

Apoiando o ensino-aprendizagem da matemática usando o Math Arrow

Fagner Silva Martins¹, Ayla Dantas¹,
Edileide dos Santos Alves¹

¹Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Caixa Postal 117 – 58.297-000 – Rio Tinto – PB – Brasil

{ayla, fagner.silva}@dce.ufpb.br, edileidematematica@gmail.com

Abstract. *The use of technologies such as smartphones and tablets is a new trend in education as a way to support the teaching-learning process. The presence of applications in classrooms allows the investigation of new educational opportunities and the development of materials suitable for the teacher methodological proposal. This work describes a Learning Object intended to help in the learning process of some specific mathematical contents. Besides, it also presents an initial assessment of a version of this Learning Object exploring Integer Numbers that has been used by elementary school students from public schools and math teachers, and university students from mathematics courses.*

Resumo. *O uso de tecnologias como smartphones e tablets é uma nova tendência na educação como forma de apoiar o processo de ensino-aprendizagem. A presença de aplicativos em salas de aula permite a investigação de novas possibilidades didáticas e o desenvolvimento de materiais adequados à proposta metodológica do professor. Neste artigo é descrito um Objeto de Aprendizagem criado com o intuito de auxiliar no ensino de conteúdos matemáticos específicos. Além disso, é apresentada uma avaliação inicial de uma versão do Objeto de Aprendizagem com o conteúdo de Números Inteiros por alunos do ensino fundamental de uma escola pública e por professores de matemática e universitários de cursos de licenciatura em matemática.*

1. Introdução

As crianças e jovens da atualidade são considerados nativos digitais, pois nasceram inseridas no mundo digital e portanto, sentem-se totalmente à vontade com a tecnologia. Além disso, enfrentam com facilidade as frequentes mudanças e novidades que ela oferece [Prensky 2001]. Sabe-se que a tecnologia também vem modificando o panorama da educação e a escola precisa adaptar-se a este cenário, oferecendo a esses novos alunos recursos no mundo digital que facilitem o seu aprendizado e os motivem a estudar. Além disso, o docente precisa escolher sua metodologia de ensino de acordo com as necessidades do aluno, diferentemente do método tradicional de ensino.

O *tablet* é um recurso que está sendo amplamente difundido. Sua utilização em sala de aula é cada vez mais comum, além de ser mais acessível do que outros recursos como o computador. Sendo assim, vem surgindo a necessidade de se criar e aplicar no ensino programas de computador (software) para dispositivos móveis que sirvam como materiais instrucionais ajudando o estudante a obter melhor desempenho em uma disciplina

específica. É importante destacar que a demanda por esse tipo de software tem crescido cada vez mais com a disseminação de projetos e políticas públicas que favoreçam o uso da informática no cotidiano escolar, seja em laboratórios ou por meio de projetos em que se oferece um computador por aluno ou um *tablet* por aluno [Silva 2009].

Algumas disciplinas necessitam de mais atenção, como é o caso da matemática, que é vista por alguns como uma disciplina difícil. Um dos fatores que contribuem para isto é o fato de que em várias escolas é comum a utilização do método de ensino tradicional com aulas expositivas, o que não contribui para que os alunos se sintam estimulados a apreender [Freire 1996]. Nos últimos anos se têm explorado mais o construtivismo no ensino da matemática e em outras disciplinas. Utilizando essa abordagem, o aluno deixa de ser um “depósito” de conteúdos, passando a ser um dos construtores de seu conhecimento.

Com a introdução do computador como recurso didático nas escolas, desenvolveram-se jogos educativos digitais para matemática e que vêm sendo utilizados em contextos de ensino-aprendizagem. Com a introdução do *tablet* não seria diferente, mas jogos educacionais para dispositivos móveis em português e para matemática ainda são escassos. Há uma demanda então por mais jogos, e cuja utilização seja norteadada por interesses pedagógicos e não apenas como um mero recurso ou para propor uma aula diferente ou ainda porque os alunos gostam de computadores/*tablets*.

Sabe-se que a matemática é um elemento fundamental na preparação dos jovens para a vida moderna e permite que eles enfrentem desafios na vida profissional, social e científica. Além disso, observa-se que os alunos e até profissionais da área possuem dificuldades sobre esta disciplina e nem sempre se sentem motivados a responder exercícios da área [SILVA 2005].

