

Toth: Jogo Eletrônico para Aprendizagem da Matemática

Yuri D. Corrêa Edson H. I. Teramoto Thiago F. de Almeida
Daniel Calife Maria A. G. V. Ferreira

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP)
Laboratório de Tecnologias Interativas (Interlab) – Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

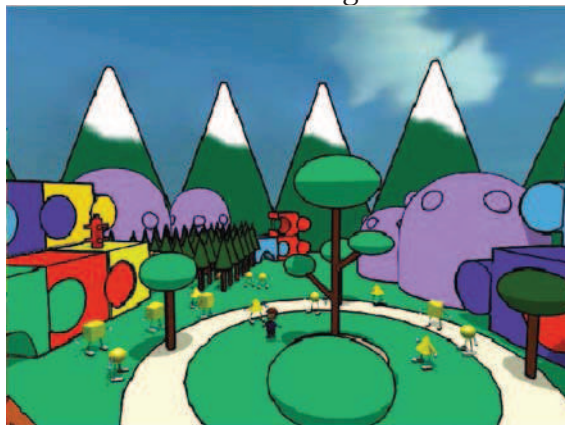


Figura 1: Cenário do jogo Toth

Resumo

Os jogos eletrônicos aparecem cada vez mais no cotidiano das pessoas e começam a abandonar o papel de simples ferramentas de entretenimento para se tornarem importantes agentes de mudança em diversas áreas da sociedade. O presente trabalho apresenta o estudo e desenvolvimento de um jogo eletrônico denominado Toth, aplicado ao setor da Educação. Partindo-se da realização de um estudo teórico sobre as regras de ensino e necessidades da Educação brasileira, definiu-se que o escopo deste trabalho seria o aprendizado da área de Geometria, da disciplina Matemática, para crianças do Ensino Fundamental. São discutidos, aqui, conceitos de jogos eletrônicos e de Educação, bem como se apresentam trabalhos relacionados ao jogo desenvolvido. A medição de efeitos segundo critérios de aprendizado e uso, através de testes, mostrou que a aplicação de jogos à educação gera diversas vantagens, bem como algumas desvantagens, que dependerão da maneira como a ferramenta será aplicada em sala de aula e da sua relação com o conteúdo ministrado pelo professor.

Palavras-Chave: Educação, Jogos Educacionais, *Serious Games*, Matemática.

Contato dos autores: { yuri.correa,
edson.teramoto, thiago.almeida,
maria.alice.ferreira}@poli.usp.br,
calife@gmail.com

1. Introdução

A Educação brasileira apresentou significativas mudanças nas duas últimas décadas, apresentando

grande queda da taxa de analfabetismo, aumento expressivo do número de matrículas em todos os níveis de ensino e alto crescimento das taxas de escolaridade média da população [Brasil 1997].

Percebe-se, no entanto, que essas mudanças limitam-se ao aspecto quantitativo do ensino do país. A qualidade da Educação ainda precisa de grandes reformulações, principalmente no que diz respeito a algumas disciplinas básicas, como Língua Portuguesa e Matemática.

A Matemática é uma das disciplinas que se caracteriza de forma negativa nas salas de aula, devido ao fato de não despertar o interesse dos alunos e, conseqüentemente, não ser atrativa. Esta disciplina é responsável por altos índices de reprovação dos educandos, sendo responsável, muitas vezes, pela evasão escolar. Contraditoriamente a esse problema, os princípios matemáticos ainda são estudados de forma dissociada da realidade do aluno, num alto nível de abstração, tornando-se pouco significativos para ele, o que aumenta ainda mais o problema do aprendizado dessa disciplina [Bittencourt e Figueiredo 2005].

Propor soluções para esse problema pressupõe um estudo do embasamento teórico utilizado para a formulação do processo de conhecimento, que objetiva ao aprendizado dessa disciplina.

Para Piaget [1978], importante estudioso das áreas de Psicologia, Epistemologia e Educação, o conhecimento não é uma cópia da realidade. O processo não consiste em olhar para o objeto e fazer uma cópia mental. Conhecer um objeto é agir sobre ele, modificando-o, transformando-o e

compreendendo-o. Na vida cotidiana as pessoas geralmente inventam e reinventam situações a fim de aprender com elas.

Kishimoto [1994] considera importante o planejamento das construções, a previsão de um modelo idealizado antes de partir para a ação. Esse esforço mental colabora para o desenvolvimento da inteligência e da criatividade.

Hoje, tomando-se como base essas relações, observa-se o uso crescente de jogos como ferramenta de suporte ao processo de ensino e aprendizagem de crianças e adultos. Tais jogos, que se destinam a ensinar aspectos específicos de disciplinas ou que treinem habilidades operacionais e comportamentais, são denominados jogos sérios, do inglês *Serious Games* [Serious Game Initiative 2009].

1.1 Objetivo

Este trabalho teve como objetivo a criação de um jogo eletrônico educacional que complementasse o ensino dos conceitos teóricos de Matemática, ensinados nas salas de aulas de ensino fundamental para crianças na faixa etária de 7 a 10 anos e, ao mesmo tempo, permitisse conciliar diversão e aprendizado, pontos importantes e freqüentemente discutidos entre desenvolvedores de jogos e educadores.

