CIDADES VIRTUAIS: TECNOLOGIAS PARA APRENDIZAGEM E SIMULAÇÃO

Margarete Axt[1]
Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho[2]
Eduardo Engel Balle[3]
Sergio Seligmann Rodrigues[4]
Daniel Nehme Müller[5]

GT 2 – Jogos Eletrônicos e Educação

Resumo

No presente trabalho apresenta-se um protótipo de jogo colaborativo, chamado CITTÀ, para construção de cidades virtuais desenvolvido dentro do contexto do projeto CIVITAS. O protótipo usa recursos Java para comunicação via rede de computadores e OpenGL no desenvolvimento dos recursos gráficos. Sua arquitetura é baseada na estrutura cliente/servidor, onde se tem um software cliente instalado na máquina onde o aluno acessa o jogo e um conjunto de recursos instalados em um servidor que controla os acessos e as inferências dos jogadores, bem como a comunicação entre os jogadores e a comunicação do jogo com os jogadores. Embora seja um protótipo de jogo digital educacional, o professor tem papel fundamental através da mediação que é realizada presencialmente durante a ação dos alunos no software, observando e atuando conforme as relações e contratos sociais feitos pelos alunos no ambiente do jogo. Essa função do professor vem ao encontro da proposta do projeto CIVITAS de desenvolver um modo alternativo para intervir na pedagogia das séries iniciais (entre 8 e 10 anos), em particular, terceiras séries do Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Ambiente de simulação educacional; aprendizagem colaborativa assistida por computador; jogos educacionais e PCNs; formação continuada de professores em serviço; educação a distância; inclusão digital no ensino fundamental.

Introdução

O projeto CIVITAS propõe realizar o objetivo central do Laboratório de Estudos em Linguagem Interação e Cognição (LELIC/UFRGS), qual seja analisar modos de subjetivação-objetivação emergentes em redes (tecnológicas) de convivência e formação, em particular as que agenciam processos de criação-invenção, considerando o seguinte eixo de problematização: a ampliação do acesso às tecnologias digitais promovida pelas Políticas Públicas (PP) no âmbito escolar, imbricada com a geração, concomitante e articulada, de metodologias de formação continuada e de metodologias de Intervenção na educação básica - séries iniciais.

Na primeira fase do projeto, professores e alunos interagiram cooperativamente na tomada de decisões e no planejamento de uma cidade virtual, representada através da construção de uma maquete real. A interação

[1] (maaxt@ufrgs.br) – UFRGS
[2] (paka@ufrgs.br) – UFRGS
[3] (eduardozum@terra.com.br) - UNISINOS
[4] (raukodel@gmail.com) - UNISINOS
[5] (danielnm@inf.ufrgs.br) – UFRGS

foi pautada pela definição de normas de convivência urbana em seus aspectos sócio-ambiental, histórico-cultural, ético-estético e político-econômico, gerando subsídios para reflexão crítica, tanto dos conteúdos curriculares quanto dos valores implicados.

Na segunda fase do projeto, que será relatada neste artigo, propôs-se a construção e implementação de um simulador para construção de cidades virtuais, baseado em interação multiusuário e compartilhamento de conteúdos digitais. O jogo CITTÀ, produto desta segunda fase, é constituído de alguns módulos, como editor de relevos, simulador urbano e editor de objetos. Esses módulos estão sendo construídos em JAVA, uma linguagem de programação orientada a objetos. Os gráficos dos elementos dos módulos do CITTÀ usam OpenGL, um conjunto de funções, que fornecem acesso aos recursos de vídeo que permitem o desenvolvimento de aplicação gráficas 3D, caso do jogo que é apresentado neste trabalho.

O projeto CIVITAS

O projeto tem como principal objetivo criar e desenvolver um ambiente de realidade virtual para construção de cidades por simulação baseado em interação multiusuário e compartilhamento de conteúdos digitais. O protótipo do ambiente desenvolvido está em consonância com uma proposta ético-político-pedagógica e de aplicação aberta a diferentes contextos educacionais e/ou de trabalho profissional cooperativo.

