

# TRILHA MATEMÁTICA – UM JOGO MULTIUSUÁRIO PARA DESPERTAR O INTERESSE EM JOGOS DIDÁTICOS DE COMPUTADOR<sup>1</sup>

**Douglas Matté Lise, Jacques Duílio Brancher**

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI  
Av. Sete de Setembro, 1621 – Caixa Postal 743 – Cep 99700-000 Erechim – RS - Brazil

{douglaslise, jacques}@uri.com.br

**Resumo.** O objetivo deste trabalho é a apresentação do jogo chamado de “trilha matemática”. É um jogo que foi projetado e construído pensando-se em um ambiente de sala de aula, onde os alunos pudessem interagir entre si e com o professor de maneira fácil e rápida. Assim, o jogo possui duas partes fundamentais: A primeira é um editor de mapas, para que os usuários possam criar seus próprios ambientes. A segunda parte é o jogo propriamente dito, no formato cliente/servidor, onde os usuários tem condições de trocar informações entre si, e jogar em um ambiente multiusuário. Além disto, possui dois tutores: O primeiro, individual, e que tem como função apoiar os alunos e enviar informações para o segundo tutor, que gerencia todo o jogo, enviando informações para o professor.

**Palavras-Chave:** jogos multiusuário, bibliotecas gráficas, Ensino Fundamental.

## 1. Introdução

Com a popularização do computador, a indústria do entretenimento cresceu muito. Há menos de 10 anos atrás os jogos de computador não tinham atrativos gráficos e eram avidamente devorados por crianças e adultos de todas as idades. Infelizmente este crescimento se deu apenas na área de jogos sem um fim específico para a criança/adolescente, que tem apenas um objetivo, que é “passar de fase”, “conquistar o mundo”, etc. Os jogos cujo fim maior era justamente a melhoria dos processos de aprendizagem ficou de lado.

Além disto, no mundo acadêmico atual existe um número muito reduzido de aplicações que auxiliam no ensino de matemática básica de forma lúdica, ou seja, através de jogos, sendo que as existentes possuem pouca interatividade e são todos monousuários onde não existe interação entre os usuários do jogo, que jogam de maneira individual, sem nenhuma troca de experiência entre eles. Além disto, estes jogos não possuem tutores que identificam as necessidades dos usuários e suas dificuldades, tornando o jogo de maneira geral pouco atrativo e empolgante.

Para suprir as carências de jogos didáticos de computador, uma ferramenta de autoria de jogos de computador foi proposta por Barone (1997). A ferramenta deve servir de apoio à elaboração de jogos educativos computadorizados, tanto por parte dos professores como também dos alunos. Através da ferramenta, o usuário (professor ou aluno) selecionará os objetos que farão parte do jogo e poderá definir suas propriedades e ações. Por propriedades entende-se a cor, formato, tamanho, tipo da fonte, espessura, entre outras.

---

<sup>1</sup> Integrante do Projeto CNPq/ COSAEMAF nº 552.247/2002-2 – Construção de Softwares para Auxílio no Ensino de Matemática Fundamental.

Além deste, pode-se citar o trabalho de Keller (3), que é Jogo Educacional construído em VRML, linguagem de Realidade Virtual. O jogo é um protótipo onde o aluno entra numa sala de aula virtual com um quadro e duas portas, sendo uma vermelha e outra azul, o aluno deve ler a questão sobre geometria espacial que está no quadro e dependendo de sua resposta deverá seguir por uma das portas, sendo que só uma delas leva pelo caminho certo, seguindo-se assim até o final do jogo.

Por fim, o trabalho de Rieder e Brancher (2002), que apresenta um jogo educacional de computador em 3 dimensões, que modela uma praça da cidade de Erechim – RS, de nome Praça Jaime Lago. A idéia é que o jogador percorra o ambiente e em cada objeto que é clicado, o sistema retorna um problema envolvendo polinômios. A cada exercício resolvido, o aluno ganha pontos.