Analisando estes aspectos, este artigo apresenta uma proposta de um objeto de aprendizagem (OA) do tipo jogo, intitulado Math Arrow para apoiar o ensino e a aprendizagem da matemática, criado para dispositivos móveis. Considera-se aqui objeto de aprendizagem como sendo “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” [Macêdo et al. 2007].

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver e avaliar o uso do Math Arrow, como ferramenta para auxiliar e estimular os estudantes do ensino fundamental e médio no ensino-aprendizagem da matemática.

Os objetivos específicos deste trabalho foram os seguintes: i) Identificar OA voltados para o ensino da matemática e em especial operações com números inteiros; ii) Compreender o que caracteriza um software do tipo jogo, e utilizar tais características no levantamento dos requisitos do Math Arrow, principalmente considerando os aspectos de *game design*; iii) Avaliar o OA Math Arrow com alunos e professores; iv) Estabelecer uma arquitetura de software que possa ser reusada por aplicativos semelhantes (ex: que trabalhem outros conteúdos matemáticos); v) Estabelecer uma arquitetura de software que possibilite o controle e atualização das questões que serão disponibilizadas através do jogo, por parte do professor.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica deste trabalho e alguns OA voltados para o ensino da matemática. A Seção 3 apresenta o Math Arrow e algumas detalhes técnicos sobre sua implementação e arquitetura. A Seção 4 apresenta a avaliação do Math Arrow e, por fim, a Seção 5

apresenta as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

[Valente 2007] ressalta que a escola deveria incorporar cada vez mais a utilização das tecnologias digitais, para que seus estudantes pudessem aprender a ler, escrever e se expressar através desses novos instrumentos, pois ao integrar tecnologias ao processo de ensino e aprendizagem, surge um excelente caminho para promover novos conhecimentos que permitem a inserção dos estudantes nesse novo contexto social.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) têm sido vistas por diversos pesquisadores como ferramentas capazes de facilitar a aprendizagem dos alunos, propiciando discussões e análises críticas para construção do conhecimento pelo aprendiz. [Ponte et al. 2003] destacam, ainda, que o uso das TIC está cada vez mais presente na atividade dos professores de Matemática, algo que vem sendo considerado fundamental, nos dias de hoje, para o exercício profissional dos docentes. No entanto, é necessário que os professores estejam preparados para atuar nesse novo contexto, promovendo essa forma de aprendizagem.

Nessa nova forma de aprendizagem têm sido explorados alguns software como meios que podem propiciar ao aluno uma maior interação com o conhecimento e que permitem que os mesmos possam aprender em seu próprio ritmo. Porém informatizar os métodos tradicionais de instrução não é suficiente para provocar mudanças [Fernandes et al. 2009]. Segundo [Peters and Kayser 2006], a digitalização do ensino e da aprendizagem possibilita simulações que favorecem a aprendizagem por descoberta. Dessa forma, o professor assume o importante papel de orientador e mediador do processo de aprendizagem dos alunos, devendo saber selecionar bem os programas que deseja utilizar e a forma de utilizá-los.

Uma das opções a disposição dos professores são os jogos educacionais, que constituem um ramo dos chamados jogos sérios, tendo como objetivo instruir e educar os jogadores sobre um determinado tema ou conceito, proporcionando ainda diversão e entretenimento [Pádua 2008].

Para [Amory 2001], a utilização dos jogos computadorizados no ensino é importante pelo fato dos jogos afetarem a motivação, as funções cognitivas e a curiosidade do aprendiz, acreditando ainda que esses jogos representam uma forma através da qual o aprendiz pode estar imerso em micromundos construtivistas.

[Lara 2004] afirma que os jogos, ultimamente, vêm ganhando espaço dentro das escolas, numa tentativa de trazer o lúdico para dentro da sala de aula. Acrescenta que a pretensão da maioria dos professores com a sua utilização é a de tornar as aulas mais agradáveis, com o intuito de fazer com que a aprendizagem torne-se algo mais fascinante. Além disso, as atividades lúdicas podem ser consideradas como uma estratégia que estimula o raciocínio, levando o aluno a enfrentar situações conflitantes relacionadas com o seu cotidiano.

