuários durante o jogo e anotaram pontos observados.

Teste Beta são também utilizados na indústria de jogos, sendo aplicados principalmente em jogos do tipo MMORPG (*Multi Massive Online Role-Playing Games*). Jogos MMORPG comportam uma grande quantidade de jogadores interagindo e utilizando o jogo simultaneamente. Esse tipo de jogos têm adotado o teste beta como meio de verificar problemas de sobrecarga de servidores, problemas de autenticação e problemas de gerenciamento de contas. Novak [*apud* Neto2012] sustenta que “nesta fase todos os materiais já estão incorporados ao game e o processo de produção terminou. A fase beta tem como objetivo estabilizar o projeto e eliminar o maior número possível de defeitos antes que o produto comece a ser vendido”. Será estimulado o debate sobre a participação de usuários finais e pesquisadores com domínio no assunto durante o desenvolvimento de um jogo. A Figura 2.8 exibe um exemplo de questionário realizado durante a dinâmica Teste Beta.

Questionário do participante do Teste Beta

Você encontrou algum problema/erro/falha no jogo na parte técnica? (No decorrer do jogo encontrou algum problema em relação à telas e suas sequência)

☐ Sim

☐ Não

☐ Não sei responder

Você encontrou algum problema/erro/falha no jogo na parte comportamental/conceitual? (No decorrer do jogo encontrou algum problema em relação à algo que foi ensinado de forma incorreta)

☐ Sim

☐ Não

☐ Não sei responder

Ao jogar os mini-games encontrou algum problema/erro/falha?

☐ Sim

☐ Não

☐ Não sei responder

Figura 2.8. Questionário utilizado na dinâmica Teste Beta

2.3. Utilização de abordagens de gestão de projetos para a construção de jogos

Tradicionalmente, projetos acadêmicos têm um rigor na escrita e nas conclusões, mas têm um processo de desenvolvimento pouco estruturado, baseado na experiência pessoal de quem o conduz. Este seção apresenta um contraponto a essa tradição. Tem-se como objetivo promover uma discussão sobre o uso de abordagens de gerenciamento de projetos em projetos acadêmicos. A discussão irá permitir debater como essas abordagens, comumente utilizadas em empresas de software, podem auxiliar a academia a produzir de forma mais eficiente.

Os autores propõe a utilização do Guia PMBOK e do *framework* Scrum no processo de desenvolvimento de jogos educativos em ambientes acadêmicos, estratégias usadas com muita ênfase e muito sucesso em ambientes empresariais. É ressaltada a experiência do uso dessas abordagens na construção do Hemotion e do Daphnia World. As duas próximas subseções descrevem o Guia PMBOK e o *framework* Scrum. Descreve-se também a utilização dessas metodologias nos projetos de jogos do LIAG.

2.3.1. Guia PMBOK

Segundo o PMBOK (2008), projeto é “...um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que

se destina a atingir um objetivo claro e definido...”. Conforme essa definição, um Projeto de Iniciação Científica, Mestrado ou Doutorado podem ser considerados projetos, dadas as características propostas pelo PMBOK. Isso porque são temporários, com começo, meio e fim, bem definidos e únicos, com resultado singular.

Segundo o guia PMBOK (2008), Gerenciamento de Projetos é “... aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos.” Ou seja, para o planejamento e a execução de um projeto, existe um conjunto de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas já utilizados e testados que podem ser reutilizados em outro projeto aumentando sua chance de sucesso. O Guia PMBOK, que está em sua quinta edição, sintetiza todo esse conjunto de conhecimento e boas práticas.

Propõe-se incorporar as técnicas, boas práticas e métodos do PMBOK no gerenciamento de projetos acadêmicos. Todos os processos presentes no Guia podem ser adaptados para um projeto acadêmico, ajudando os membros envolvidos na condução do projeto. As experiências do LIAG nesse sentido foram bastante positivas.

