

REINO DAS FRAÇÕES: UM *SERIOUS GAMES* BASEADO EM REALIDADE AUMENTADA DESTINADO AO AUXÍLIO DO DESENVOLVIMENTO LÓGICO

Amanda Vila Nova Cavalcanti (IC) e Maria Amelia Eliseo (Orientadora)

Apoio: PIBIC Mackpesquisa

RESUMO

Muitos estudantes do ensino fundamental possuem dificuldades em compreender conceitos essenciais da matemática. Notou-se que frações e operações que envolvem frações são um dos conceitos mais difíceis de serem aprendidos. Muito se discute de qual é o motivo para tamanha dificuldade. Alguns acreditam que é difícil para o estudante aprender uma ideia totalmente diferente, com relação aos números, do que estavam acostumados. É necessário usar todos os recursos possíveis para auxiliar esses estudantes, assim esse estigma que existe de que é impossível aprender matemática não existiria mais. Na tentativa de amenizar estas dificuldades, este artigo mostra o desenvolvimento de uma aplicação de Realidade Aumentada em forma de um jogo, que visa mostrar os conceitos de fração e suas operações de forma lúdica, com a intenção de motivar o aprendizado. Há uma carência de jogos que tratem da fração da maneira mais adequada e um jogo poderia amenizar essas dificuldades, visto que prende a atenção de quem está jogando. Sem perceber, um estudante poderia estar aprendendo e se divertindo ao mesmo tempo. Fazer uso da Realidade Aumentada torna o jogo ainda mais interessante, pois quando os estudantes conseguem ver que o mundo real e o mundo virtual podem se misturar, faz com que sua curiosidade cresça. Como resultado, foi elaborado um jogo onde os alunos podem interagir através da resolução de problemas que envolvem frações.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, *Serious Games*, Objetos de Aprendizagem.

ABSTRACT

Many elementary school students have difficulty understanding essential mathematical concepts. It was noted that fractions and operations involving fractions are one of the most difficult concepts to be learned. There is a great deal of discussion as to the reason for such difficulty. Some believe that it is difficult for the student to learn a totally different idea of numbers from what they were accustomed to. It is necessary to use every possible resource to assist these students, so this stigma that exists that it is impossible to learn mathematics would no longer exist. In an attempt to alleviate these difficulties, this article shows the development of an Augmented Reality application in the form of a game, which aims to show the concepts of fraction and its operations in a playful way, with the intention of motivating the learning. There is a lack of games that deal with the fraction in the most appropriate way and

a game could alleviate these difficulties, since it holds the attention of who is playing. Without realizing it, a student might be learning and having fun at the same time. Making use of Augmented Reality makes the game even more interesting because when students can see that the real world and the virtual world can blend in, it makes their curiosity grow. As a result, a game was developed where students can interact by solving problems involving fractions.

Keywords: Augmented Reality, Serious Game, Learning Objects.

1. INTRODUÇÃO

As crianças apresentam uma maneira particular de aprender, bem diferente de como os adultos assimilam novos conhecimentos (Piaget, 1971). Elas fazem isso de maneira gradativa e por meio de descobertas do mundo exterior. Como elas apresentam estágios de desenvolvimento cognitivo, é preciso respeitar cada estágio de acordo com suas limitações.

Assimilação consiste em incorporar objetos do mundo exterior a esquemas mentais preexistentes, como por exemplo, quando uma criança pensa em uma ave, ela tem ideia de um animal voador com asas e penas. Logo assim, ao observar um avestruz ela vai tentar assimilar com o esquema mental produzido por ela mesmo não correspondendo com totalmente ao que já é conhecido.

Temos uma grande demanda de material relacionado ao desenvolvimento cognitivo da criança, mas mesmo assim existem muitas dificuldades na etapa da aprendizagem. Familiares e educadores procuram alternativas para dar suporte nesse momento tão importante. Discute-se muito qual é a influência dos jogos no processo de aprendizagem, fazendo com que surgisse os *Serious Games* (Jogos Sérios). Estes jogos tem o objetivo de despertar o interesse da criança de forma descontraída, enquanto ela constrói novos conceitos.

Serious games podem utilizar várias técnicas em sua implementação, uma delas é a Realidade Aumentada. Realidade aumentada “são os casos onde em um ambiente real coexiste com objetos virtuais” (Milgram e Kishino, 1994), ou seja, o mundo real é complementado pelo mundo virtual. Visto que a realidade aumentada proporciona uma comunicação entre o indivíduo e o ambiente virtual, utilizar essa experiência na educação tem se mostrado motivador.

Ainda há muito a ser explorado na área de *serious games* baseados em realidade aumentada para auxiliar no aprendizado do conceito matemático de frações e suas operações. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa é estudar técnicas de realidade aumentada para o desenvolvimento de jogos educativos voltados para matemática e desenvolver um *serious game*, voltado para crianças no terceiro estágio cognitivo, utilizando como suporte estas técnicas.