Um software do tipo jogo é capaz de estabelecer um fluxo de experiência, que foi definido por [Csikszentmihalyi 1997], como sendo o nível ideal de estímulo para manter o jogador engajado no processo e que pode ser alcançado através de objetivos claros e *feedback*. Além disso, um jogo, seja ele educativo ou não, possui mecanismos adequa-

dos para estabelecer a transição entre dois estados emocionais opostos: a frustração e o *fiero* (palavra italiana que representa a sensação de vitória). Segundo [Tavares 2005] os elementos básicos para um jogo engajador são:

- **Balanceamento:** O jogo não pode ser muito fácil para que o jogador não perca o interesse nele, nem tão difícil a ponto de desistir;
- **Criatividade:** Deve-se investir em novos elementos de jogabilidade e interatividade que possam surpreender o jogador;
- **Personagens:** Os personagens devem cativar ou afligir o público. Cenários e efeitos sonoros também podem ser usados para cativar;
- **Energia:** Fazer o jogador querer jogar sempre mais. Pequenos objetivos e desafios, misturados a pequenas pausas para descanso, embalados por uma trilha sonora adequada podem atender o cumprimento deste elemento.

Considerando o contexto da matemática, há algumas propostas de jogos e plataformas para apoiar no ensino-aprendizagem dessa disciplina e que serão comentadas a seguir.

O Childsplay é uma plataforma de jogos educacionais para Windows, Linux e IOS. É flexível, pois permite a associação de vários minijogos. Geralmente é utilizada como fonte de aprendizado para crianças do Ensino Fundamental, pois seus minijogos abarcam conteúdos iniciais da matemática. Como o Childsplay é um software livre licenciado pela GNU GPL, seu código pode ser editado por pessoas do mundo inteiro, que também podem criar outros minijogos. Além de minijogos matemáticos, a plataforma oferece minijogos de Língua Portuguesa.

O GCompris pode ser caracterizado como um jogo simples de ser utilizado porque possui recursos de orientação e interação, faz referência aos objetivos em todas as atividades. Contém uma grande diversidade de atividades com conteúdos curriculares da Educação Infantil ao Ensino Fundamental. Contudo, observa-se que existem atividades interessantes para o fundamental II nas categorias Matemática, Experiências, Jogos de estratégia, Geografia e Recursos de autoria. O software é multidisciplinar e isso facilita o desenvolvimento de atividades interdisciplinares. De acordo com o *site* oficial do GCompris, as atividades do programa perpassam as mais diversas áreas, mas não há no software preocupação em separar as atividades em áreas específicas do conhecimento.

O Tux Math é um software que possibilita reforçar o aprendizado das quatro operações básicas da matemática. Dentre as características encontradas, destacam-se o som, a animação, a premiação e o erro. Os sons utilizados como recurso despertam a atenção. As animações do personagem permitem uma relação maior do usuário com o jogo. As imagens reais do universo apresentadas como plano de fundo proporcionam a interdisciplinaridade entre as matérias de Matemática e Ciências, possibilitando uma exploração abrangente do universo e suas características. Sendo assim, a junção destes fatores promove o envolvimento do aluno com o jogo.

JFractionLab é um software livre do tipo jogo, para estudo de frações de nível básico para crianças e adolescentes. Mostra cada passo do cálculo e ajuda a compreendê-los. Para usá-lo, tudo que se precisa é da tecla ENTER e das teclas com números. O aluno

pode decidir quantos exercícios quer responder e continuar posteriormente. JFractionLab pretende servir de apoio para o professor no processo de ensino/aprendizagem.

Percebeu-se que nenhum dos jogos encontrados se destinava a dispositivos móveis e que os que mais se aproximavam da ideia do MathArrow, como o TuxMath, não permitiam que a aplicação pudesse realimentar seu banco de questões. Além disso, não disponibilizavam mecanismos de ajuda com conteúdo para auxiliar o aluno durante o jogo em seu aprendizado, algo que fazia parte dos requisitos do Math Arrow, como será detalhado na seção a seguir. Em particular, o Math Arrow destaca-se entre os demais jogos citados por ser um jogo para dispositivos móveis e poder ter suas questões atualizadas com frequência, uma vez que se comunica com um *web service* alimentado pelo professor, tornando o jogo interativo, diferente dos demais, que são estáticos em seus desafios. O projeto do Math Arrow permite que seu serviço possa ser reusado na implementação de diferentes jogos, promovendo assim mudanças no modo de fazer com que vários conteúdos possam ser exercitados e não só os da matemática.