Uma das proposições mais difundidas do PMBOK é o Plano de Projeto, documento integrador do Grupo de Processos de Planejamento. Nesta fase, a equipe de gerenciamento realiza o planejamento do projeto, onde são definidos e documentados no Plano de Projetos os seguintes processos: Planejamento e Definição do Escopo; Criação da EAP (Estrutura Analítica do Projeto); Definição e Sequenciamento das atividades, havendo estimativa de recursos e duração; Desenvolvimento do cronograma detalhado (no Grupo de processos de Iniciação o Cronograma criado era macro); Orçamentos; Planejamento de Qualidade; Planejamento de Recursos Humanos; Planejamento de comunicações; Planejamento do gerenciamento dos riscos, que envolve identificação, análise quantitativa, análise qualitativa e planejamento de resposta a riscos; Planejar compras e aquisições; Planejar contratações (PMBOK, 2008).

Todos esses processos foram considerados no Plano de Projeto elaborado. Durante o desenvolvimento do jogo Hemotion foram considerados o Grupo de Processos de Execução e o Grupo de Processos de Monitoramento e Controle. O Plano de Projeto é um documento ‘vivo’, ou seja, é constantemente alterado e revisado pelos participantes do projeto, de acordo com o andamento e acontecimentos que impactam o projeto. O Plano de Projeto foi atualizado durante todo o projeto de desenvolvimento do jogo Hemotion e toda versão contou com a revisão do professor orientador. Um dos itens do Plano de Projeto é a lista de atividades, que pode ser visualizada na Figura 2.9.

	Task Name
1	Gerenciamento do Projeto
2	Início
3	Planejamento
4	Execução
5	Monitoramento e Controle
6	Encerramento
7	Realização das disciplinas
8	FT 008
9	MO 827
10	FT 027
11	IA 368
12	FT 011
13	Desenvolvimento do Jogo
14	Estudo da Hemofilia
15	Pesquisa e Estudo de plataformas e engines para jogos
16	Pesquisa e estudo de linguagens de programação para implementação do jogo
17	Pesquisa e estudo de algoritmos e ferramentas para a construção de jogos
18	Extração de requisitos
19	Projeto de análise e design
20	Desenvolvimento do jogo
21	Design gráfico
22	Validação do jogo junto ao usuário (através de dinâmicas)
23	Elaboração do manual do usuário
24	Desenvolvimento da dissertação
25	Levantamento bibliográfico
26	Escrita da dissertação conforme normas da ABNT
27	Elaboração e apresentação de monografia para qualificação
28	Defesa da dissertação
29	Dinâmicas para validação do jogo no Hemocentro
30	Pedido ao Comitê de Ética
31	Escrita da documentação, dos formulários e do termo de consentimento
32	Agendamento e realização das dinâmicas
33	Site do Projeto Hemofilia
34	Manutenção e atualização do site
35	Artigo para congressos, eventos e revistas
36	Escrita de artigos para congressos, eventos e revistas
37	Submissão de artigos
38	Preparar a apresentação do trabalho
39	Apresentar o trabalho no evento

Figura 2.9. Lista de Atividades do Projeto

Outra boa prática adotada foi a formalização de toda a comunicação realizada entre professor orientador e orientanda através da realização de atas de reunião. Toda reunião produzia uma ata que tinha como padrão o registro das seguintes informações: data, horário, local, participantes, assuntos discutidos e decisões tomadas. Todas as reuniões eram guiadas por pautas que definiam os assuntos a serem abordados. O projeto de mestrado gerou um total de 40 atas.

2.3.2. Framework Scrum

O *framework* Scrum é a implementação de metodologia ágil mais utilizada no desenvolvimento de sistemas. Trata-se de um modelo onde os princípios básicos prezam a objetividade, papéis bem definidos e facilidade de aprendizado [Varaschim 2009]. O Scrum oferece um conjunto de boas práticas onde o gerenciamento do projeto é transparente para os usuários do modelo. A metodologia não irá detalhar o que deve ser

feito, mas vai dar visibilidade aos problemas da empresa e servir como um guia na resolução dos mesmos.