O jogo apresenta desafios que envolvem o conceito matemático de frações e suas operações. Pretende-se contribuir para a motivação do aprendizado dos estudantes do ensino fundamental nesta área da matemática. Cabe ressaltar que esta pesquisa faz parte de um projeto maior que discute o uso de *serious games* no processo ensino-aprendizagem, produzindo jogos para o Sistema Mackenzie de Ensino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Estudo do desenvolvimento cognitivo das crianças no terceiro estágio, utilizando como referência artigos de Jean Piaget e Constance Kamii. Esses foram pesquisadores que dedicaram sua vida acadêmica para estudar como funciona o desenvolvimento intelectual infantil. Esse conhecimento será necessário para elaborar os requisitos do artigo e da proposta do jogo, de forma a satisfazer o objetivo desta pesquisa, que é auxiliar crianças a melhorar seu desempenho em sala de aula. Por isso é imprescindível primeiro entender como elas aprendem e se desenvolvem.

2.1 INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

De maneira sucinta, podemos dizer que a teoria das Inteligências Múltiplas explica como cada um tem uma maneira de aprender e que temos estilos de aprendizagem diferentes. Quando se fala em inteligência, está se referindo à nossa capacidade mental (Gardner, 1994). Para exemplificar, pode-se dividir o cérebro em oito áreas da inteligência em que cada um tem uma ou duas dessas áreas mais desenvolvidas do que as outras. Essa teoria explica porque algumas pessoas possuem mais facilidade em procedimentos lógicos e outros em aprender a tocar um instrumento musical.

Algumas inteligências são desenvolvidas desde que a pessoa nasceu, por conta da genética (Gardner, 1994). Porém experiências vivenciadas ao longo da vida podem ajudar a desenvolver outras inteligências. Portanto dependendo dos estímulos que uma criança receba ela pode se sair melhor em uma das suas inteligências. As oito inteligências são dadas em: musical, corporal, lógico-matemática, linguística, espacial, interpessoal, intrapessoal e naturalista.

2.2 DIFICULDADE NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Geralmente a matemática está relacionada ao descontentamento daqueles que aprendem, tendo início esse problema já no Ensino Fundamental. Por isso, esta pesquisa tem como foco alunos do terceiro estágio, mais precisamente crianças entre 10 e 12 anos. O perfil desses alunos é muito distinto, eles ainda apresentam comportamentos bastante infantis, porém alguns já se destacam por sua maturidade, tendo passado por várias experiências ou já assumindo responsabilidades perante a família. (Brasil, 1998)

É difícil apontar uma única causa para justificar as dificuldades que uma criança tem ao aprender matemática, na maioria dos casos, são um conjunto de pontos, que se forem analisados mais a fundo, podem nos ajudar a entender e ajudar essas crianças.

A iniciação das jovens crianças no terceiro ciclo é marcada por várias mudanças. O aluno se depara com uma organização escolar diferente do que ele convivia, horários e um professor diferente para cada matéria, mais cobranças surgem e maior organização do trabalho escolar (Brasil, 1998). Assim pode-se resumir que o terceiro ciclo é um divisor de águas, sendo um ambiente de aprendizado totalmente diferente.

No caso da matemática, nesse período é necessário a retomada de alguns conceitos estudados nos anos anteriores, isso é feito de maneira mecânica e esquematizada. “Assim, a revisão infundável de tópicos causa grande desinteresse aos alunos e, ao final, fica a sensação de que a série inicial do terceiro ciclo é uma série desperdiçada” (Brasil, 1998).

No próximo ano são introduzidos novos conteúdos, porém questões importantes para a matemática como o vínculo com situações do seu dia a dia, a procura de respostas sem que o professor mande, vão se distanciando cada vez mais e é nesse momento que a matemática passa a fugir da compreensão dos alunos, pois para eles o que foi aprendido não tem utilidade prática.

A essa altura parece que o aluno não tem nenhum conceito construído, visto que ele não consegue manifestar suas ideias usando a linguagem matemática, mas isso não é verdade. É preciso analisar e identificar que estágio está cada criança e quais são suas possibilidades e dificuldades diante da matemática.

Outra característica muito importante que se destaca nas crianças de hoje em dia é que ela passa a compreender e utilizar recursos tecnológicos. Aparelhos eletrônicos estão muito presentes na vida delas.

Um dos conceitos que é mais difícil de ser aprendido na matemática é a fração. Existem hipóteses de por que tamanha dificuldade, como por exemplo, a fração tem um conceito totalmente diferente do que os alunos estão acostumados até então. Eles precisam reorganizar o que eles entendem por números naturais (Kamii, 1995). Muitas vezes a criança até aplica os conceitos que aprendem de fração em problemas propostos em sala de aula, mas eles não compreendem o total sentido daquilo que estão estudando, e isso é prejudicial para o processo de aprendizagem (Mattar, 2010). Atualmente, pais e professores contam com o auxílio da tecnologia para passar por essa fase.