Resultados obtidos em pesquisa realizada pelo Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica [SAEB 1995], baseados em uma amostra nacional que abrangeu 90.499 alunos de 2.793 escolas públicas e privadas, reafirmam a baixa qualidade atingida no desempenho dos alunos no ensino fundamental em relação à leitura e, principalmente, em habilidade Matemática. Os resultados de desempenho em Matemática mostram um rendimento geral insatisfatório, pois os percentuais em sua maioria situam-se abaixo de 50%. Ao indicarem um rendimento melhor nas questões classificadas como de compreensão de conceitos do que nas de conhecimento de procedimentos e resolução de problemas, os dados parecem confirmar o que vem sendo amplamente debatido, ou seja, que o ensino da Matemática ainda é feito sem levar em conta os aspectos que a vinculam com a prática cotidiana, tornando-a desprovida de significado para o aluno. Outro fato que chama a atenção é que o pior índice refere-se ao campo da Geometria [Brasil 1997]. Tudo isso fez com que a Matemática fosse escolhida como escopo desse trabalho.

Com o objetivo de se definir um escopo de trabalho, a faixa etária de ensino adequada precisa ser definida. De acordo com o estudo de Piaget [1978], a faixa etária de 7 a 10 anos corresponde ao estágio pré-operacional, ou estágio das operações concretas [Schliemann 2002]. O período de desenvolvimento da criança que apresenta conseqüências de maior importância para os que lidam com a resolução de problemas na escola primária é o da passagem do

estágio pré-operacional para o estágio das operações concretas, e é por volta dos sete anos de idade que a criança começa a passar por essas mudanças [Schliemann 2002]. Baseando-se nisso, essa foi a faixa etária escolhida.

Definido o campo teórico do conhecimento a ser abordado, é necessário que as ferramentas que possibilitem o projeto e desenvolvimento de uma aplicação prática sejam bem definidas. De acordo com Brasil [1997], os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas por permitirem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciam, ainda, a simulação de situações-problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações. Abragames [2004] vai ainda mais longe, e aponta que os jogos possuem um forte potencial para serem usados como ferramentas educativas, já que criam ambientes construtivos participativos para os usuários.

Utilizando, então, a abordagem do construcionismo, detalhada neste documento, na seção 2.1.3, pode-se aliar o aprendizado ao uso dos computadores e, mais especificamente, no caso desse trabalho, desenvolver um jogo eletrônico que ajude a proporcionar esse aprendizado. Além disso, a seção 2 apresenta outros conceitos relativos a jogos sérios e a Educação. A seção 3 discute trabalhos correlacionados a este na literatura. A seção 4 apresenta o jogo desenvolvido e aspectos diversos desse desenvolvimento. A seção 5 apresenta testes efetuados e comenta os resultados. A seção 6 coloca as conclusões e sugere trabalhos futuros.

2. Conceitos Fundamentais

Esta seção apresenta o embasamento teórico que possibilita justificar a utilização dos jogos eletrônicos como ferramenta de aprendizado nas escolas.

2.1 Aspectos Educacionais

Segundo Pelizzari et al. [2002] a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é agregado ao conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir do estabelecimento de alguma relação com seu conhecimento prévio. Sem essa abordagem ela se torna apenas mecânica, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado e o novo conteúdo passa a ser armazenado de maneira isolada e arbitrária.

Ainda, de acordo com Pelizzari et al. [2002], para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições: o aluno precisa ter uma disposição para aprender e o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo.

2.1.1 Parâmetros Curriculares Nacionais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) constituem um referencial de qualidade para a Educação no Ensino Fundamental em todo o país. Sua função é orientar e garantir a coerência dos investimentos no sistema educacional, socializando discussões, pesquisas e recomendações, subsidiando a participação de técnicos e professores brasileiros, principalmente daqueles que se encontram mais isolados, com menor contato com a produção pedagógica atual [Brasil 1997].

Os parâmetros estão organizados em ciclos de dois anos. Assim, o primeiro ciclo se refere à primeira e segunda séries; o segundo ciclo, à terceira e à quarta séries; e assim, subseqüentemente, para as outras quatro séries.

As regras destes parâmetros estão classificadas primeiramente de acordo com os objetivos do Ensino Fundamental e, logo em seguida, de acordo com os objetivos do Ensino específico de Matemática:

- Objetivo Geral do Ensino Fundamental: utilizar diferentes linguagens como meio para expressar e comunicar suas idéias, interpretar e usufruir das produções da cultura.
- Objetivo Geral do Ensino de Matemática: analisar informações relevantes do ponto de vista do conhecimento e estabelecer o maior número de relações entre elas, fazendo uso do conhecimento matemático para interpretá-las e avaliá-las criticamente.

Ainda, tomando como base a Matemática, Bittencourt e Figueiredo [2005] discutem a forma dissociada como a mesma é estudada em relação à realidade do aprendiz, tornando-se, para ele, pouco significativa, o que é evidenciado por Brasil [1997], em um de seus vários testes, quando deixa claro que o pior índice de resultados refere-se ao campo da Geometria, área que estuda exatamente a relação entre as formas e o mundo real. Decidiu-se, dessa maneira, pelo estudo do tópico de Espaço e Forma dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

2.1.2 Impacto das Novas Tecnologias na Educação

Brasil [1997] aponta o computador como um instrumento que traz inúmeras possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática, seja pela sua destacada presença no mundo atual, seja pelas possibilidades de sua aplicação nesse área. Tudo indica que seu caráter lógico-matemático pode ser um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente na medida em que ele permite um trabalho que obedece a ritmos distintos de aprendizagem.