O Scrum foi a metodologia ágil selecionada para ser aplicada no desenvolvimento de jogos educativos do LIAG. É possível, durante todo o desenvolvimento de um jogo, utilizar as boas práticas e técnicas que guiam o *framework*.

A utilização não se limitou somente à aplicação das técnicas propostas pelo Scrum. Os membros do projeto utilizaram também as terminologias e papéis definidos pelo *framework*. Alunos de iniciação científica e uma profissional de *designer* gráfico, formaram o *Scrum Team*. O papel de *Product Owner* foi desempenhado pelo professor orientador deste trabalho e o papel de *Scrum Master* foi desempenhado pela aluna de Mestrado.

A seguir, dá-se ênfase à forma como os membros do projeto adaptaram a metodologia ágil Scrum a um projeto de pesquisa acadêmico. Foi utilizada uma planilha em Excel que auxiliou o time de desenvolvimento na distribuição de atividades. Uma das abas da planilha continha o gráfico *Burndown Chart*. Nesse gráfico, é possível visualizar, de forma rápida e simples, qual o status do andamento das atividades de uma determinada *Sprint*. Um dos gráficos *Burndown Chart* gerado pelo time de desenvolvimento pode ser visualizado na Figura 2.10.

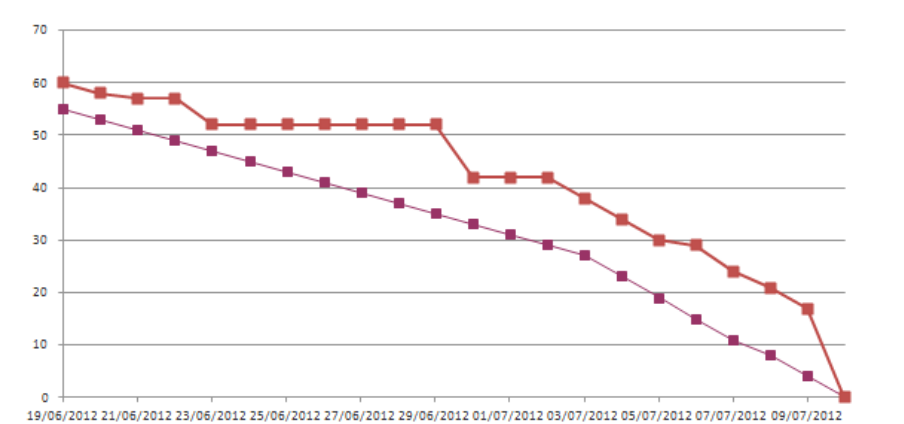


Figura 2.10. *Burndown Chart*, gráfico que permite a visualização do andamento do projeto de forma simples e rápida

2.4. Seleção da plataforma ou *engine* de desenvolvimento

A seleção de uma *engine* é um passo essencial para o desenvolvimento de um jogo. *Engine* é um *framework* específico para jogos, utilizado para abstrair ao máximo possível tarefas complexas comuns nesse contexto, tais como: *renderização* de imagens, animações, detecção de colisão, controle do tempo, etc. [Bishop *et al.* 1988].

Para poder escolher uma *engine* para o desenvolvimento de um jogo, é necessário ter previamente definidas as configurações dos dispositivos em que o jogo será executado [Kot2005]. Isso pode ser definido a partir das plataformas utilizadas comumente pelo público-alvo. Como exemplos de plataforma, podem ser citados: celulares, *tablets*, *desktop*, *web*, etc. Pode-se escolher mais de uma plataforma-alvo, uma vez que já existem *engines* que são compatíveis com múltiplas plataformas. São exemplos de como o público-alvo deve influenciar o projeto:

- no caso do jogo Hemotion, o público-alvo são crianças hemofílicas, em especial as usuárias do Hemocentro. Esse público é composto por crianças, muitas ainda em processo de letramento, e boa parte delas de origem humilde. Dessa forma, todo o processo de escolha da *engine* que embasou a construção do projeto teve como foco que o jogo deveria ter muitas falas, pouco texto, ser simples de manipular e ter como base computadores (e não *smart-phones* ou *tablets*), pois são dispositivos com mais possibilidade de as crianças terem acesso;
- no caso do jogo Daphnia World, o objetivo era um jogo para ser usado livremente que discutisse os conceitos de toxicologia. Então, um dos focos foi buscar uma plataforma de desenvolvimento livre, sem custos para o usuário e que funcionasse em diversos navegadores.