3. Math Arrow

O Math Arrow é um jogo que apoia na compreensão de conteúdos específicos da matemática, como números inteiros. Ele foi construído para plataforma de dispositivos móveis Android, pelo fato dos dispositivos móveis estarem se popularizando cada vez mais, principalmente entre crianças e jovens. Ele pode ser executado em *tablets/smartphones* em versões 2.2 até a 4.4 do Android. Atualmente o Math Arrow encontra-se na sua segunda versão. Para o desenvolvimento do jogo, foram utilizadas algumas ferramentas do processo de *design* instrucional proposto por [Filatro 2010], como o *storyboard* e a matriz instrucional. Iniciou-se a concepção do mesmo, em uma fase de análise com levantamento de requisitos, passando então para o *design*, onde foram produzidos os protótipos de tela, a matriz instrucional e *storyboard*.



Figura 1. Tela principal do jogo Math Arrow.

Considerando seu projeto instrucional, o Math Arrow é um jogo que possibilita a importação de atividades com exercícios de múltipla escolha sobre um determinado conteúdo matemático, disponibilizados a critério do professor através do *site* do Math Arrow, dessa forma alimentando a base de dados de questões para o jogo. Além das atividades que possam ser importadas é apresentada uma atividade de números inteiros previamente instalada para que o jogador não necessite de Internet o tempo todo para utilizá-lo. Cada atividade contém questões que o jogador deve responder acertando uma das maçãs que caem aleatoriamente com opções de respostas. Há um número limite de dez

tentativas para cada pergunta. Para acertá-la, o jogador deve pressionar sobre o arqueiro para que uma flecha seja atirada sobre a maçã que contém a resposta desejada, acumulando então uma pontuação que é baseada no número de tentativas. Caso o arqueiro acerte em uma resposta incorreta, aparecerá na tela uma mensagem que avisa que a resposta está incorreta.

Na primeira versão do Math Arrow, o jogo é encerrado direcionando então para uma tela de registro caso tenha pontuado. Já na segunda versão, após a mensagem de resposta incorreta, o jogo direciona o jogador para a próxima questão, sem ganho de pontuação para a questão com resposta incorreta. O jogo é concluído quando todas as questões da atividade tiverem sido respondidas. Neste caso, o jogador é direcionado para tela de gravação de recordes, onde aparecerá a pontuação acumulada na partida e um campo para o jogador digitar seu nome. Clicando no botão salvar, o recorde do jogador ficará salvo na memória do dispositivo para que se possa acompanhar o desempenho em cada partida. Se o jogador utilizar todas as tentativas ele será direcionado para a tela de gravação de recordes e após gravar seu recorde será direcionado para a tela de recordes.

Sempre que achar necessário, o aluno poderá consultar o menu de ajuda onde ele pode aprender mais sobre o assunto trabalhado para assim poder responder às questões com mais propriedade. Para que possa ser mais amplamente utilizado, o Math Arrow e seu código, que é aberto (*open source*), podem ser gratuitamente baixados da Internet através dos sítios <http://matharrow.esy.es/> e <https://github.com/fagnersistemax/matharrow>. Para executar o programa, basta realizar o *download* do arquivo e pressionar sobre o nome do arquivo.

Para a construção do jogo não foi utilizado qualquer arcabouço (*framework*) para facilitar o seu desenvolvimento, optando-se pelo uso da classe Canvas do Android diretamente. Essa escolha foi baseada apenas na motivação dessa abordagem oferecer maior aprendizagem acadêmica. Durante o desenvolvimento, os esforços foram concentrados em se utilizar uma arquitetura que possibilitasse uma reutilização em outros aplicativos, que desejem utilizar uma base de dados gratuita com questionários matemáticos de diversos conteúdos.

A escolha da arquitetura é importante para garantir a qualidade da aplicação a longo tempo e para reduzir o tempo de desenvolvimento. O sistema Android não requer qualquer modelo e a escolha da arquitetura e a qualidade da aplicação dependem muito da experiência do desenvolvedor. MVC é um padrão arquitetural de software utilizado no Math Arrow, e que separa a interface do usuário (*View*) das regras de negócio e dados (*Model*) usando um mediador (*Controller*) para conectar o modelo à *view*.

O Android já utiliza um padrão MVC com os arquivos XML agindo como a *view*. Contudo isto não fornece quaisquer possibilidades reais de separação de interesses referentes às regras de negócio para o desenvolvedor.

Para separar bem as regras de negócio e acesso a dados, o Math Arrow foi projetado para se comunicar com um Web Service via JSON, um modelo para armazenamento e transmissão de informações no formato texto. Os dados das questões eram alimentados por meio de um *site*.