2.3 COMO OS JOGOS AUXILIAM NA EDUCAÇÃO

A educação das crianças e dos jovens está hoje brutalmente segmentada: na escola, o ensino de um conteúdo descontextualizado que o aluno tem que decorar individualmente; nos *games*, o aprendizado está nas simulações que o próprio jogador ajuda a construir, ativa

e colaborativamente. O aprendizado necessita de motivação para um envolvimento intenso, o que é atingido pelos *games* (Mattar, 2010).

A absorção do conhecimento é mínima, pois os alunos são obrigados a ir à sala de aula para aprender uma coisa que não faz sentido para eles (Mattar, 2010). O estudo faria mais sentido se as crianças e jovens tivessem a oportunidade de aplicar o que são obrigados a estudar.

As escolas utilizam ferramentas e métodos de avaliação arcaicos, enquanto os jovens jogam *games* cada vez mais ricos e complexos. Habilidades, como por exemplo, saber aprender, trabalhar em grupo, saber resolver problemas, ser capaz de filtrar informações etc, que no geral não são ensinadas nas escolas. A maioria dessas habilidades tem sido muito poucos ensinadas nas escolas e muito mais praticada pelos jovens nos momentos de lazer, em *games* e mundos virtuais. Jogos com multiusuários exige a capacidade de trabalhar em grupo e de aprender com os colegas. Os alunos não dependem mais dos professores e das escolas para aprender, pois podem aprender em qualquer lugar.

É importante ressaltar que o professor também é vítima deste sistema de ensino, pois é sua obrigação repetir sempre o mesmo programa, por não ser motivado e incentivado a desenvolver pesquisas e dentre outros fatores.

O sistema insiste em separar as tarefas sérias dos jogos, fazendo com que diversão e aprendizado sejam coisas muito distantes. Porém, a partir de uma análise mais detalhada percebe-se que todos os jogos são educativos de alguma forma. Por mais que o jogo não tenha sido desenvolvido com o objetivo de ensinar algo específico, ele pode ajudar o jogador a desenvolver habilidades, a enfrentar situações-problemas entre outras (Koster, 2004).

Os benefícios de se usar jogos no ensino são (Moratori, 2003): mais facilidade em fixar um conceito já conhecido só que de uma forma motivadora; introdução de novos conceitos com maior nível de dificuldade; aprender a tomar decisões. Como já falado, os alunos não são incentivados a desenvolver essas habilidades, porém essas atividades podem recuperar ou reforçar necessidades dos estudantes ou revelar dificuldades e distúrbios de aprendizagem.

2.4 *SERIOUS GAMES*

O jogo pode incluir a seriedade, tanto que existem jogos educativos e esses jogos são chamados atualmente de *Serious Games*. O relacionamento entre jogos e educação, tem uma história anterior ao surgimento dos *games*, incluindo o desenvolvimento de *softwares* para educação. Os jogos podem ser utilizados para a educação de diversas maneiras. *Serious games* teriam um propósito educacional explícito e cuidadosamente planejado, e sua intenção

principal não seria o divertimento, apesar de que a diversão não deveria ser abolida (Mattar, 2010). Os jogos ensinam uma série de habilidades e possibilitam o aprendizado com a colaboração dos colegas.

Antes de a expressão *serious games* ter passado a ser utilizada, outros nomes foram empregados como referência ao uso de *games* em educação, como *edutainment* (*education* + *entertainment*). Por volta do século XXI, o termo *Serious Game* passa a ser utilizado (Abt, 1970).

Os *Serious Games* são usados em muitas áreas, como por exemplo, na medicina, na geografia, na biologia e na matemática. Ele pode tanto ser um jogo concreto quanto um jogo digital, desde que o jogo tenha o objetivo de ensinar algo ao jogador.

2.5 REALIDADE AUMENTADA

Com a evolução da tecnologia, surgiu novas interfaces facilitando o acesso dos usuários a aplicações virtuais como se estivessem no mundo real. A realidade aumentada tem um grande destaque nesse contexto, pois é uma interface computacional não convencional, que está sendo introduzida na sociedade (Kirner e Siscoutto, 2007).

A realidade virtual apareceu na década de 60, quando Ivan Sutherland desenvolveu o SketchPad, que ganhou impulso na década de 90. Nesta época a tecnologia já havia avançado proporcionando condições de executar a computação gráfica em tempo real, mas ainda faltavam equipamentos, como por exemplo, óculos, capacete, mouse 3D entre outros. Esses equipamentos dariam a sensação ao usuário de estar no mesmo espaço que a aplicação e para poderem interagir com ela.

Essa nova tecnologia possibilitou a junção do mundo virtual com o mundo real e seus objetos, através de um dispositivo eletrônico, e ficou conhecida como realidade aumentada. Nos anos 90, (Milgram e Kishino, 1994) propõe o *continuum* realidade-virtualidade, mostrado na figura 1, onde a realidade aumentada aparece como uma “interface do mundo real adaptada”, por induzir objetos virtuais no mundo real “aumentado” assim, informações do mundo real. Passou a ser mais conhecida no início dos anos 2000. Com a realidade aumentada, que nem sempre necessita de equipamentos especiais, surgiram aplicações usadas em diversas áreas, como em jogos, na medicina, na educação, engenharia.