Pelo exposto acima, observa-se que os pesquisadores se atêm a jogos monousuário, onde não existe interação entre os jogadores. Assim, A proposta deste software é implementar um jogo de computador onde os alunos possam interagir entre si e com o professor e que despertem a atenção destes, auxiliando no processo educativo. Adicionalmente, são inseridas operações matemáticas dentro deste ambiente, oferecendo ao jogador a possibilidade de aprender ou, pelo menos, exercitar a Matemática.

## **2. Estrutura do jogo**

O jogo desenvolvido possui uma estrutura “*client-server*” (cliente-servidor), que permite aos jogadores a conexão entre seus computadores, compartilhando o mesmo jogo entre vários usuários. Este tipo de arquitetura permite total interação entre os participantes, desde que todos estejam conectados a uma rede local. Este tipo de conexão faz com que os alunos participem ativamente do processo de aprendizado, dentro de um ambiente divertido que proporciona o exercício dos seus conhecimentos matemáticos.

### **2.1. Servidor**

O servidor possui as tarefas de controlar todos os clientes que estão conectados a ele. O aplicativo permite, na inicialização, definir se o mesmo será servidor ou cliente. Caso o usuário escolher a opção “Servidor”, então o aplicativo abre uma porta de escuta TCP, predefinida em 5002. A partir deste momento todos os jogadores deverão conectar-se, como clientes. À medida que os jogadores vão conectando-se, é exibida a lista na máquina do servidor. Quando o jogador que comanda o servidor julgar que todos seus oponentes já estão conectados, este poderá dar o comando de iniciar o jogo. Neste momento o servidor passa a controlar todos os clientes, e o jogo terá seu início.

A seguir o mapa selecionado é enviado a todos os clientes conectados. O servidor distribui

também as informações de status e todas as mensagens vindas do *chat* para seus clientes.

O servidor também recebe informações dos clientes a respeito de suas posições no mapa, as quais são distribuídas a todos os outros. Importante salientar que não existe comunicação real ponto-a-ponto, tudo é feito através do servidor.

Para a implementação da troca de mensagens entre os usuários, utilizou-se o componente *TSocket*, incluído no Delphi, para disponibilizar a conexão entre as máquinas. A conexão é feita via protocolo TCP/IP.

Para fazer a comunicação entre todos os computadores, utilizaram-se funções definidas em um componente para Delphi, *GameConnections*, criado neste mesmo projeto, que automatiza e simplifica todos os procedimentos para conexão e envio de mensagens entre os computadores. Este componente contém todas as rotinas necessárias para a troca de mensagens entre os usuários deste jogo e de outros que venham a ser incorporados. Sua proposta é padronizar toda a comunicação que venha a ocorrer em ambientes multiusuário.

## **2.2. Cliente**

Inicialmente, ao receber o comando de que o jogo irá iniciar, o cliente prepara-se para receber o mapa completo do jogo e exibi-lo na tela. Imediatamente após cada movimento do jogador no mapa, o cliente envia ao servidor a posição do jogador, a qual é atualizada em todos os outros clientes simultaneamente. O cliente disponibiliza ao usuário a lista sempre atualizada da pontuação, bem como as posições dos jogadores no mapa.

A visão que o cliente tem é basicamente a mesma do *server*. No final é gerado um relatório com tudo o que ocorreu com cada um dos usuários que estiveram conectados e jogando. Dentre estas informações, são mandadas as estatísticas de acertos e erros, tempo que cada aluno levou jogando e respondendo uma ou outra questão, etc.

## **2.3. Tutor Inteligente**

Como a proposta inicial para o jogo Trilha Matemática é para execução multiusuário, logo para realizar a tarefa de controle de ações, resultados e análises, utilizaremos o paradigma de Sistemas Multiagentes.