O computador pode ser usado como elemento de apoio para o ensino e também como fonte de

aprendizagem e como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades. O trabalho com o computador pode ensinar o aluno a aprender com seus erros e a aprender junto com seus colegas, trocando suas produções e comparando-as.

2.1.3 O Construcionismo

Diversas abordagens são propostas, na área da Educação, em busca de soluções para os problemas citados. Utiliza-se, no presente trabalho, o Construcionismo. De acordo com Valente [1998], a abordagem construcionista significa o uso do computador como meio para propiciar a construção do conhecimento pelo aluno, ou seja, o aluno, interagindo com o computador na resolução de problemas, tem a chance de construir o seu próprio conhecimento. O conhecimento não é passado para o aluno; o aluno não é mais instruído, ensinado, mas é o construtor do conhecimento. Esse é o paradigma construcionista que enfatiza a aprendizagem, ao invés de destacar o ensino, a construção do conhecimento, e não a instrução.

2.2 Jogos Aplicados à Educação

De acordo com Bittencourt e Giraffa [2003], o jogo se define como um processo intrinsecamente competitivo, no qual coexistem as possibilidades de vitória e derrota, competição que deve ser explorada positivamente

Para Pierozan e Brancher [2004], a participação em jogos contribui para a formação de atitudes sociais, tais como o respeito, a cooperação, a adequação às regras, o senso de responsabilidade e justiça e a iniciativa pessoal e grupal. Os jogos educacionais procuram agregar a tudo isso, a construção do conhecimento pelo indivíduo, em uma determinada área específica.

Clua et al. [2002] realizaram uma pesquisa com jovens de 10 a 17 anos, de classe média e moradores da cidade do Rio de Janeiro, com o objetivo de verificar quais as razões que tornam os jogos computadorizados tão atrativos para os jovens e o que eles pensam sobre os jogos educacionais. Para 85% dos jovens, o que torna os jogos atrativos é o desafio. Além disso, os jovens preferem ambientes imersivos com histórias ricas, qualidade gráfica e personagens cuja “Inteligência Artificial” é sofisticada. Destes jovens, 68% consideram os jogos educativos ruins, e ninguém considerou os jogos ótimos. Os principais problemas dos jogos educacionais listados pelos jovens são os seguintes: carecem de desafios grandes e motivadores, apresentam baixo grau de imersão e, pelo fato de terem sido elaborados por pedagogos, a ênfase principal do jogo é a Educação. Cabe destacar que a baixa qualidade se deve ao fato de terem sido desenvolvidos com baixo orçamento.

Adota-se atualmente o nome de Jogos Sérios para a categoria de jogos que se destinam a ensinar aspectos específicos de disciplinas, ou mesmo que treinem

habilidades operacionais e comportamentais. Michael e Chen [2005] definem de maneira simplista os jogos sérios como aqueles que não apresentam como objetivo primário o entretenimento e a diversão, o que não significa que os mesmos não apresentem tais características. Significa apenas que existe um propósito, mais relacionado com um senso de realidade.

3. Trabalhos Relacionados

Paulina [2009], descreve em uma edição especial da revista Nova Escola, dedicada à Matemática, uma sequência didática desenvolvida com alunos do 4º ano.

Através de algumas etapas, as crianças puderam observar e identificar algumas características e representações dos sólidos geométricos. Na primeira fase elas receberam caixas de diferentes formatos e tiveram que identificar a composição das mesmas. O passo seguinte foi listarem a quantidade de figuras planas existentes nos sólidos analisados. Em outra etapa as crianças receberam papéis com diferentes planificações de formas geométricas, diferenciadas entre si por cores, e tiveram que relacioná-las aos sólidos tridimensionais correspondentes através de montagens.

O projeto AquaMOOSE 3D [Elliot e Bruckman 2002] é um jogo tridimensional utilizado para o ensino de Matemática ao Ensino Médio, na área específica de equações paramétricas, desenvolvido em Atlanta, EUA. Os autores do projeto AquaMOOSE 3D partiram da seguinte pergunta para a concepção do jogo: “é possível aliar o poder dos gráficos tridimensionais, criando-se, para isso, um ambiente, para se ensinar Matemática?” Para responder a essa pergunta realizaram pesquisas sobre o que havia sido realizado nessa área até aquele momento, e partiram, em seguida, para as suas próprias experiências.

O embasamento teórico do projeto citado levou os autores a escolherem, dentre duas abordagens, aquela que mais se adequava às reais necessidades detectadas pela sociedade naquele momento. A primeira delas levava em conta que os softwares educacionais deveriam, em primeira instância, melhorar o desempenho escolar dos estudantes em áreas específicas. A segunda levava em conta não apenas as necessidades imediatas dos usuários, mas também a necessidade de descobrir como novas tecnologias poderiam ajudar a criar novas oportunidades de aprendizado. Optou-se pela segunda possibilidade.

MathsNet.net [2009] é um website educacional independente, que provê recursos gratuitos a educadores, como apoio ao ensino da Matemática. Objetiva oferecer recursos interativos que possuem conteúdos relevantes para a sua aplicabilidade e utilidade para a aprendizagem dessa disciplina.