O CIVITAS, em primeira instância, tem aplicação nas 3ª séries do ensino fundamental de escolas municipais da cidade de Venâncio Aires e Mato Leitão, RS. Na proposta de implementação, professores e alunos interagem cooperativamente na tomada de decisões e no planejamento da cidade virtual. Essa abordagem está em conformidade com a proposta curricular e de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1º a 4ª séries do ensino fundamental, articulando-se nas áreas de conhecimento (Língua Portuguesa, Ciências Naturais, História, Geografia, Arte) e nos temas transversais, refletindo ética, meio ambiente, pluralidade cultural. A expectativa é de que, nos encontros em sala de aula, as crianças trabalhem conteúdos e contextos, reflexivamente, a partir de subsídios gerados e problematizados pela cidade virtual CITTÀ, no plano tecnológico e no metodológico. CITTÀ é o nome dado ao sub-projeto do CIVITAS responsável pelo desenvolvimento e implementação do jogo educacional e será detalhado na seção 4.3.

Simulador e ambientes on-line para interação podem integrar-se ao currículo de escolas públicas em diferentes regiões e culturas e no ensino superior, visando futuros professores e desenvolvedores de jogos. Tal plasticidade deve-se ao fato do simulador ser editor de cidades, que podem ser construídas conforme idéias e objetivos do grupo. É diferencial metodológico-conceitual em relação a propostas comerciais ou educacionais tradicionais, o fato de boa parte das regras de concepção, seleção de conteúdos, estruturação e funcionamento, determinando modos de habitar, conhecer a cidade, serem definidas pelos participantes, demandando atitudes pró-ativas para buscar informações, construir conhecimento específico, fazendo frente às exigências de qualidade de vida dos seus supostos moradores.

Jogos Educacionais

Jogos de computador, aqui denominados *jogos digitais*, são instrumentos tecnológicos de grande apelo popular, especialmente junto ao público infanto-juvenil. Atenta a esse potencial valioso, a pesquisa em Informática na Educação tem se ocupado de estudar o uso pedagógico e a adaptação de jogos digitais desenvolvidos originalmente para entretenimento (AMORY et al., 1999; DEMPSEY et al., 1996, 2002; SMITH; MANN, 2002). Mas principalmente tem focado a pesquisa e desenvolvimento de *jogos educacionais* ou *jogos pedagógicos* (BARAB et al., 2005; GIRAFFA; VICCARI; SELF, 1998), investigando a adequação e os efeitos de seu uso nos processos de ensino e aprendizagem apoiados por essas aplicações.

Segundo Crawford (1997), um jogo digital é caracterizado por quatro aspectos principais: a) *Representação*: um sistema formal fechado que representa um subconjunto deliberativamente simplificado da realidade; b) *Interação*: permite ao participante explorar elementos interconectados e observar relações de causa e efeito entre os mesmos; c) *Conflito*: ao buscar os objetivos propostos, o jogador deve enfrentar obstáculos ativos ou, no mínimo, dinâmicos; d) *Segurança*: uma forma segura de experimentar aspectos da realidade representada (ultra-realidade, realidade aumentada). Essa é uma definição um tanto restritiva e mais próxima do conceito seguido pela indústria de jogos digitais e diversões eletrônicas em geral.

Existem diversos jogos digitais desenvolvidos para entretenimento que, no entanto, apresentam conteúdos ou uma dinâmica de jogo (*game-play*) que podem ser explorados como recursos educacionais. Dessa forma, tira-se proveito da propriedade que esses jogos apresentam em catalisar a atenção do jogador e mantê-lo engajado, por exemplo, ao viabilizarem uma atividade estruturada por regras, ao promoverem a motivação do jogador em frente a atividades que simulam experiências reais, ou ainda, ao demandarem a criatividade do jogador para solução dos problemas (PRENSKY, 2001, 2002).

Caracterização de jogos educacionais

Os jogos educacionais são freqüentemente referidos na literatura especializada como *edugames* (do inglês *educational games*) ou *edutainment* (do inglês *educational entertainment*), termo este que também se refere à atividade de pesquisa e desenvolvimento desse tipo de aplicação, devido aos jogos serem tradicionalmente associados com entretenimento.

De maneira bastante simples e sintética, pode-se definir *jogo educacional* como “aquele que apresenta um projeto pedagógico”, ou seja, o jogo que é projetado para atender a objetivos de ensino e aprendizagem relacionados a um domínio de conhecimentos, geralmente curriculares. Isso faz com que o projeto e desenvolvimento desse tipo de software demandem o envolvimento de uma equipe multidisciplinar, da qual podem fazer parte pedagogos, psicólogos, especialistas no domínio, designers de jogos, engenheiros de software, programadores, especialistas em interação humano-computador, entre outros.