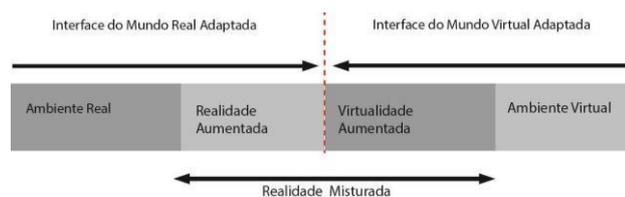


Figura 1: Diagrama de realidade/virtualidade (Milgram e Kishino, 1994).

A realidade aumentada pode ser definida como “[...] o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real” (Kirner e Siscoutto, 2007). As imagens podem ser registradas em três dimensões. Por ser tratar de um sistema multissensorial, melhora a percepção do usuário em relação ao mundo real, através da interação. Os objetos virtuais mostram informações que o usuário, muitas vezes, pode não perceber sozinho, auxiliando-o e melhorando o seu desempenho nas tarefas do ambiente real.

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi desenvolvido um jogo, chamado Reino das Frações onde a criança pode interagir com um herói. Durante a interação surgem desafios que envolvem o conceito de fração e suas operações.

A intenção do jogo é fazer com que as crianças entendam o conceito matemático da fração, lidando com desafios a atividades que encontrar durante a interação. Para a escolha do assunto a ser retratado pelo jogo, foi realizado uma entrevista, através de questionário, com professores de matemática do ensino fundamental. Por meio desta pesquisa percebeuse que a fração é um conceito que os alunos possuem uma certa dificuldade e que existem poucas opções de jogos que trate deste tema com eficiência para o aprendizado.

“[...] os estudos dos números racionais, nas suas representações fracionária e decimal, merecem especial atenção no terceiro ciclo, partindo da exploração de seus significados, tais como: a relação parte/todo, quociente, razão e operador” (Brasil, 1998).

No jogo a criança poderá vivenciar esses conceitos da fração enquanto estiver lidando com os desafios proposto e estará aprendendo sem perceber, mantendo assim a diversão e o lúdico.

O jogo possui um herói, que se chama Havok, que tem a missão de resgatar a princesa Kayra. O vilão Ragnok que prendeu a princesa na masmorra tem o objetivo de roubar o trono do Reino de Handanger e o herói, portanto, precisa salvar seu povoado. Para isso ele se

depara com desafios para encontrar a masmorra. Todo o jogo é ambientado na época medieval.

Os desafios estão escondidos no povoado e envolverão o conceito das frações. O jogador terá que passar as fases do jogo, que estão indicadas no mapa (Figura 7) e ele conseguirá isso ao atingir determinados números de conquistas, ou como está no jogo, XPs. O jogador muda de nível quando vence o desafio e chega na linha de chegada, que é indicada por uma bandeira vermelha no final de cada fase do jogo.

Para a elaboração das cenas e do *layout* do jogo, primeiro foi feito um *brainstorming*, para esboçar as principais ideias do jogo. A Figura 2 mostra um rascunho de como seria uma das cenas do jogo.