O MathsNet propõe que o usuário participe do cenário ao invés de ser um mero observador. Para o estudo da Geometria apresentam-se vários minijogos. O minijogo Nets trata do conceito de planificação de formas tridimensionais. O jogador define uma forma geométrica e trabalha os conceitos de planificação e de modelagem tridimensional da mesma forma. Outro exemplo de minijogo é o Views, que propõe que o usuário identifique uma face bidimensional pré-definida através de uma análise da visão tridimensional de um objeto mostrado.

O Childsplay [2009] é uma plataforma de jogos educacionais que é utilizada como fonte de aprendizado para crianças do Ensino Básico e do Ensino Fundamental. É uma plataforma flexível, pois permite a associação de vários minijogos. 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. A plataforma oferece vários minijogos de Língua Portuguesa e Matemática para crianças do Brasil inteiro.

Escolas pequenas, sem muitos recursos, podem usar os minijogos para as suas crianças sem custo algum, assim como podem personalizá-los de acordo com o perfil dos seus alunos.

4. O Jogo Toth

O jogo Toth aborda a aprendizagem dos conceitos de objetos tridimensionais e a sua relação com os objetos do mundo real. Acontece em um ambiente 3D, no qual existe o avatar de uma criança, controlado pelo jogador, e outros personagens com os quais o jogador pode interagir. Além disso, de acordo com as ações, existem os minijogos, que acontecem em um ambiente 2D, e que abordam os conteúdos do aprendizado 2D, 2D/3D e 3D.

4.1 A cidade Toth

Toth não é uma cidade comum, mas um lugar onde cada um dos seus habitantes pode contribuir ativamente com as melhorias de sua construção, que acontece continuamente. Existem, nessa cidade, diversos tipos de estabelecimentos e de habitantes.

Após aprender a jogar diversos tipos de jogos (os minijogos), cabe ao jogador construir a cidade. Para isso ele deve interagir com elementos denominados *Non-player Characters* (Personagens não jogáveis) ou NPCs, que também são formas geométricas. Os NPCs diferenciam-se através de formas e cores, características que exprimem a dificuldade e o tipo de jogo habilitado por estes.

O mundo cresce progressivamente, de acordo com as formas tridimensionais que são construídas durante o jogo. A construção dos objetos do mundo é feita pela

junção de formas tridimensionais. Quem executa essa junção é o jogador, com a ajuda de um NPC específico, de acordo com o cumprimento de alguns objetivos definidos.

Para construir cada objeto do mundo o jogador terá que seguir uma seqüência de ações, que seguirão uma linha de aprendizagem pré-determinada.

A Figura 1 (acima) mostra a cidade, formada por objetos geométricos, bem como pelo avatar da criança e pelos NPCs.

4.2 Minijogos

Descrevem-se, a seguir, os minijogos disponibilizados pelo jogo. Os minijogos têm objetivos específicos, destinados a expor o aprendiz a aspectos particulares da Geometria.

4.2.1 Minijogo 2D

O minijogo 2D aborda a aprendizagem dos aspectos bidimensionais do ensino da Matemática. Trata-se de um jogo de identificação.

O jogador controla um personagem que anda circularmente sobre um planeta. Seu objetivo é o de destruir formas geométricas bidimensionais provenientes do espaço, durante um tempo definido, para somar pontos, vencer a partida e “salvar” o planeta. A Figura 2 mostra uma tela do jogo 2D.



Figura 2: Minijogo 2D

A escala do planeta muda de acordo com as formas que o atingem, fazendo com que o mesmo cresça ou diminua, até que chegue a um tamanho mínimo, que faz com que o jogador perca. O jogador é informado, antes da partida, sobre quais são as formas que fazem com que o planeta cresça ou diminua, o que permite que ele defina seus objetivos de eliminação das formas.

O Minijogo 2D aborda os seguintes aspectos das diretrizes curriculares definidas na seção 2.1.1 deste artigo:

- Descrição, interpretação e representação da posição de uma pessoa ou objeto no espaço, de diferentes pontos de vista.
- Utilização de malhas ou redes para representar, no plano, a posição de uma pessoa ou objeto.
- Descrição, interpretação e representação da movimentação de uma pessoa ou objeto no espaço e construção de itinerários.
- Ampliação e redução de figuras planas pelo uso de malhas.
- Percepção de elementos geométricos nas formas da natureza e nas criações artísticas.
- Representação de figuras geométricas.

4.2.2 Minijogo 2D/3D

O minijogo 2D/3D aborda a aprendizagem da relação entre os conceitos bidimensionais e tridimensionais do ensino da Matemática. Trata-se também de um jogo de identificação. A Figura 3 mostra a tela do Jogo 2D/3D.



Figura 3: Jogo 2D/3D

Utilizando o mouse, o jogador identifica, de um conjunto apresentado (os objetos sobre a mesa), em um tempo definido, a forma tridimensional correspondente à planificação da mesma, também apresentada (no alto, em amarelo).

O Minijogo 2D/3D aborda os seguintes aspectos das diretrizes curriculares definidas na seção 2.1.1 deste artigo:

- Representação do espaço por meio de maquetes.
- Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros.
- Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros) e identificação de elementos como faces, vértices e arestas.
- Composição e decomposição de figuras tridimensionais, identificando diferentes possibilidades.
- Identificação da simetria em figuras tridimensionais.
- Exploração das planificações de algumas figuras tridimensionais.