Nesses projetos, o desafio é atender aos requisitos pedagógicos e ao mesmo tempo manter o caráter de jogo. Adota-se neste trabalho a posição de Dempsey et al. (1996, p.2), que definem o conceito de *jogo* de maneira ampla: "... um conjunto de atividades envolvendo um ou mais jogadores. Um jogo tem metas, restrições, recompensas e conseqüências. Um jogo é regrado e artificial em alguns sentidos. Finalmente, um jogo envolve algum aspecto de competição, mesmo que seja a competição do jogador consigo mesmo".

Eventualmente, pode ocorrer de um software educacional ser projetado e construído intencionalmente para ter a forma de um jogo, mas não atender a alguma dessas características propostas. Isso geralmente ocorre devido a um foco excessivo nos conteúdos pedagógicos ao invés de focar na estrutura (regras) e na dinâmica de jogo, descaracterizando o produto final e por vezes comprometendo seu potencial em termos de motivação e engajamento do jogador.

Em relação a esse aspecto de "conteúdo *versus* estrutura", o principal cuidado a ser tomado é ter em mente que "as atividades de aprendizagem devem ser contextuais ao jogo no sentido em que elas devem ser percebidas pelo jogador como um elemento verdadeiro da dinâmica de jogo" (FABRICATORE, 2000, p.15).

O ato de *jogar* está associado a diversas atividades interativas e cumpre um papel importante no desenvolvimento mental e social (RIEBER, 2007). Em termos de software educacional, o *jogar* surge tanto em relação aos ambientes de micro-mundos e simulações, quanto aos jogos propriamente ditos, podendo ser caracterizado como "uma atividade intelectual autocontida, sem funcionalidades claramente reconhecíveis, nem efeitos biológicos imediatos [...] e relacionada aos processos exploratórios que advém da exposição do jogador a novos estímulos" (FABRICATORE, 2000, p.2).

Os idealizadores de jogos educacionais devem estar atentos também para garantir esse aspecto – da livre exploração por parte do jogador – oferecendo uma dinâmica de jogo que garanta ao aprendiz jogador a faculdade de *aprender enquanto joga*, ao invés de estritamente *jogar para aprender*.

Jogos educacionais colaborativos

O ato de jogar exerce um papel importante no desenvolvimento mental e social, papel este potencializado em particular quando se trata de jogar interativamente com outras pessoas. Os jogos da categoria multiusuário (multi-jogador) permitem a participação de mais de um jogador ao mesmo tempo e habilitam a ocorrência de interações diretas ou indiretas entre os jogadores, geralmente realizadas na forma de competição, cooperação ou colaboração (MANNINEN, 2002).

Dessa forma, os jogos educacionais multiusuário ganham um caráter de sistemas educacionais que podem ser usados para promover a *Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional*, referida daqui por diante como CSCL (do inglês *Computer-Supported Collaborative Learning*).

A distinção entre *colaboração* e *cooperação* é usual na literatura sobre CSCL, embora não exista pleno consenso sobre suas definições e tampouco se esses termos representam de fato conceitos que devem ser considerados distintos.

A presente pesquisa enfoca jogos educacionais colaborativos, tomando por base as definições de CSCL propostas por Dillenbourg (1999), realçando que uma atividade de aprendizagem colaborativa é levada a cabo com a finalidade de compartilhar um entendimento ou resolver um problema. Neste caso, o entendimento se refere às ações e estratégias que são desenvolvidas pelos jogadores e o problema se refere a vencer ou contornar os desafios e obstáculos oferecidos pelo jogo educacional, por exemplo, quando este impõe limitações de recursos ou tarefas conflitantes aos jogadores.

Dillenbourg (1999) parte da definição que “a colaboração é uma atividade coordenada e síncrona, resultado de uma tentativa contínua de construir e manter um entendimento compartilhado de um problema” (ROSCHELLE; TEASLEY, 1995, p.70), para redefinir a colaboração como uma *situação* que envolve duas ou mais pessoas levando a cabo uma *atividade conjunta*, caracterizada por: a) uma simetria aproximada nas interações entre os pares, em termos das ações disponíveis, conhecimentos e habilidades exigidas; b) objetivos ou interesses comuns (embora possa haver também interesses individuais); c) empenho mútuo dos pares em um esforço coordenado para resolver conjuntamente o problema[1].

Uma atividade colaborativa implica a existência de *interação* entre os participantes. Essas ações interativas podem tomar várias formas, mas a *comunicação síncrona* e a *negociação* são os dois aspectos mais relevantes para que haja uma colaboração efetiva (DILLENBOURG, 1999).