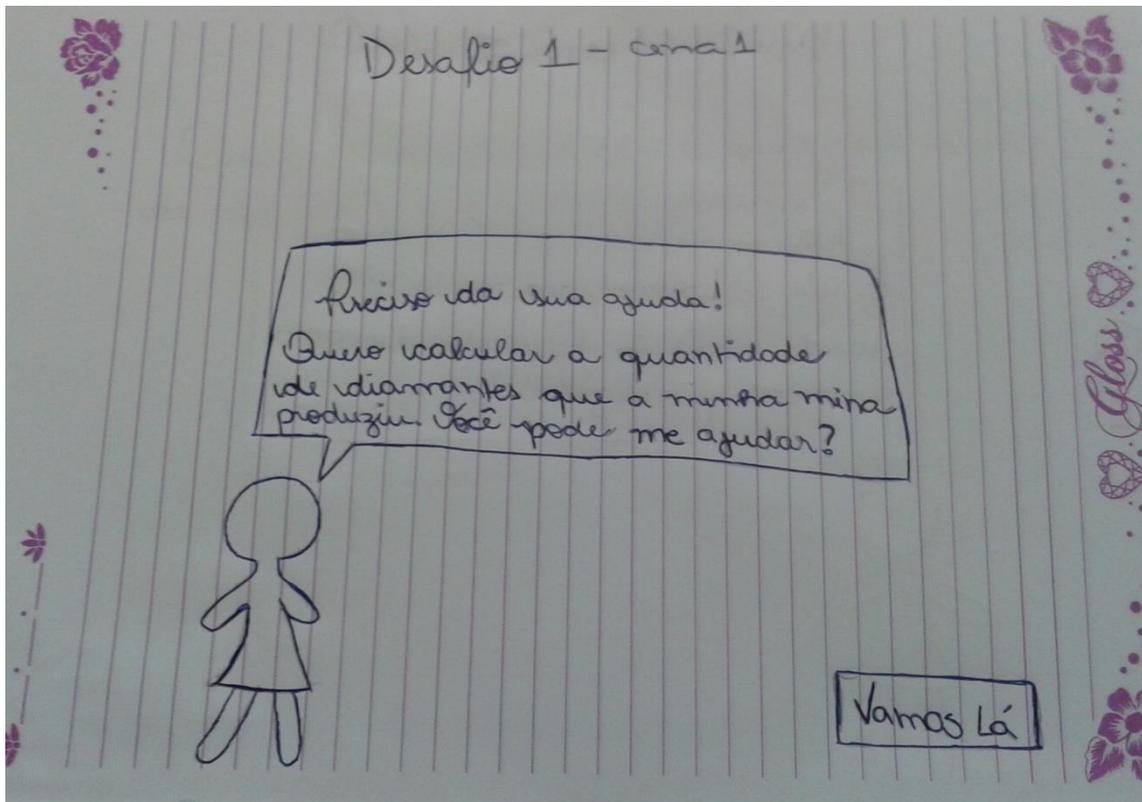


Figura 2: Rascunho de uma das cenas.

Após a etapa do *brainstorming*, foi escolhida a *Game Engine* usada para a elaboração do jogo, ou seja, o motor de jogo, que facilita a criação de um *game*. No caso do jogo Reino das Frações foi escolhido o Unity 3D.

A elaboração do jogo envolveu a preparação de peças fundamentais, como por exemplo, a criação e escolha de *sprites*, do *background*, elementos dos cenários, além de

áudios. Na figura 3 são mostrados alguns dos itens do jogo, como os *sprites* do personagem principal andando. Existe também algumas das casas que são usadas no cenário do jogo e elementos diversos que enriquecem a construção do cenário. É preciso pensar em tudo o que o jogo necessitará, pois, esses elementos são os fatores principais que dão vida ao jogo.

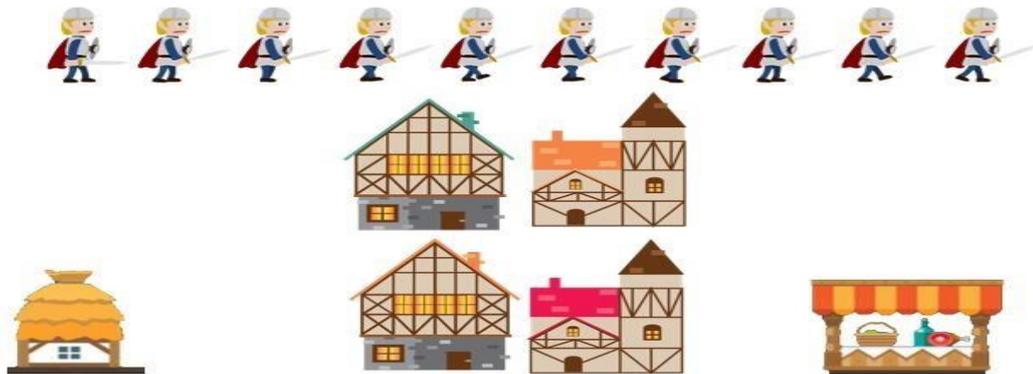


Figura 3: Elementos gráficos do jogo Reino das Frações

O jogo Reino das Frações faz uso das técnicas de Realidade Aumentada. Por isso, foram utilizados cartões para serem usados como marcadores, conforme mostra a Figura 4. Os marcadores terão formas diversas que ao olho nu não mostrarão ter nenhum significado, mas que quando mostrados para uma câmera de vídeo aparecerão imagens em 3D.