O *site* do Math Arrow foi criado para aumentar a interação entre o docente e o discente, proporcionando ao professor um controle maior sobre as atividades e permitindo

a variação nas questões disponibilizadas pelo jogo. No *site* o docente irá cadastrar suas turmas e atividades, as quais deverão conter questões sobre um determinado conteúdo, além de um texto explicativo breve que auxilie os alunos na resolução dos exercícios. Tais questões e textos explicativos serão exibidas no Math Arrow.

Para a criação da camada web do *site*, utilizou-se a linguagem de programação PHP 5 e o gerenciador de banco de dados MySQL. PHP foi escolhida devido a sua simplicidade e seu baixo custo de manutenção. Para o desenvolvimento das telas foram utilizadas as linguagens HTML5 para estrutura, CSS para o design e Javascript para a lógica. Para facilitar o desenvolvimento, foi utilizado o framework JQuery 2.2 e a biblioteca Twitter Bootstrap 3.0.

4. Avaliações do Math Arrow

O Math Arrow foi avaliado por estudantes do ensino básico, por professores e por estudantes de cursos de licenciatura em matemática. Os resultados desta avaliação estão apresentados a seguir.

4.1. Avaliações com Discentes do Ensino Básico

Para esta avaliação foram escolhidas cinco turmas de 8º ano do ensino fundamental de uma escola pública localizada no Litoral Norte da Paraíba. Participaram da avaliação 76 alunos. Inicialmente, foram realizadas oficinas nas turmas e nas quais o jogo foi utilizado para apoiar o ensino de Números Inteiros. Esse tema foi escolhido pelo fato de professores da escola relatarem as dificuldades dos alunos com este conteúdo. Porém, é importante ressaltar que o OA pode ser utilizado para outros conteúdos desde que o estilo das questões sejam de raciocínio rápido já que o aluno tem de resolver e acertar a maçã com a resposta correta. Durante as oficinas o conteúdo selecionado foi apresentado de maneira expositiva aos alunos, foi feita a apresentação do jogo, e depois disso as turmas foram divididas em grupos de quatro alunos. Cada grupo recebeu um *tablet* para que jogassem durante trinta minutos. Por fim, foi aplicada uma avaliação sobre o aplicativo. Para esta avaliação foi utilizado o mecanismo de formulário impresso que continha dezesseis questões entre objetivas e discursivas e que buscaram caracterizar os estudantes participantes e observar seu nível de satisfação com o jogo.

Os resultados desta avaliação demonstraram que 93% dos alunos sabiam manusear *tablet* e 82% tinham familiaridade com o computador, ou seja, percebeu-se que grande parte dos alunos já estão imersos no mundo digital. Além disso, observou-se que mais da metade desses alunos (54%) relataram gostar de matemática, apesar de confirmarem que ela não é a disciplina favorita para eles.

Para avaliar a experiência de uso do Math Arrow por estes alunos foi perguntando se eles acharam o jogo divertido, qual nota dariam e quais as principais justificativas para a nota atribuída. Viu-se que 93% acharam o jogo divertido e as notas dadas variaram entre 7,0 e 10,0. Metade dos estudantes atribuíram nota 10,0 ao OA enquanto apenas 6% deram nota sete, 3% sete e meio, 20% oito e 21% nota nove, o que resultou em uma média aritmética de 91,35. Percebe-se assim que o jogo foi bem aceito pelos alunos e as principais justificativas dadas para as notas acima de sete foram que o jogo é interessante, divertido, ajuda a exercitar os conhecimentos matemáticos, estimula o raciocínio, facilita o entendimento sobre a matemática e que dá para se aprender brincando.

Considerando o conteúdo matemático disponibilizado no jogo, procurou-se saber se foi apresentado de forma clara e objetiva. Grande parte dos alunos (94%) confirmaram que sim, o que mostra ter sido um fator importante para a utilização do jogo, pois noções sobre o conteúdo abordado são essenciais para seu uso. Eles destacaram ainda que se tivessem tido o contato com o jogo na série em que estudaram números inteiros teria sido ótimo e isso poderia ter contribuído para um melhor aprendizado do conteúdo.