- Identificação de figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais.
- Composição e decomposição de figuras planas e identificação de que qualquer polígono pode ser composto a partir de figuras triangulares.
- Ampliação e redução de figuras planas pelo uso de malhas.
- Percepção de elementos geométricos nas formas da natureza e nas criações artísticas.
- Representação de figuras geométricas.

4.2.3 Minijogo 3D

O minijogo 3D aborda a aprendizagem dos aspectos tridimensionais do ensino da Matemática. Também é um jogo de identificação. A Figura 4 mostra a tela do minijogo 3D.



Figura 4: Jogo 3D

Utilizando o mouse, o jogador identifica, de um conjunto apresentado (sobre a mesa), em um tempo definido, a forma tridimensional (exposta no alto da tela) que faz parte de um objeto tridimensional do mundo real.

O Minijogo 3D aborda os seguintes aspectos das diretrizes curriculares definidas na seção 2.1.1 deste artigo:

- Descrição, interpretação e representação da posição de uma pessoa ou objeto no espaço, de diferentes pontos de vista.
- Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros.
- Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros) e identificação de elementos como faces, vértices e arestas.
- Composição e decomposição de figuras tridimensionais, identificando diferentes possibilidades.
- Identificação da simetria em figuras tridimensionais.
- Identificação de figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais.

- Percepção de elementos geométricos nas formas da natureza e nas criações artísticas.
- Representação de figuras geométricas.

4.3 Ferramentas Utilizadas

Nessa seção são discutidas as ferramentas de modelagem e desenvolvimento utilizadas no projeto.

4.3.1 XNA Framework

XNA [2009] é um *framework* desenvolvido pela Microsoft para o desenvolvimento de jogos eletrônicos, tanto para computadores quanto para o console Xbox 360 e para o reprodutor de mídia digital Zune, ambos da mesma empresa. Segundo Fayad e Schmidt [1997], *framework* é um conjunto de classes que colaboram para realizar uma responsabilidade para um domínio de um subsistema da aplicação.

A programação do XNA é baseada na linguagem de programação orientada a objetos C#. Utilizou-se, para o desenvolvimento do projeto, o ambiente de desenvolvimento Visual Studio 2005.

4.3.2 XNA Game Studio

Microsoft XNA Game Studio é uma ferramenta que possibilita a criação de jogos para Windows, Zune e Xbox 360. A instalação prévia do ambiente de desenvolvimento Visual Studio 2005, da Microsoft, é necessária. C#, por sua vez, baseia-se no .NET framework da Microsoft.

Utilizou-se novamente a linguagem de programação C# para se desenvolver aplicações no XNA framework.

4.4 Arquitetura de Software do Jogo

A arquitetura do sistema foi planejada sobre o *framework* XNA. A Figura 5 mostra a Arquitetura interna do jogo.

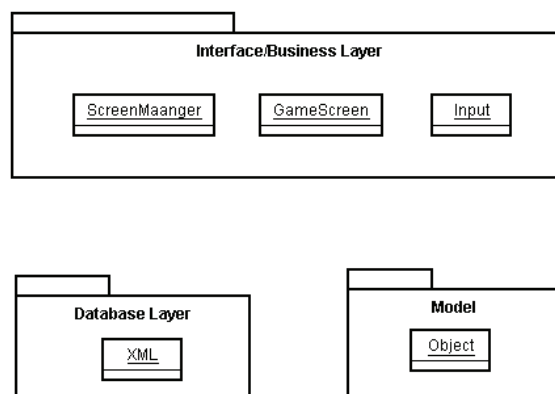


Figura 5: Arquitetura

A arquitetura foi dividida em três camadas. A primeira camada é a de Interface e Negócios

(*Interface/Business Layer*), responsável por controlar o fluxo de telas (*ScreenManager*), o tratamento de entradas de comandos (*Input*) e o gerenciamento da renderização das imagens (*GameScreen*). A segunda camada (*Database Layer*) é responsável pelo gerenciamento do banco de dados, inserção e captura de dados que se comunicam diretamente com o *GameScreen*. A terceira e última camada (*Model*) funciona como meio de transmissão de dados entre a camada de negócios e o banco de dados.

4.5 Restrições

Os focos principais são jogabilidade e desafio. A Plataforma XNA possibilita que o mesmo código seja executado nas plataformas Windows e Xbox 360. O objetivo principal é uma versão para computadores para um único jogador.

5. Testes e Resultados

A presente seção apresenta os testes realizados junto aos alunos do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Matemática da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo - FEUSP.

5.1 Plano de Testes

Os testes que se descrevem a seguir foram embasados em um Plano de Testes que contém informações sobre a finalidade e as metas dos testes do presente projeto. Além disso, nele se identificam as estratégias a serem usadas para implementar e executar os testes, além de identificar os recursos necessários.

O Plano é iniciado através de testes realizados no papel, baseados nos conteúdos de ensino da referida série da disciplina, para cada uma das abordagens - 2D, 2D/3D e 3D-; segue com a execução dos jogos eletrônicos propriamente ditos, e termina novamente com testes realizados no papel, idênticos aos primeiros. Pretendia-se, através desse procedimento, medir o aprendizado adquirido através das experiências com os jogos eletrônicos.