Desenvolvimento e implementação do CITTÀ

O presente trabalho trata do desenvolvimento e integração das ferramentas do do jogo CITTÀ. Uma vez que o projeto obedece à filosofia de software livre e liberdade de plataforma, a plataforma JAVA™ se mostrou uma escolha adequada, tendo em vista o caráter multiplataforma. Para a implementação das interfaces 3D utilizou-se as bibliotecas de funções Java3D e openGL (ambas tecnologias gratuitas)[5].

Partindo do pressuposto que o contexto de simulação exige uma maior persistência dos alunos na investigação e na resolução de conflitos, decorre que há uma irreversibilidade e uma degradação natural que precisa ser vencida com criação e invenção de novas alternativas. O que será estudado não depende mais de um plano estabelecido a priori, mas de um planejamento que pode ser modificado e transformado no próprio decorrer da simulação. Os problemas se tornam imprevisíveis e a solução tem que ser inventiva e não apenas "copiada".

O aluno precisa trabalhar com um maior número de incertezas e coordená-las em seu coletivo. As palavras chaves passam a ser não-linearidade, imprevisibilidade, escolhas e bifurcações, mas sem excluir a ordem emergente e o determinismo instável.

Para atingir os objetivos do projeto CIVITAS no que tange à criação de ambiente digital para construção de cidades virtuais por simulação, usa-se recursos que simulam um mundo virtual gerado por computador, que pode ser visualizado e manipulado simultaneamente por vários usuários dispersos geograficamente, compartilhando e interagindo com o mesmo ambiente virtual.

Este tipo de sistema depende não só da potencialidade do processamento gráfico e simulação do ambiente virtual como também da capacidade da rede em que os dados serão transmitidos. Assim, algumas características foram preponderantes no planejamento do protótipo do jogo:

(a) as ações dos usuários devem ser refletidas imediata e simultaneamente aos outros usuários que compartilham o mesmo ambiente;

(b) a atualização das imagens deve ser rápida; o ambiente tem que ser realista;

(c) o sistema deve tratar vários dispositivos de entrada;

(d) o sistema deve simular o comportamento complexo dos objetos;

(e) o sistema deve ser escalável.

Dadas as condições de contorno descritas nos itens anteriores, se tem ainda a escolha das tecnologias para desenvolvimento dos módulos do CIVITAS delineadas pelas idéias de portabilidade, manutenção do código de programação e vida útil longa em relação as escolhas tecnológicas. Atendendo a estes aspectos, com o intuito de o projeto poder ser estendido e continuado, a arquitetura do ambiente seguiu as convenções[2] definidas pela linguagem de programação Java™, fornecida e mantida pela empresa Sun Microsystems[3].

Essas convenções definem um conjunto de regras a serem obedecidas pelos programadores para que seus códigos continuem legíveis aos desenvolvedores futuros. Além disso, usou-se complementarmente o padrão de projeto MVC (Model-View-Controller)[4] para definição da arquitetura do ambiente. Este padrão resolve os problemas de dependência entre dados e a interface da aplicação, separando a implementação em 3 módulos independentes que se comunicam: modelo de dados, lógica de negócios e interface do usuário.

A seguir descreve-se cada módulo e sua função no jogo.

Mappa

Este módulo é um editor topográfico onde o professor e alunos podem realizar a modelagem computacional do terreno (Figuras 1 e 2), permitindo a edição de parâmetros referentes à geografia do local onde serão inclusos os demais elementos componentes da cidade virtual, bem como as regras aí envolvidas. A idéia fundamental deste módulo é a edição do mapa do terreno onde a cidade será construída. A tarefa é constituída pela definição do relevo do terreno, definição do loteamento inicial da cidade bem como da pavimentação das ruas e, por fim, definição de corpos d'água e rios. O terreno, como base para a construção da cidade virtual, dá suporte para as teorias e práticas pedagógicas incentivando as crianças a criar e organizar cooperativamente conceitos, mediante atividades de pesquisa e simulação, orientadas pelos professores.

Edittore

EDITTORE é um editor de objetos que permite a customização dos objetos da cidade. Por exemplo, quando quiser criar um prédio, o usuário (uma criança, no caso) poderá escolher diversas opções de fachadas e tipo de

atividade comercial da loja do andar térreo. Estas opções serão salvas no servidor, para que possam ser recuperadas em acessos posteriores e visualizadas pelas outras crianças. O Edittore será implementado nas linguagens de programação adotadas para o projeto.