Dentre as *engines* compatíveis com os dispositivos dos usuários, deve-se ponderar entre diversos outros fatores, a saber: disponibilização de recursos que o jogo terá, diminuindo assim o tempo de implementação; existência de documentação abrangente, que inclua exemplos de uso; popularidade da *engine*; complexidade para implementação e manutenção; flexibilidade; compatibilidade com ferramentas de edição de código licença de uso e extensão; e preço. A seguir, serão detalhados alguns desses fatores.

É essencial verificar quais os recursos oferecidos pela *engine*, pois os recursos não oferecidos e que sejam necessários para o jogo funcionar deverão ser implementados, onerando o desenvolvimento. Portanto, quanto mais dos recursos necessários para o jogo a *engine* possuir, melhor [Bishop *et al.* 1988]. Para tanto, é necessário ter antes uma proposta de quais os recursos que o jogo precisará. Tendo um roteiro proposto e como deverá ser a interface, deve-se listar os recursos requeridos pelo jogo. Como exemplos de recursos, podem-se citar: *renderização* de imagens 2D, suporte a modelagem 3D, som etc.

Do ponto de vista do processo de construção do jogo, a disponibilização de documentação completa e abrangente, incluindo exemplos de uso também é um diferencial importante, pois possuir um material de referência é essencial para uma boa produtividade dos implementadores, especialmente dos que não estejam familiarizados com a *engine* [Parberry *et al.* 2013]. A *engine* deve possuir: uma descrição de todas as funcionalidades oferecidas, documentação técnica em formato padronizado, exemplos de implementação, tutoriais etc. Quanto maior e mais abrangente a documentação, melhor.

O índice de utilização da *engine* também pode ser levado em conta no processo de escolha. *Engines* que tenham uma base grande de usuários possuem também um volume maior de implementadores familiarizados com a plataforma. Além disso, ferramentas com uma base grande de implementadores, costumam ter fóruns e lista de e-mails com muitos participantes [Parberry *et al.* 2013]. O que facilita o processo de desenvolvimento e manutenção para os implementadores.

Outra questão a se levar em conta é a complexidade para implementação e posterior manutenção do jogo. O código que será mantido é o que foi criado especificamente para o jogo: quanto menos linhas de código forem necessárias para a criação do jogo, melhor. Outro ponto importante é o nome das funções oferecidas pela *engine*: nomes bem definidos facilitam o entendimento e a manutenção do código.

Por outro lado, é importante que a *engine* seja flexível, no sentido de poder ser personalizada, dando total controle do jogo para os implementadores. *Engines* que não possuam uma boa flexibilidade podem acabar sendo contraproducentes. Por exemplo, uma *engine* que não permita o uso de imagens e animações diferentes dos disponibilizados por padrão podem não ser adequadas para o desenvolvimento de jogos que precisem de imagens diferentes.

Também é interessante que a *engine* possua integração com ferramentas de desenvolvimento consagradas pelo mercado. O uso de Ambientes de Desenvolvimento Integrado (IDE) acelera o desenvolvimento do jogo, sendo importante que a *engine* possa ser integrada a pelo menos um IDE de larga utilização pelo mercado (ou que a *engine* possua seu próprio IDE) [Darken *et al.* 2005].

O responsável pela *engine* e a sua licença de uso são também aspectos importantes a se considerar. É preciso verificar se a *engine* recebe atualizações constantes, especialmente se a *engine* for proprietária, assim como o oferecimento de suporte pelo responsável.

Caso a *engine* possua código aberto, é fundamental que tenha uma grande base de usuários, possua uma boa documentação, e também que a sua licença permita alterações. No caso de *engines* proprietárias, é necessário verificar se o responsável está ativo, realizando manutenções e evoluindo a plataforma.