Na avaliação havia também questões a respeito do funcionamento do jogo. Observou-se que 88% dos discentes ao tentarem jogar aprenderam facilmente o funcionamento do aplicativo, não havendo a necessidade de olhar o menu COMO JOGAR. Mesmo assim, houve alguns alunos (12%) que necessitaram da ajuda dos instrutores. Um ponto positivo observado foi o fato de 100% dos alunos afirmarem que sentiram vontade de jogar outra vez o Math Arrow. Percebeu-se que mesmo sendo um jogo onde os alunos necessitam responder questões matemáticas, o jogo despertou neles o interesse de tentar novamente. Outro aspecto importante para identificar o nível de aceitação do OA foi perguntar se indicariam para colegas e 100% deles afirmaram que sim.

De forma geral, outros pontos positivos citados foram: que o jogo é motivador para alunos que possuem dificuldades em matemática; que ajudaria para o aprendizado; que as flechas do jogo motivam o aluno a responder e tornam o jogo divertido; que o jogo tira o tradicionalismo na sala de aula; e que é uma boa forma de exercício para a memorização. Em relação ao *design* da ferramenta, apesar de ser uma das partes do OA que ainda estava em processo de construção, ele foi aprovado pelos alunos, pois 88% disseram gostar. Os pontos negativos que os alunos descreveram foram: o fato de que os espaços entre as maçãs poderiam ser maiores, de forma a ficarem mais afastadas umas das outras facilitando o acerto; questionaram o mecanismo de detecção de colisão da flecha com a maçã, pois consideraram difícil acertar a maçã desejada. Outro ponto citado foi que o jogo era reiniciado após um erro e a sugestão dada foi que ao não acertar no número máximo de tentativas se deveria voltar para a questão perdida e não para a questão de número um (versão inicial do jogo), fato esse que citaram desenvolver um pouco de impaciência e os levarem a pensar em desistir do jogo. Após esta avaliação, foi desenvolvida uma versão com correções considerando esses aspectos.

4.2. Avaliações com Docentes e Alunos de Licenciatura em Matemática

A avaliação da primeira versão do Math Arrow com professores e futuros professores (alunos de licenciatura em Matemática) foi realizada durante o Encontro Paraibano de Educação Matemática em 2014. Participaram da pesquisa doze professores da área de matemática, entre eles graduandos, mestrandos e mestres. Todos tinham algum vínculo com universidades de várias regiões, como por exemplo, UFPE, UFAL, UEPB, UFPB.

Para esta pesquisa os avaliadores se apresentavam aos professores e mostravam o trabalho, para posteriormente realizar a avaliação, sendo disponibilizados *tablets* para que eles jogassem o Math Arrow por alguns minutos. Em seguida era aplicado o questionário avaliativo. Esse questionário abordou perguntas que procuraram analisar o quanto o jogo pode ser útil em sala de aula para o ensino-aprendizagem, o quanto pode estimular o gosto pelo ensino-aprendizagem da matemática. Procurou-se também observar as potencialidades e funcionalidades do jogo buscando informações do que pode ser aperfeiçoado nele para melhoria da educação matemática. As questões foram elaboradas em forma de múltipla escolha, discursivas e em escalas de 1 a 10.

Nesta avaliação houve uma preocupação em saber se os entrevistados sabiam manusear *tablets* e observou-se que 92% já tinham utilizado deste recurso alguma vez ou utilizavam constantemente. Tratando-se do OA, viu-se que todos consideraram o jogo divertido e fácil de usar, mas também observaram que ele necessita de aprimoramentos em sua aparência visual. 92% dos entrevistados consideraram o jogo bastante útil para ser aplicado com alunos que já tinham visto os conteúdos abordados no aplicativo. Todos acreditam que as informações passadas pelo jogo são claras, pois em uma escala de 1 a 10 viu-se que nenhum dos entrevistados atribuiu nota abaixo de 8,0. Três deles atribuíram nota 8,0, quatro atribuíram nota 9,0 e cinco atribuíram nota 10,0, fornecendo assim uma média aritmética para este item igual a 9,17. Observou-se ainda que a maioria dos entrevistados acharam que o jogo possui funcionalidades úteis. Dois deles deram nota 8,0, quatro deram nota 9,0, cinco deram nota 10,0 e apenas um entrevistado atribuiu nota 5,0, resultando em uma média aritmética de 8,92 para este quesito.

Observando estes dados, acredita-se que o jogo pode apoiar no processo de ensino-aprendizagem da matemática, mas ao mesmo tempo é preciso rever algumas de suas funcionalidades, procurando atribuir melhorias para se atingir um maior potencial.