5.2 Resultados

Foi realizada uma bateria de testes com alunos da FEUSP, a fim de realizar um primeiro contato prático do jogo com as crianças e professores.

Os resultados obtidos foram, de formal geral, satisfatórios, e os testes contaram com grande apoio dos professores e entusiasmo das crianças.

A análise dos testes não permitiu, entretanto, uma profundidade grande em suas conclusões, devido ao fato da quantidade de alunos ser relativamente pequena, 7 meninas e 6 meninos, e o tempo de testes curto. O cenário ideal seria o da aplicação em uma disciplina completa da série escolhida, contando ainda

com a ligação pedagógica entre o que é efetivamente ensinado e o que é passado pelos jogos.

Os resultados de pontuação mostram a relação entre dificuldade adotada e a dificuldade necessária para os alunos.

O jogo 2D obteve uma variação grande nos valores de pontuação, assim como maior quantidade de resultados abaixo da média, segundo a figura 6, que apresenta a quantidade dos acertos do Jogo 2D. Na comparação com os resultados dos outros jogos, concluímos que as regras de pontuação são inadequadas ou a dificuldade de jogabilidade atrapalhou as crianças.

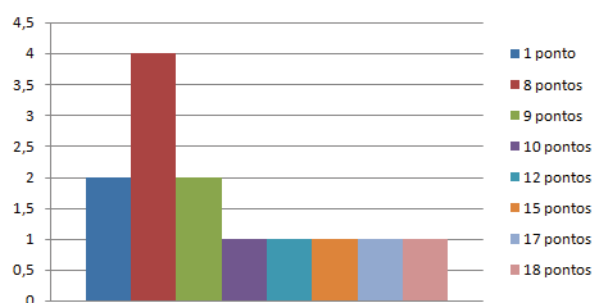


Figura 6: Desempenho no Jogo 2D

Os principais comentários que foram obtidos desse jogo foram: “Não gostei, porque estava muito difícil, estava difícil de jogar” e também “Eu achei esse jogo o mais bonito”.

A Figura 7 mostra a quantidade dos acertos do Jogo 2D/3D, que mostram-se um pouco mais uniformes. A pontuação varia de zero a cinco, considerando pontos apenas para as questões certas e não considerando pontos para as erradas.

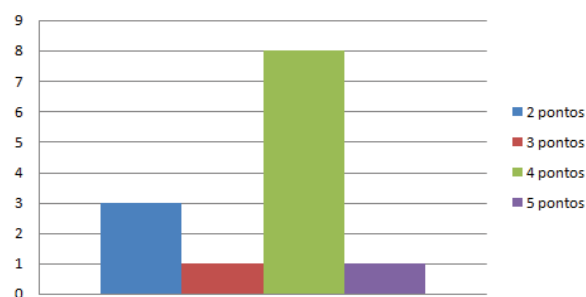


Figura 7: Desempenho no Jogo 2D/3D

Em uma análise preliminar do grupo, esse seria o jogo mais difícil, mas após os testes conclui-se que a dificuldade esperada para esse jogo foi subestimada, pois a maioria dos alunos conseguiu entendê-lo e jogar sem nenhuma grande dificuldade. Esse foi, porém, o jogo que despertou menos interesse entre os alunos testados.

Em contraponto, o jogo 3D foi o que despertou maior interesse pelas crianças, devido ao fato de ser o jogo mais fácil entre os três testados, segundo os

alunos. A Figura 8 mostra a pontuação dos alunos no Jogo 3D, que obteve resultados semelhantes ao do minijogo anterior e também gerou maior quantidade de pontuação máxima (cinco pontos).

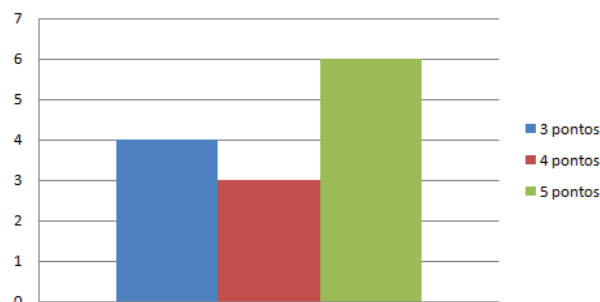


Figura 8: Desempenho no Jogo 3D

A Figura 9 mostra a comparação entre os entendimentos dos três minijogos.

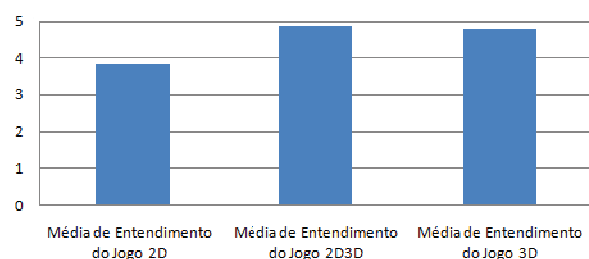


Figura 9: Entendimento dos Jogos

Confirmando os fatos citados, a Figura 10 mostra o gráfico do jogo mais legal, segundo a opinião das crianças. A percepção do grupo é a de que esse gráfico ultrapassa o aspecto de o jogo ser legal, mas engloba o fato de o jogo ser o mais fácil de jogar e de se pontuar.