Por fim, é necessário ponderar os itens acima mencionados com seu preço. Nem sempre uma *engine* grátis ou muito barata pode ser a melhor opção: é preciso estimar o custo de desenvolvimento com cada plataforma, custo este que geralmente é muito maior que o preço de uma *engine* (em especial, quando há opções de “licenças acadêmicas”). Pode-se também comparar esse custo estimado com o custo de desenvolver o jogo sem uma *engine*, ou construir uma *engine* própria para depois desenvolver o jogo.

Para a seleção da *engine*, por ser necessário avaliar os diversos fatores técnicos anteriormente detalhados, é essencial que esta análise seja feita por um profissional com perfil técnico, de preferência pelo próprio time que irá implementar o jogo.

Além desses fatores, pode-se ainda elencar outros critérios para a seleção de uma *engine*, como a familiaridade da equipe com determinada tecnologia, restrições quanto ao uso de software proprietário etc., de acordo com as restrições do projeto de desenvolvimento.

No caso do jogo Hemotion, foram testadas diversas *engines* para escolher uma que pudesse ser executada em navegadores *web*, que possuísse ferramenta para modelagem e controle de tempo e uma documentação abrangente, sendo escolhida a Adobe Flash [Matsunaga *et al.* 2013].

No caso do jogo *Daphnia World*, escolheu-se por desenvolver uma *engine*, pois era um pré-requisito do projeto que o jogo fosse desenvolvido em HTML5, e na época não havia *engines* com documentação abrangente ou com grande número de usuários [Bispo *et al.* 2012].

2.5. Conclusão

Este texto apresentou um resumo de várias escolhas que precisam ser feitas ao se iniciar o desenvolvimento de um jogo para o aprendizado. Fazer as escolhas certas no início do projeto pode fazer com que o processo de construção do jogo seja mais simples, ágil e preciso, desenvolvendo um jogo mais alinhado às expectativas do público em que ele será usado.

Discutiu-se a importância de definir, em um primeiro momento, qual paradigma de aprendizado será utilizado e como essa escolha irá influenciar todo o projeto. Também foram apresentadas as vantagens de envolver especialistas no domínio e usuários típicos no processo de construção. Foi apresentado o uso da gestão de projetos como estratégia que pode facilitar o processo de planejamento e construção da ferramenta. E, por fim, foi ressaltada a importância da escolha de uma *engine* adequada, enumerando-se diversos critérios que devem ser usados com esse fim. As questões discutidas foram ilustradas com o processo de desenvolvimento de dois jogos no LIAG.

Espera-se, assim, ajudar times que estejam desenvolvendo jogos, ou que pretendam iniciar trabalhos nesse sentido, a atingir seus objetivos com mais agilidade e mais qualidade, evitando erros que possam dificultar sobremaneira o alcance dos objetivos almejados pelo jogo.

Referências

- Bishop, L. Eberly, D. Whitted, T. Finch, M. Shantz, M. (1998) “Designing a PC game engine”. Computer Graphics and Applications, v. 18, n.1, p.46-53.
- Bispo D. M. Zabeu, M. S. Umbuzeiro, G. A. Borges, M. A. F. (2012) “Desenvolvimento de Jogo Educacional sobre Ecotoxicologia Utilizando HTML5”. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 20, n,1 p. 121-131.
- Chen, S. Y.; Macredie R. D. (2005) “The assessment of usability of electronic shopping: A heuristic evaluation”. International journal of Information Management v. 25, p. 516-32.
- Darken, R. McDowell, P. Johnson, E. (2005) "The Delta3D Open Source Game Engine". Computer Graphics and Applications, v.35, n.3, p.10-12.
- Guzdial, M., Kolodner, J., H. Melo, C., Narayanan H., Carlson, D., Rappin, N., Hübscher, R., Turns, J., Newstetter, W. (1996) “Computer support for learning through complex problem solving”. Communications of the ACM, vol.39, n.1, p.43-45.
- Hakansson, J. (1990) “Lessons learned from kids: one developer’s point of view”. In: LAUREL, B. (Ed.). The art of human-computer interface design. Massachusetts: Addison-Wesley, p.123-130.
- Kalas, I. (1996) “Designing educational environments”. Quicksand for developers? In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA E APRENDIZAGEM, 7, 1996, Rio de Janeiro. Anais do VII Congresso Internacional de Informática e Aprendizagem, Rio de Janeiro: [s.n.], (no prelo).
- Kay, A C. (1995) Computers, networks and education. Scientific american, p.148-155.