5. Conclusões e Trabalhos Futuros

A experiência em construir um jogo dessa natureza ratificou a complexidade de desenvolver um jogo educativo em essência, que possa atender a contento elementos do design instrucional e do game design. A oportunidade de durante o desenvolvimento do jogo poder avaliar as versões iniciais do Math Arrow, com diferentes públicos e em diferentes momentos também evidenciou a necessidade dos recursos digitais serem produzidos de maneira que possam apoiar mais eficientemente o professor no processo de ensino-aprendizagem.

É importante ressaltar que todos os objetivos propostos foram alcançados. Apresentou-se uma arquitetura de software que pode ser reusada por aplicativos semelhantes e que possibilita o controle e atualização das questões que são disponibilizadas através do jogo, por parte do professor, como estava previsto. Além disso, foram levantados e discutidos OA para o ensino da matemática e foi apresentado o OA Math Arrow e seu projeto, o OA foi avaliado por alunos e professores e na sua análise e desenvolvimento foram considerados os aspectos que caracterizam um software como sendo do tipo jogo.

Alguns trabalhos futuros estão sendo planejados para o Math Arrow. Pretende-se utilizá-lo e avalia-lo em outras turmas com novos conteúdos, por exemplo. Outro trabalho que já está em desenvolvimento é disponibilizar ao professor o relatório de atividades dos alunos. Dessa forma, através do *site* do jogo, o professor terá acesso aos erros e acertos dos alunos quanto às questões que cadastrou e poderá visualizar gráficos que demonstrarão a evolução deles sobre as atividades. Pretende-se também disponibilizar na Internet versões futuras do jogo e um fórum de discussão para incentivar o desenvolvimento de futuros Objetos de Aprendizagem deste gênero. Outro trabalho futuro planejado é disponibilizar a camada de serviço do *site* para que outros desenvolvedores a utilizem, proporcionando a outros grupos de pesquisa a possibilidade de também evoluir este trabalho e permitir a utilização do jogo de forma integrada com ambientes de aprendizagem *Web Learning Management System* (LMS), como o Moodle.

Embora o Math Arrow necessite evoluir para contemplar mais conteúdos relacio-

dados, pode-se considerar que de maneira geral, os resultados iniciais obtidos até então demonstram que o OA é capaz de apoiar o ensino do conteúdo de números inteiros e que ele teve uma boa receptividade por parte dos alunos e professores.

Referências

- Amory, A. (2001). Building an educational adventure game: Theory, design, and lessons. *Journal of Interactive Learning Research*, 12(2):249–263.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). Flow and the psychology of discovery and invention. *HarperPerennial, New York*.
- Fernandes, A. C., Castro Filho, J. A., Freire, R. S., and Lima, L. L. V. (2009). *Objetos de aprendizagem na escola: estudo de um modelo de implementação*. PhD thesis, Dissertação de Mestrado: Universidade Federal do Ceará–Fortaleza UFC.
- Filatro, A. (2010). *Design instrucional contextualizado: educação e tecnologia*. Senac.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra.
- Lara, I. d. C. M. (2004). Jogando com a matemática de 5^a a 8^a série.
- Macêdo, L. N. d., Macêdo, A. A. M., and de Castro, J. A. (2007). Avaliação de um objeto de aprendizagem com base nas teorias cognitivas. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1.
- Pádua, V. C. d. (2008). *Ambiente de suporte a jogos WEB voltado para a área de ensino a distância*. PhD thesis, Universidade Federal de Pernambuco.
- Peters, O. and Kayser, I. (2006). *Didática do ensino a distância: experiências e estágio da discussão numa visão internacional*. Unisinos.
- Ponte, J. P. d., Oliveira, H., and Varandas, J. M. (2003). O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. *Formação de professores de Matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares*, pages 159–192.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5):1–6.
- SILVA, J. A. F. d. (2005). Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações. *Artigo) Universidade Católica de Brasília–UCB. Brasília–DF*.
- Silva, R. K. d. (2009). O impacto inicial do laptop educacional no olhar de professores da rede pública de ensino. *São Paulo: PUC*.
- Tavares, R. (2005). Fundamentos de game design para educadores. *I Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação: construindo novas trilhas. GT–Desenvolvimento de Games. UNEB, Salvador–Bahia*.
- Valente, J. A. (2007). As tecnologias digitais e os diferentes letramentos. *Pátio Revista Pedagógica, Porto Alegre, ano, 11:12–15*.