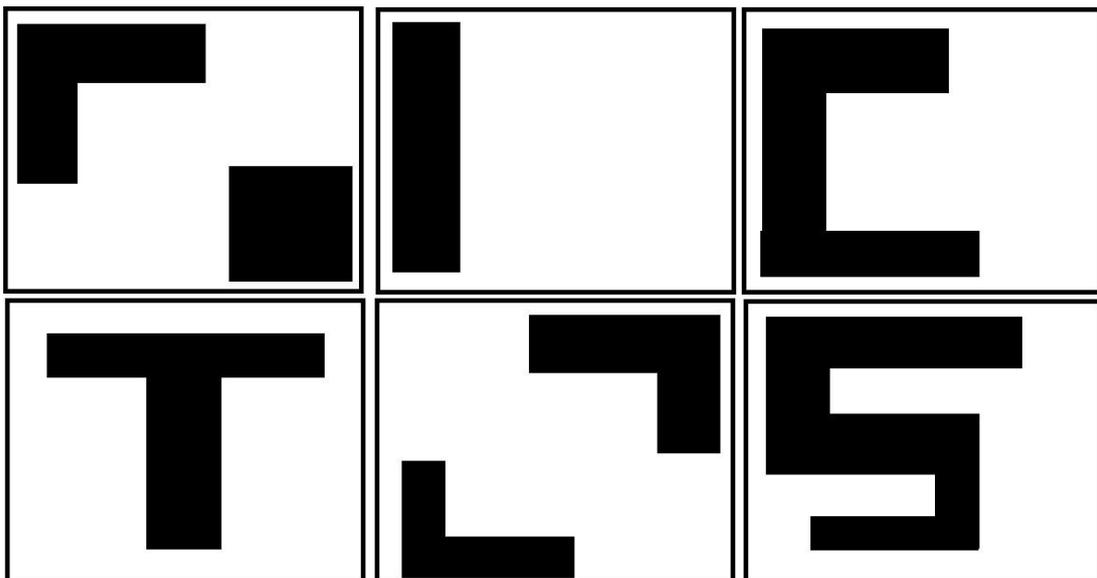


Figura 4: Marcadores que foram usados no jogo.

Juntamente com o Unity é necessário o uso de alguma biblioteca que reconheça esses marcadores e os transforme em representações 3D. Neste jogo foi usado a biblioteca ARToolkit, desenvolvida por Hirokazu Kato. Inicialmente, foi criada para construção de aplicações de realidade aumentada e utiliza a escrita em C. Tem como principal objetivo rastrear e calcular rapidamente a posição dos marcadores e da câmera para projetar os objetos virtuais no mundo real.

Este processo funciona da seguinte maneira: quando a câmera captura o marcador no vídeo, essa imagem é transformado em valores binários. Assim o Artoolkit estuda essa imagem procurando regiões quadradas. Quando ele encontra um quadrado, ele o compara com algumas imagens pré-cadastradas e ao encontrar alguma semelhança, o Artoolkit calcula a posição real da câmera em relação à posição real do marcador. Todo esse processo é mostrado na figura 5.

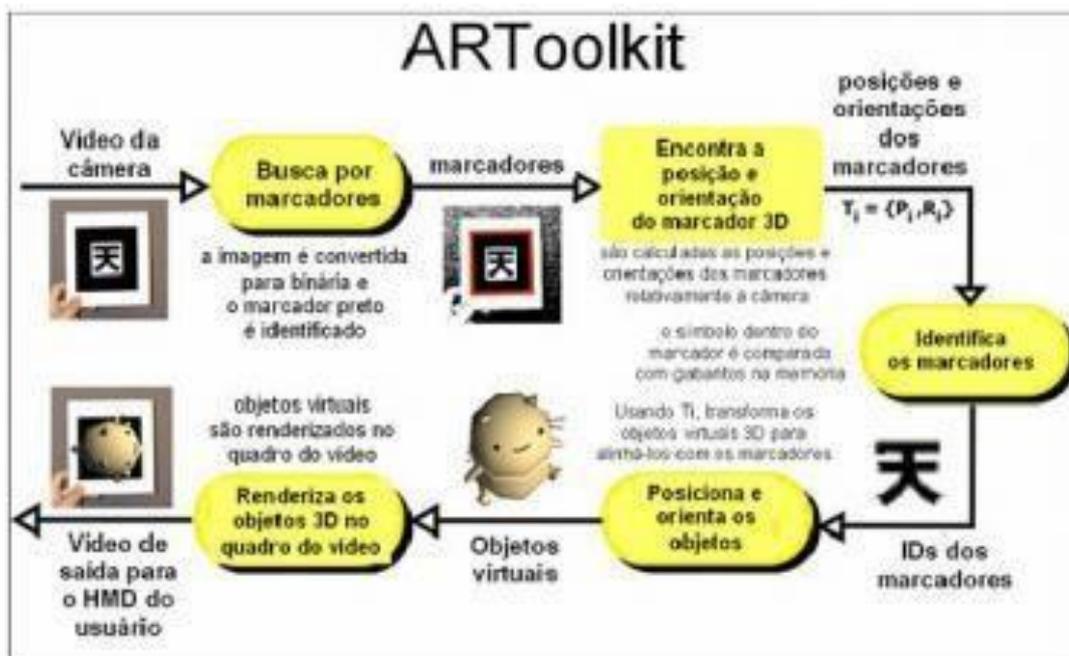


Figura 5: Esquema de como funciona o ARToolkit.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

O Reino das Frações contém uma história para envolver a atenção da criança e manter o lúdico, requisito para o sucesso de um *serious game*. Durante o jogo a criança deverá passar de níveis e atingir determinados números de conquistas. A primeira coisa a ser mostrada ao jogador será a tela de início, conforme mostra a Figura 6.



Figura 6: Tela inicial do jogo Reino das Frações

A tela seguinte mostrará o mapa do jogo, conforme a figura 7. Pode-se notar que no mapa existem bandeiras. As bandeiras que estão em cor cinza representam um nível que ainda não está aberto para o jogador entrar. Para que ele desbloqueie esses níveis, ele precisava concluir as tarefas do nível anterior. Já a bandeira vermelha representa o nível que o jogador deve explorar.