Além do multiagente, possui um agente que cria automaticamente as expressões matemáticas a serem apresentadas para o usuário, fornecendo também ajuda e dicas. Tais expressões matemáticas são criadas baseadas no nível de dificuldade em que o jogador se encontra. O nível das expressões aumentará a medida em que o usuário for avançando na trilha, ou seja, quanto mais perto da chegada, maior será o nível de dificuldade. Conforme a tabela 1:

Tabela 1 – Níveis do jogo trilha

Nível	Operandos	Operação envolvida	exemplos de operações
1	2	soma	$15 + 12$ ; $19+15$ ; $13 + 8$
2	2	soma, subtração	$14+21$ ; $23+18$
3	2	divisão	$15/3$ ; $80/20$ ; $90/15$
4	2	multiplicação	$13*5$ ; $19*7$ ; $14*8$
5	3	as quatro operações	$15*3+8$
6	4	as quatro operações	$14*9+5*8$ ; $19+13-8*5$ ; $21-6/3+4$
7	3	as quatro operações mais potência	$5^2+8^2*3+6$

Cada cliente tem seu próprio agente, ao qual cabe a tarefa de identificar quais são as dificuldades do aluno em resolver expressões matemáticas simples, envolvendo conteúdos básicos, e incentivá-lo e alertá-lo para possíveis erros que esteja cometendo tais como erros de sinal, ou nas multiplicações e até mesmo na digitação errada do resultado. Além disto, este tutor envia as informações para o *server*, que por sua vez armazenará todas as informações relativas a cada um dos jogadores, disponibilizando estas informações para o professor, que terá um relatório completo de tudo o que ocorrerá com o jogador durante toda a partida.

#### 2.4. Visão geral do ambiente de jogo

A figura 1 apresenta uma visão geral do ambiente onde o jogo é desenvolvido, onde apresentam as seções numeradas. Logo abaixo, na tabela 2, estas seções estão detalhadas.



Figura 1 – Visão do jogo trilha

Tabela 2 – Descrição dos pontos da Figura 1.

Nº	Descrição
1	Mostra a <b>Lista de usuários</b> conectados ao sistema, bem como a cor do peão de cada jogador. Esta lista é atualizada periodicamente e sempre que um jogador abandonar a partida. Ao clicar em um nome na lista o usuário selecionado é exibido no Mapa Parcial.
2	<b>Mapa completo</b> , com os possíveis caminhos que o jogador deve percorrer para chegar até o final do jogo. Também possui a facilidade de selecionar qualquer área do jogo que se queira visualizar no Mapa Parcial.
3	<b>Mapa parcial</b> . Mostra a área que está selecionada no mapa completo. Serve para os jogadores terem uma visão mais clara da sua posição dentro do mapa.
4	Área onde são exibidas as <b>expressões matemáticas</b> a serem resolvidas pelos jogadores para a obtenção dos pontos necessários para poder navegar pelo mapa.
5	<b>Teclado numérico</b> , que permite ao jogador informar a sua resposta a ser enviada ao sistema. Só aceita números inteiros.
6	<b>Chat</b> , onde os jogadores podem trocar informações entre si, bem como receber mensagens do professor específicas para cada um.
7	<b>Informações</b> gerais sobre o jogo. Inclui pontuação, tempo, saldo, e outras.
8	<b>Dado</b> , onde é sorteado o bônus para o jogador.
9	Setas de <b>movimentação</b> , as quais o jogador utiliza para movimentar seu peão no mapa.

## 2.5. Visualizadores do Mapa

Para implementar as visões do mapa, foram incluídos duas rotinas GLScene, que exibem o mesmo cenário, ou seja, os mesmos objetos, porém cada qual com sua respectiva câmera. Sendo que a câmera do visualizador do Mapa Completo fica fixa no centro do cenário, ao contrário da outra, que se movimenta de acordo com a seleção feita no Mapa Completo.

Os objetos do cenário são criados pela classe *TMapa*, definida ainda no editor de mapas, a qual é reutilizada aqui.

### 2.5.1. Teclado numérico

Teclado possuindo números de 0 a 9, utilizado pelo jogador para entrar com os dados da resposta da expressão. Aceita apenas valores numéricos, pois todas as respostas deverão ser números inteiros.

Pode-se também entrar com os números pelo teclado convencional. O teclado numérico pode ser visualizado na área 5 da figura 2.

### 2.5.2. Lista de Usuários

Fornece ao jogador uma lista de todos seus oponentes, juntamente com a cor de seu peão. Esta lista é atualizada automaticamente em todos os clientes a cada alteração na lista.