- Kot, B. Wuensche, B. Grundy, J. Hosking, J. (2005) "Information visualisation utilising 3D computer game engines case study: a source code comprehension tool". In: CHINZ '05 Proceedings of the 6th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: making CHI natural, p.53-60.
- Landauer, T. K.; Prabhu, P. V. "Handbook of Human-Computer Interaction". New York, NY, USA: Elsevier Science Inc., 1998.
- Matsunaga, R. M.; Borges, M. A. F. (2012a) "Developing a Serious Game for children with hemophilia". In: IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems 2012, 2012, Lisboa. Proceedings of the IADIS International Conference Game and Entertainment Technologies. p. 77-80.
- Matsunaga, R. M.; Morais, S. N.; Rossi, R. A.; Borges, M. A. (2012b) "Desenvolvimento de um jogo educativo para apoiar o aprendizado de pacientes com Hemofilia". In: I Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação.
- Matsunaga, R. M., Borges, M.A.F., Moraes, R. L. O. (2013) "Desenvolvimento de um jogo educativo para crianças com hemofilia". Dissertação de Mestrado.
- Melo, A. M.; Baranauskas, M.C.C. (2006) "Design para a Inclusão: Desafios e Proposta". Anais do IHC. Natal, RN. p. 19-22.
- Muller, M. J.; Matheson, L.; Page, C.; Gallup, R. (1998) "Methods & tools: participatory heuristic evaluation". Interactions, v.5, n.5, p.13-18.
- Muller, M. J. (2007) "Participatory design: The third space in HCI". In: J. Jacko and A. Sears (eds.), Handbook of HCI 2nd Edition. Erlbaum :Mahway, NJ, USA.
- Neto, D. P.; Santos, F. A. N. (2012) "Desenvolvimento de games: contribuição para a infografia interativa sob uma perspectiva e método de Design". Human Factors in Design, v. 1, n 1.
- Norman, D.A., Spohrer, J.C. (1996) "Learner-centered education". Communications of the ACM, v.39, n.4, p.24-27.
- Parberry, I. Nunn, J. R. Scheinberg, J. Carson, E. Cole, J. "SAGE: A Simple Academic Game Engine". Disponível em <https://larc.unt.edu/ian/pubs/sage.pdf>. Último acesso em Setembro de 2013.
- Pressman, R. S. "Software Engineering: A Practitioner's Approach". MacGraw-Hill Higher Education. Quinta edição. p. 482 - 483. 2000.
- Project Management Institute. PMI. Guia PMBOK. Quarta Edição. 2008.
- Valente, J.A. (1993a) "Computadores e Conhecimento: repensando a educação". Campinas: Gráfica central da Unicamp, Campinas-SP, Brasil. p.1-23: Diferentes usos do computador na educação.
- Valente, J.A. (1993b) Computadores e Conhecimento: repensando a educação. Campinas: Gráfica central da Unicamp, Campinas-SP, Brasil. p.24-44: Por quê o computador na educação.
- Varaschim, J. D. (2009) "Implantando o SCRUM em um Ambiente de Desenvolvimento de Produtos para Internet". Monografia em Ciência da

Computação do Departamento de Informática da PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO.

- Walsh, G. (2010) “Developing DisCo: A distributed co-design, on-line tool”. HCIL-2010-18 [Relatório Técnico]. College Park, MD: Human-Computer Interaction Lab.
- Wenger, E. (1987) “Artificial intelligence and tutoring systems; computational and cognitive approaches to the communication of knowledge”. Los Altos-CA, EUA: Morgan Kaufmann,