Città

O Módulo de Construção e Simulação Urbana é o jogo propriamente dito. Tem como objetivo criar um ambiente cooperativo e colaborativo para construção da cidade virtual. Este módulo simula cidades em um ambiente tridimensional através de uma interface gráfica.

Esse software é formado por dois módulos principais: o cliente que representa a interface de cada usuário e o servidor que é responsável por repassar as informações de um cliente a todos os outros, assim como controlar login de usuários, etc. Um protótipo da interface 2D cliente foi desenvolvido em Java a fim de validação da interface deste com as crianças. Atualmente está sendo desenvolvida a versão final em 3D, assim como o servidor da aplicação.

Este módulo caracteriza-se por ser um ambiente virtual em 3D para construção de cidades virtuais, em uma arquitetura cliente/servidor e multiusuário. A proposta central é a construção coletiva: professores e alunos interagem cooperativamente na tomada de decisões e no planejamento da cidade virtual. A partir da interação entre aluno e professor definem-se as normas de convivência urbana que delinearão as regras para o início das atividades de construção da cidade. Estas regras abordam aspecto sócio-ambiental, histórico-cultural, ético-estético e político econômico. Com as regras definidas, o professor pode promover a reflexão crítica dos conteúdos curriculares e valores implicados pelas normas de convivência estabelecidas previamente.

Modelagem do jogo

O jogo foi desenvolvido em Java, como dito, e a estrutura da linguagem baseia-se em classes e objetos. O projeto implementa um conjunto de classes que põem em prática as funcionalidades e a estrutura do jogo, incluindo a área de visualização do ambiente 3D, dos menu de opções, ferramentas do jogador e as regras lógicas da camada de controle. Nos itens abaixo são descritas as características das classes e os aspectos relacionados à implementação.

Classe Câmera

Câmera em primeira pessoa – o jogador tem a visão pela perspectiva de um personagem e pode andar pela cidade em uma simulação de um ponto de vista de uma pessoa caminhando.

Câmera em terceira pessoa - o jogador observa a cidade numa visão aérea. Essa visão habilita o jogador a operar no jogo, incluindo, excluindo e editando estruturas.

Classe Construção

O modo construção é ativado através de uma opção no menu. É a função que permite incluir objetos no jogo. Os objetos (casa, prédio, indústria, etc.) são selecionados no menu, inseridos e posicionados no mapa.

Classe Terreno

O terreno do jogo é uma matriz de duas dimensões da classe Estrutura, onde cada posição dessa matriz possui uma série de atributos como inclinação, direção, altura e tipo de textura.

GUI (Graphical User Interface – Interface Gráfica para o Usuário)

Agrega todas as áreas da tela do jogo como menus e o ambiente 3D. Através da GUI o usuário se comunica com o jogo. A GUI é responsável por detectar as ações e o posicionamento do jogador e encaminhar a informação para as funções adequadas.

Classe EditorTerreno

Esta classe é responsável pela edição do terreno (relevo) e construção de loteamentos, de forma que se tenha um mapa de jogo com as características geográficas regionais.

Avanços na implementação

Vem sendo modelados objetos 3D para constituição dos prédios da cidade virtual. O sistema está sendo adaptado para manipulação dos objetos totalmente através do mouse, além do teclado, como vinha sendo feito nas versões anteriores.

Devido às necessidades das escolas, o Civitas também foi adaptado para o sistema operacional Linux. Essa adaptação exigiu um novo estudo dos componentes gráficos utilizados.

Também estão sendo testadas as regras preliminares contendo alertas sobre possíveis danos ambientais provocados pelo crescimento da cidade. Esses alertas são dependentes de fatores como o índice de emissão de carbono ou o posicionamento de indústrias próximo a rios.

Trabalhos futuros

Para uma próxima versão do Città está sendo desenvolvido seu uso na forma de multiusuário. Cada usuário terá a possibilidade de ser identificado no

sistema e interagir com a cidade virtual remotamente, através de diferentes computadores e simultaneamente com outros usuários.

Outro recurso que será incorporado é uma assistente virtual para dar os alertas ambientais e dar sugestões de ação ao usuário.

Conclusões

Com a implementação do protótipo, o projeto avançará na possibilidade de avaliar os efeitos do uso do jogo CITTÀ sobre as formas de construir conhecimento, de imaginar, criar e cooperar, bem como identificar novos modos de subjetivação emergentes dos acoplamentos tecnologias digitais e subjetividade. Esses resultados serão alvo de outro artigo, que relatará as avaliações qualitativas e quantitativas da implementação do jogo, a ser aplicado inicialmente em turmas de 3ª série do ensino fundamental das escolas parceiras do projeto. Os resultados da experiência serão apresentados às prefeituras responsáveis pelas escolas e, com base nesses resultados, se fará um estudo para avaliar as possibilidades de ampliação e de generalização do jogo CITTÀ e do projeto CIVITAS para outros contextos educativos.