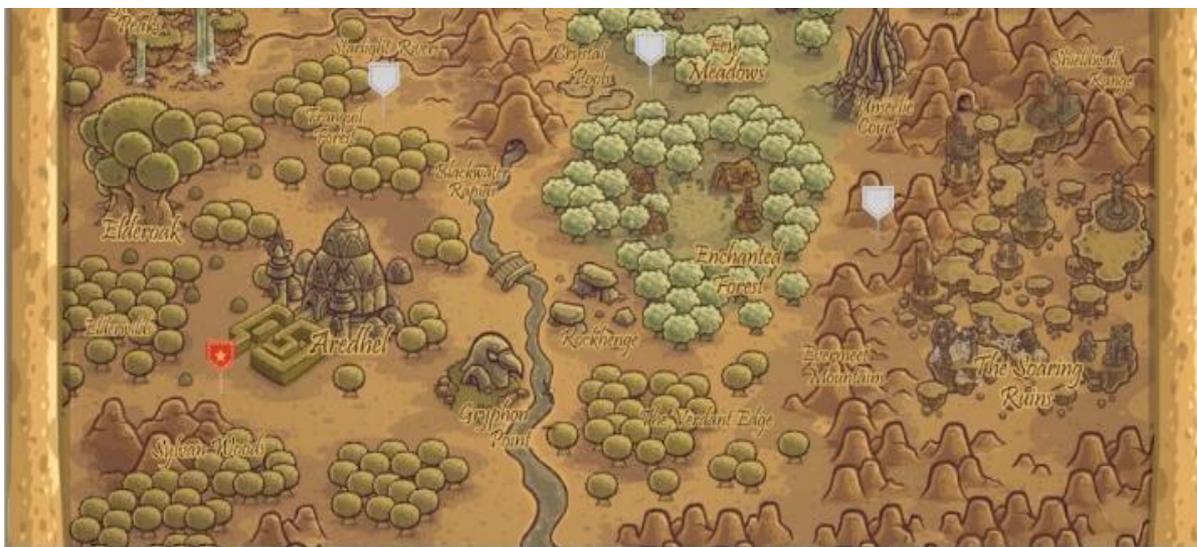


Figura 7: Mapa do jogo Reino das Frações.

Quando o jogador clica na bandeira vermelha, ele é levado ao ponto de partida do respectivo nível (Figura 8). Na execução das fases, a criança controlará seu herói e ele terá que coletar itens, como por exemplo, diamantes. Esses itens serão vertidos em pontos de conquista. Esses pontos são importantes, pois sua quantidade vai determinar quantas estrelas a criança ganhará em cada nível. O herói deve se proteger de armadilhas que são colocadas

pelo vilão, mas isso é introduzido no jogo em níveis mais profundos. No começo do jogo, a criança vai apenas conhecer o ambiente e ter contato com alguns quesitos básicos da fração.



Figura 8: Ponto de partida do jogo Reino das Frações

Depois que o jogador percorrer todo o cenário de uma tela, ele encontrará uma linha de chegada, conforme é mostrado na figura 9. Quando o personagem ultrapassa essa linha de chegada, que é representado por uma bandeira vermelha, o nível será concluído. É interessante notar ainda na figura que o número de corações na HUD diminuiu. Isto significa que o personagem perdeu suas vidas e isso pode acontecer por alguns fatores como: cair dentro de um buraco ou por tocar em alguma armadilha do vilão. Quando todas as vidas do personagem acabarem, a criança deverá jogar novamente aquele nível. O nível só estará concluído quando o personagem ultrapassar a linha de chegada com vidas suficientes.



Figura 9: Conclusão da fase 1

Enquanto a criança explora o cenário do jogo, ela vai se deparar com desafios. Esses desafios vão envolver as frações e serão todos em Realidade Aumentada. Essas imagens em 3D podem variar de acordo com o desafio.

Um dos desafios está sendo mostrado na figura 10. Neste desafio a criança se depara com um personagem do jogo, uma moradora do reino, que necessita de sua ajuda para calcular um montante. A personagem dará a criança a quantidade de diamantes que a sua mina produziu no dia anterior e informará que no dia seguinte, sua mina produziu $\frac{1}{3}$ da quantidade do dia anterior. Assim a criança deverá fazer o cálculo.