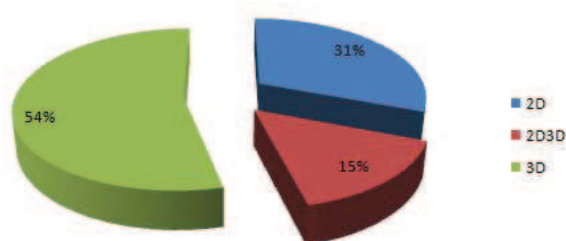


Figura 10: Jogo mais legal

Em relação ao questionamento sobre o jogo mais “chato”, mostrado na Figura 11, a percepção do grupo é a de, como no gráfico anterior, esse gráfico engloba os aspectos de jogabilidade - mais difícil - e maior dificuldade de se pontuar.

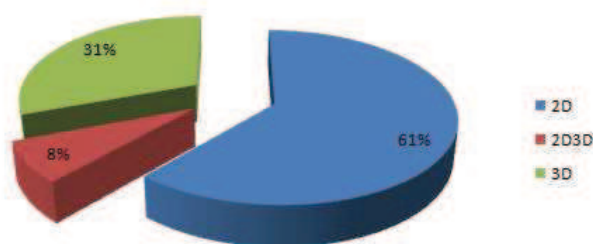


Figura 11: Jogo mais chato

Foram também realizados testes manuais, em papel, antes e depois da execução dos jogos. Esses testes não obtiveram resultados interessantes quanto aos aspectos educacionais, pois além dos problemas de pouco tempo de aplicação e adaptação, percebeu-se o fato de as crianças não estarem dispostas a realizarem os mesmos testes no papel, principalmente após um primeiro contato com os jogos eletrônicos; ainda, ao realizarem os testes, não daram a mesma atenção dada no primeiro momento. Os resultados dos testes realizados em papel mostraram, de uma forma geral, que o número de acertos ocorridos após a experiência dos jogos eletrônicos foi menor do que o número correspondente aos resultados dos mesmos testes antes da aplicação dos mesmos jogos.

Duas monitoras do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Matemática da FEUSP acompanharam os testes. Elas consideraram bastante viável a aplicação dos jogos eletrônicos em sala de aula, uma vez que eles despertaram um grande interesse nos alunos e, conseqüentemente, na disciplina. Como previsto, porém, e como também dito pelas mesmas monitoras, o jogo se enquadraria mais adequadamente a um planejamento conjunto com o ensino da disciplina e o seu conseqüente interrelacionamento e precisaria de um tempo maior para que gerasse resultados satisfatórios.

6. Considerações Finais

Nesta seção são apresentadas as conclusões referentes ao presente trabalho, além das possibilidades de continuidade e melhorias do mesmo através de projetos futuros.

6.1 Conclusão

Neste artigo discutiu-se o uso dos jogos eletrônicos como ferramenta de complementação do aprendizado de Matemática para crianças do Ensino Fundamental. Para isso foi desenvolvido um ambiente tridimensional interativo, a cidade Toth, dentro da qual o jogador controla o avatar de um menino e joga alguns minijogos, que são os objetos de aprendizagem e que abordam a complementação do ensino do tópico de Espaço e Forma do segundo ciclo do Ensino Fundamental do documento de Parâmetros Curriculares Nacionais, instituído pelo MEC. Esta aplicação usa como ferramenta principal o XNA, um

framework para desenvolvimento de jogos da Microsoft.

A principal contribuição do presente trabalho é a de aprimorar o ensino e a aprendizagem da Matemática para alunos do Ensino Fundamental, usando, para isso, o jogo, que é algo inerente ao mundo da criança.

A realização dos testes finais mostrou que, mesmo em pequena escala, a inserção de jogos no contexto de aprendizagem gera vantagens e desvantagens. As principais vantagens são a fixação de conceitos já aprendidos em aula, mas de uma forma mais motivadora e próxima à realidade do aluno, além da importante participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento. As principais desvantagens são as de que os jogos, se mal utilizados, podem adquirir um caráter puramente lúdico, tornando-se algo desconectado do ensino da disciplina dada em sala de aula. Isso pode fazer com que os alunos simplesmente joguem, sem saber o porquê de jogarem. Outro risco seria a falsa concepção de que os conceitos devem ser ensinados através dos jogos. O papel principal dos mesmos é o de complementar e não o de substituir o ensino convencional.

6.2 Trabalhos Futuros

O jogo Toth permite diversos níveis e áreas de expansão. A idéia inicial do presente trabalho é a de constatar a viabilidade do uso dos jogos eletrônicos no ensino e aprendizagem. Para que isso fosse possível, de acordo com o tempo definido para o projeto, foi preciso que se delimitasse um escopo reduzido, tanto de abordagem teórica, como de funcionalidades técnicas.

O escopo teórico pode aumentar e abranger uma área maior da disciplina de Matemática. Os PCN do Ensino Fundamental abordam quatro grandes blocos, dentro dos quais existe o de Espaço e Forma, abordado pela versão atual. Existem ainda os blocos de Números e Operações, Grandezas e Medidas e Tratamento da Informação. Da mesma maneira, um ciclo de faixas etárias foi abrangido pela atual solução, o que não impede um trabalho futuro com os demais ciclos, sejam eles de Ensino Fundamental, Médio ou Superior.