### 2.5.3. Chat

Semelhante a um ambiente de *chat* tradicional, ele permite aos jogadores de uma mesma partida trocar mensagens entre si. Conta com opções de enviar mensagem privada a determinado usuário, ou envio a todos.

Pode-se ainda visualizar o *log* de toda a conversa durante o jogo, copiá-lo para a área de transferência, ou até mesmo salvá-lo em um arquivo-texto.

Possui apenas um campo de digitação de texto, um botão “Enviar”, uma caixa de combinação (“*Combo Box*”) com a lista de usuários, e o *log* das conversas.

Ao clicar em enviar, o cliente apenas envia uma mensagem ao servidor com as informações necessárias: Destinatário e texto. Cabe ao servidor interpretá-la e enviar aos clientes correspondentes.

### 2.5.4. Editor de mapas

Trata-se de um editor visual, com interface amigável, permitindo ao jogador criar seus próprios mapas personalizados, ou alterar os mapas já existentes, como pode ser visto na figura 2.

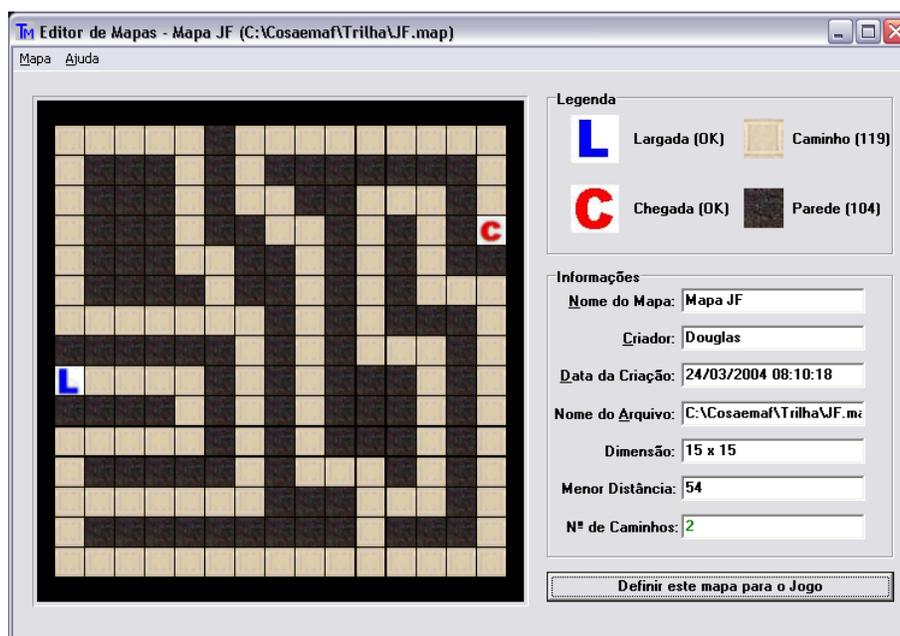


Figura 2 – Visão geral do editor de mapas

O editor permite definir o tamanho do mapa, traçar o caminho desejado, e escolher a posição de largada e chegada. Não é necessário sair do jogo para editar os mapas, isto é feito dentro da aplicação principal no momento da configuração de um novo jogo.

Na implementação deste editor, utilizou-se GLScene, um componente para Delphi, que faz uso da biblioteca gráfica OpenGL, permitindo criar aplicações gráficas de alta qualidade. Este

componente oferece recursos de interação com o usuário, via mouse e teclado.

Neste editor implementou-se um algoritmo recursivo para verificar quando o mapa está completo, isto é, se existe pelo menos um caminho entre a Largada e a Chegada. O Algoritmo calcula também qual é a menor distância entre a largada e a chegada.

Todos os mapas criados neste editor podem ser salvos em disco, para posterior recuperação e uso dos mesmos nos jogos. Os mapas são armazenados em arquivos em formato texto, porém todo o arquivo é criptografado, utilizando-se de um algoritmo de criptografia baseado na combinação dos caracteres originais com os caracteres fornecidos por uma chave interna, através do método “xor” (*eXclusive OR*).