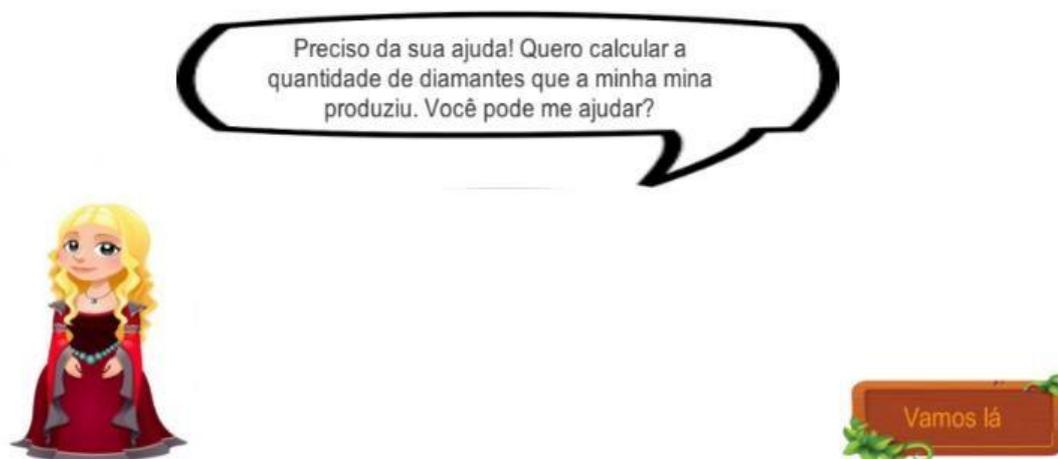


Figura 10: Começo de um dos desafios propostos no jogo

Ao terminar o cálculo, a criança terá a sua disposição marcadores. Cada marcador terá a representação em 3D de uma quantidade de diamantes, pode ser 1, 2, 3 e assim por diante. Na tela do jogo também vai apresentar as quantidades de diamantes para que a criança possa fazer sua escolha. Quando a criança decidir qual a quantidade correta de diamantes, poderá clicar na tela, em cima da imagem que representa sua resposta, para confirmar a mesma. Se ela acertar a pergunta e ganhar o desafio, ela ganhará pontos, XPs e diamantes. Se ela errar, poderá tentar novamente.

Esses desafios buscam mostrar o conceito da fração e suas formas de aplicações no dia a dia de uma forma interativa e lúdica. A opção pelo uso da Realidade Aumentada no jogo busca motivar a criança pelo tema e pelo jogo, que como já mostrado, nem sempre é entendido e aprendido bem. Quando a criança vê que pode manusear elementos do jogo, isso desperta sua curiosidade e a motiva a chegar mais a fundo na história. Saber que existem desafios que precisam ser vencidos para o sucesso do herói no jogo faz com que o jogo seja desafiador.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi implementado um jogo educativo na área de matemática, voltado para as crianças no terceiro estágio de aprendizado. A intenção do jogo é fazer com que os estudantes assimilem melhor os conteúdos relativos ao conceito de fração e suas operações, além de desenvolver habilidades que nem sempre são tratadas na sala de aula e proporcionar o prazer em aprender.

A Realidade Aumentada vem revolucionando a maneira de como o ser humano interage com seus dispositivos eletrônicos, por isso esse recurso presente no jogo mostra a transformação de algo que parece tedioso de aprender, em algo prazeroso para quem está envolvido, que no caso são as crianças. Os jovens de hoje nasceram envolvidos com essa tecnologia, então ter esse recurso também na sala de aula mostra que a educação e a tecnologia podem andar juntos.

Como trabalhos futuros, o jogo será submetido aos alunos e professores do Ensino Fundamental para a realização de testes no sentido de fazer uma validação a fim de avaliar sua eficiência ao auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Será avaliado também a jogabilidade, pois este é um quesito importante para o sucesso de um *serious game*.

6. REFERÊNCIAS

- ABT, Clark. Serious Games. New York: The Vikings Press, 1970.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais. Matemática: Ensino de quinta a oitava série. Brasil, 1998.
- BRENELLI, Rosely Palermo. O jogo como espaço para pensar. Construção de noções lógicas. Papirus, 2016.
- DIAS, Diogo Agnaldo e Zorzal, Ezequiel Roberto. Desenvolvimento de um Jogo Sério para apoiar a Educação Ambiental. XII SBGames, 2013.
- DOS REIS, Silvia Marina Guedes. A matemática no cotidiano infantil. Papirus, 2006.
- GARDNER, Howard. Estruturas da Mente: A teoria das Inteligências Múltiplas. Artmed, 1994.
- KAMII, Constance. Equivalent fractions: Their difficulty and educational implications. The Journal of Mathematical Behaviour, 1995.
- KIRNER, Claudio e SISCOOTTO, Robson. Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2007.
- KOSTER, Raph. A Theory of Fun for Game Design. O'Reilly Media, 2004.
- MATTAR, João. Games na educação. Como os nativos digitais aprendem? Pearson, 2010.
- MILGRAM, P e KISHINO. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information Systems, vol 77, 1994, pp 4-15.
- MORATORI, Patrick Barbosa. Por que utilizar jogos educativos no processo de aprendizagem?. Trabalho de Conclusão de Curso, Rio de Janeiro, 2003.
- PIAGET, Jean. A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação: J. Zahar. 1971.
- SMOLE, Katia Cristina Stocco. Brincadeiras Infantis nas aulas de matemática. Artmed, 2010.

Contatos: amandavilanovac@gmail.com e mamelia@mackenzie.br