Em relação às disciplinas isso também se aplica. Este projeto tratou apenas da Matemática, mas o documento de PCN define nove disciplinas, tomando como base apenas a faixa entre a 1ª e a 4ª séries. São elas: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais, História e Geografia, Arte, Educação Física, Apresentação dos Temas Transversais e Ética, Meio Ambiente e Saúde, Pluralidade Cultural e Orientação Sexual.

O escopo técnico pode receber versões não apenas para computadores, mas também para outras plataformas, tais como para o console Xbox 360 e para o reprodutor de mídia digital Zune, ambos da

Microsoft, uma vez que a plataforma XNA assim o permite.

Pode-se também investir em jogos que apresentem uma qualidade gráfica superior à atual, tanto em questões artísticas como na concepção de modelos tridimensionais melhores.

Existe ainda a possibilidade de abranger a jogabilidade para se comportar múltiplos jogadores, uma vez que a versão atual permite apenas o jogo a um único jogador.

Em relação à aplicabilidade dos jogos à Educação, pode-se elaborar planos de ação e testes, juntamente com profissionais da área, para que essa ferramenta torne-se cada vez mais útil e difundida entre os educadores.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao professor Manoel Oriosvaldo de Moura, da FEUSP e Bruno Duarte Correa, como atores muito importantes para a criação e desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- ABRAGAMES, 2004. *Plano Diretor da Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil – Diretrizes Básicas; Comitê de Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil*. [online] Disponível em: http://www.abragames.org/docs/pd_diretrizesbasicas.pdf [Acessado em 22 jul. 2009].
- BRASIL, 1997. Secretaria de Educação Fundamental. “Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais”. MEC/SEF. Disponível em: portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf. [Acessado em 22 jul. 2009].
- BITTENCOURT, J. R., FIGUEIREDO, C. Z., 2005. Jogos Computadorizados para Aprendizagem Matemática no Ensino Fundamental. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 4-5, Maio 2005.
- BITTENCOURT, J. R.; GIRAFFA, L. M., 2003. Modelando Ambientes de Aprendizagem Virtuais utilizando Role-Playing Games. In: XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Rio de Janeiro: SBC, 2003. p. 718-727.
- CHILDSPLAY. Disponível em: <http://childsplay.sourceforge.net/>. [Acessado em 22 jul. 2009].
- CLUA, E. W. G.; JUNIOR, C. L. de L.; NABAIS, R. J. de M. 2002. Importância e Impacto dos Jogos Educativos na Sociedade. In: I Workshop Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. SBC: Fortaleza, 2002.
- ELLIOTT J.; BRUCKMAN A.; 2002. Design of a 3D

- Interactive Math Learning Environment. Proceedings of ACM DIS 2002 Conference on Designing Interactive Systems, London, UK, June 2002.
- FAYAD, M.; SCHMIDT, D. Object-Oriented Application Frameworks. Communications of the ACM, New York, v. 40, n. 10, p. 32-38, Oct. 1997.
- JACOBSON, I. et al., 1999. *The unified software development process*. Reading : Addison-Wesley.
- JACOBSON, I., 1998. Objectory is the unified process. *Component Strategies*, v.1, n. 10.
- KISHIMOTO, Tizuko Morchida. 1994. O Jogo e a Educação Infantil. São Paulo: Pioneira.
- MATHSNET.NET. Disponível em: <http://www.mathsnet.net>. [Acessado em 22 jul. 2009].
- MICHAEL, D.; CHEN, S., 2005. Serious Games: Games that Educate, Train, and Inform. THOMSON.
- PAULINA, I. Planas e não-planas. Revista NOVA ESCOLA, São Paulo, n. 20, p. 32-33, Edição especial, 2008.
- PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. DE L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I., 2002. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. *Psicologia Educação Cultura*, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, Julho 2002.
- PIAGET, J., 1978. A Formação do Símbolo na Criança: imitação, jogo e sonho. 3ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- PIEROZAN, C.; BRANCHER, J. D., 2004. A Imp. do Jogo Educativo e suas vantagens no processo Ensino e Aprendizagem. In: Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem. Florianópolis: UFSC, 2004. p. 2.
- PURDY, J.A., 2007. Serious Games: Getting Serious About Digital Games in Learning. Corporate University Journal. Disponível em: <<http://www.corpu.com/newsletter%5Fwi07/sect2.asp>>. [Acessado em 22 jul. 2009].
- SAEB. Brasília. Saeb 1995. 1995. Disponível em <http://www.inep.gov.br/basica/saeb/saeb_97e95.htm>. [Acessado em 22 jul. 2009].
- SCHLIEMANN, A., 2002. Aprender pensando – Contribuições da Psicologia Cognitiva para a Educação. 16ª ed. Petrópolis –RJ: Editora Vozes.
- SERIOUS GAME INITIATIVE. Disponível em: <<http://www.seriousgames.org/>> [Acessado em 22 jul. 2009].
- VALENTE, J. A., 1998. A TELEPRESENÇA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA ÁREA DE INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO: implantando o construcionismo contextualizado. IV Congresso RIBIE, Brasília, 1998.
- XNA. Disponível em: <http://creators.xna.com> [Acessado em 22 jul. 2009].