Como a aplicação utilizou-se da programação orientada a objetos, o mesmo objeto Mapa, foi reutilizado na parte do jogo onde o mapa é exibido para o usuário final, diminuindo assim o tempo de programação e a quantidade de código-fonte. Foi definida uma classe chamada “Tmapa”, a qual inclui definições de como criar o mapa, ler e salvar em arquivo, funções para encontrar o menor caminho, entre outras.

### **3. Funcionamento do Jogo**

O jogo funciona da seguinte maneira:

Inicialmente o jogador escolhe o tipo de jogo desejado, contando com 2 (duas) opções possíveis:

- Servidor (professor): Nesta opção o jogador também deve escolher o mapa a ser utilizado. Este mapa será o mesmo para todos os jogadores que posteriormente se conectarem a este computador. Após escolher o mapa é apresentada uma tela de status da conexão, onde deve-se aguardar até todos os outros jogadores conectarem-se.
- Cliente (aluno): Aqui a única tarefa é selecionar o computador com o qual se deseja estabelecer a conexão, escolher a cor do seu peão, e informar o seu nome para posterior identificação no jogo.

Após passar pelas opções acima, o jogador verá a tela principal do jogo, composta de vários elementos previamente descritos.

Inicialmente, todos os jogadores estão posicionados na largada. O objetivo é alcançar a posição “Chegada”. Para tanto é necessário resolver as expressões apresentadas, as quais fornecem, se respondidos corretamente, bônus para o jogador poder movimentar-se pelo mapa.

O nível de dificuldade das expressões varia de acordo com a distância do jogador em relação à chegada. Ou seja, se o jogador estiver longe da chegada, então as expressões são de nível menor. Conseqüentemente, se estiver próximo à chegada, a expressão gerada apresentará

maior dificuldade ao jogador.

No momento em que o jogador receber uma expressão, estará disponível um teclado numérico no qual deve-se digitar o resultado da expressão. Isto poderá ser feito na tela via mouse, ou diretamente pelo teclado numérico.

Se a expressão for respondida corretamente, um dado sorteia um bônus, o qual é somado com o saldo atual, sendo que, se o saldo resultante for positivo, o usuário poderá movimentar-se no mapa, até que o saldo seja zerado. Não é possível resolver outra expressão se o saldo ainda estiver positivo, ou seja, para resolver outra expressão é necessário movimentar-se até que o saldo seja zerado.

Caso o mapa possuir vários caminhos possíveis, cabe ao jogador decidir qual o caminho a seguir. Para isso deve analisar qual o levará mais facilmente até a “Chegada”.

Se a resposta não corresponder com a expressão, então é descontado uma unidade do saldo, logo o saldo passará a ser negativo, tendo que ser recuperado nas próximas expressões. Neste caso o jogador permanece na posição onde está, não havendo nenhuma movimentação.

A qualquer momento o jogador poderá visualizar o status de seus oponentes, ou seja, sua posição no mapa, a qual é visualizada simultaneamente em todos os computadores conectados a um mesmo jogo.

Se um jogador desejar abandonar o jogo, os outros oponentes continuarão seu jogo normalmente, sem interrupção.

Quando o primeiro jogador alcançar a posição “Chegada”, então este é considerado o vencedor da partida. Os outros poderão continuar jogando normalmente até o último alcançar a chegada, ou o professor terminar a seção.

#### **4. Aplicação do Jogo**

Buscando evidenciar os elementos que caracterizam os jogos didáticos de computador, além de proporcionar o entretenimento e aprendizado mútuo das crianças, foi posto em aplicação prática o jogo Trilha Matemática para observação e análise de dados durante uma feira de exposições Frinape (Feira Comercial, Industrial e Agropecuária de Erechim-RS).

Para coletar dados deste produto, os estudantes responderam a um pequeno questionário logo após uma partida realizada. Conforme Fagundes *et al* (1998), “é fundamental que a questão a ser pesquisada parta da curiosidade, das dúvidas da indagação dos alunos”. Cohen *et al* (2002) também destaca a importância de correlacionar interações observadas em pesquisas com ferramentas digitais de ensino, pois estas intervenções possibilitam crescimento da equipe de desenvolvimento no aperfeiçoamento destes softwares, visando um produto final adequado ao usuário.

As perguntas no questionário procuraram, primeiramente, especificar aspectos referente a clientela do jogo, através de dados como sexo, data de nascimento, nome da escola e série. Num segundo momento, foram construídas questões que visam mensurar o nível de satisfação do usuário. Essas questões procuraram contemplar aspectos presentes nos jogos, como cores, cenários, dicas e sugestões de modificações salientadas pelos usuários. Por meio deste questionário, também buscou-se perceber quais foram os aspectos que mais atraíram o aluno.

Um montante de 38 pessoas participou das análises em questionário, com idade entre 10 aos 16 anos, sendo 34 rapazes e 4 moças. Este software apresentou um nível satisfatório de aceitação, onde pessoas relataram que jogariam em turma por aproximadamente 3 horas.

Notou-se que esta amostragem apresentou dificuldades no ato de configuração do jogo, pois a complexidade do multiusuário ficou restrita a pessoas que já tinham familiaridade com o computador.

Em relação a interface do jogo, observou-se que o *chat* foi poucas vezes utilizado. Apenas quando o jogo terminava é que os adversários se comunicavam – o que provou ser um jogo de estilo competitivo. Quanto ao cenário e cores utilizadas, 8 pessoas destacaram a ausência de cores vivas, como o amarelo e o vermelho pois, conforme 2 destas, a utilização deste tipo de cor tornaria o ambiente mais motivacional ao jogo.

#### **4. Conclusões**

No desenvolvimento desta ferramenta educativa, percebeu-se que um jogo multiusuário oferece muito mais interatividade e realismo, despertando muito mais interesse por parte dos alunos do que um simples jogo monousuário. Isto se deve ao fato de que um jogo distribuído transmite a idéia de competição e relacionamento entre os alunos, proporcionando maior interatividade e interesse por parte dos mesmos.

Porém, é importante salientar que a complexidade da programação deste tipo de jogo, ainda que seja aparentemente “simples” é bem maior do que jogos monousuário, ainda que seja executado em uma rede local.

Um outro ponto importante é que a utilização de ferramentas livres, tais como GLScene, tem se mostrado de grande valia na implementação de jogos didáticos de computador. Infelizmente a ferramenta torna-se um pouco lenta a medida que a complexidade dos ambientes aumenta.

Por fim, os conhecimentos adquiridos e as tecnologias desenvolvidas neste jogo servirão como base para a criação de outros jogos de computador multiusuário, e com uma complexidade maior deste que está sendo apresentado.

## 5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, uma entidade do Governo Brasileiro voltada ao desenvolvimento científico e tecnológico.

## Referências Bibliográficas

(1) <http://www.lucianalessa.hpg.ig.com.br/page71.htm>. Último acesso: 10/02/2004

BARONE, Dante Augusto Couto, SILVEIRA, Sidnei Renato (1997). Estudo e Construção de uma Ferramenta de Autoria Multímídia para a Elaboração de Jogos Educativos. *In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 1997, Anais do VIII SBIE. 1997*

(3) <http://www.pgie.ufrgs.br/webfolioead/jogos.html>. Último acesso: 10/02/2004

Cohen, J.; Dai, J.; Wu, M.; Wu, T.; Klawe, M. (2002). Toys to Teach – mathematics as a collaborative climbing exercise. *In: SIBGRAPH 2002, San Antonio (USA).*

Fagundes, L.; Sato, L.S.; and Maçada, D.L. (1998). *Aprendizes do Futuro: as inovações começaram*. Ministério da Educação, Porto Alegre.

Rieder, R., Brancher (2002) Development of a micro world for the education of the Mathematics Basic, using OpenGL and Delphi. *In: XXVIII Conferencia Latinoamericana de Informática - CLEI. Montevideo, Uruguai. 2002.*