Notas:

1 Dillenbourg ressalta esse aspecto de distinção entre colaboração e cooperação, acrescentando que nesta última há uma divisão de tarefas e cada participante é responsável por uma parte do trabalho.

2 http://java.sun.com/docs/codeconv

3 http://www.sun.com/

4 http://java.sun.com/blueprints/patterns/catalog.htm

5 Os software desenvolvidos no projeto serão disponibilizadas de acordo com a licença CC-GNU-GPL na página web do projeto (http://www.civitas.lelic.ufrgs.br/) e em CDs de instalação para as escolas.

Referências

AMORY, A.; NAICKER, K.; VINCENT, J.; ADAMS, C. The use of computer games as an educational tool: identification of appropriates game types and elements. **British Journal of Educational Technology**, v. 30, n. 4, p. 311-321, 1999.

BARAB, S.; THOMAS, M.; DODGE, T.; CARTEAUX, R.; TUZUN, H. **Making Learning Fun**: Quest Atlantis, A Game Without Guns. ETR&D, v. 53, n. 1, p. 86-107, 2005.

CROWFORD, C. **The Art of Computer Game Design**. New York: Mcgraw-Hill, 1997.

DEMPSEY, J.V.; LUCASSEN, B.A.; HAYNES, L.L.; CASEY, M.S. Instructional applications of computer games. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 8–12 April 1996, New York. **Proceedings...** ERIC Document Reproduction Service. Disponível em: <http://eric.ed.gov> Acesso em: 30 jul. 2006.

DEMPSEY, J.V.; LUCASSEN, B.A.; HAYNES, L.L.; CASEY, M.S. Forty simple computer games and what they could mean to educators. **Simulation and Gaming**, v. 33, n. 2, p. 157-168, 2002.

DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning?. In: DILLENBOURG, P. (Ed.). **Collaborative Learning**: Cognitive and Computational Approaches. Amsterdam: Elsevier Science/Pergamon, 1999. p. 1-19.

FABRICATORE, C. Learning and videogames: An unexploited synergy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR EDUCATIONAL COMMUNICATIONS AND TECHNOLOGY, 2000, Denver, Colorado. **Proceedings...** Farmington Hills: Learning Development Institute, 2000.

GIRAFFA, L.; VICCARI, R.; SELF, J. Multiagent based pedagogical games. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS, 4., 1998, San Antonio, US. **Proceedings...** Berlin: Springer-Verlag, 1998. p. 607.

MANNINEN, T. Towards Communicative, Collaborative and Constructive Multiplayer Games. In: MÄYRÄ, F. (Ed.). COMPUTER GAMES AND DIGITAL CULTURES CONFERENCE, June 7-8, 2002, Tampere, Finland. **Proceedings...** Tampere: Tampere University Press, 2002. p. 155-169.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.

RIEBER, L. P. Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations and games [Versão eletrônica]. Educational Technology Research & Development, 44(2), 43-58. Disponível em http://it.coe.uga.edu/~lrieber/play.html, acessado em Setembro de 2007.

ROSCHELLE, J.; TEASLEY, S. The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'MALLEY, C. (Ed.). **Computer-supported collaborative learning**. Berlin: Springer Verlag, 1995. p. 69-197.

SMITH, L.; MANN, S. A model for gameness in interactive game based learning. In: MANN, S. (Ed.). NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON COMPUTING QUALIFICATIONS ANNUAL CONFERENCE, 15., July 2002, Hamilton, New Zealand. **Proceedings...** [S.l.]: NACCQ, 2002, p. 397-402.

Figuras

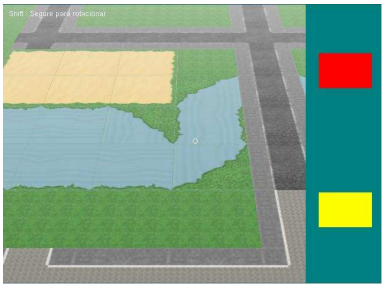

Figura 1: exemplo do terreno composto por corpo d'água, rua asfaltada, rua pavimentada com paralelepípedo, zona sem cobertura vegetal e zona gramada.

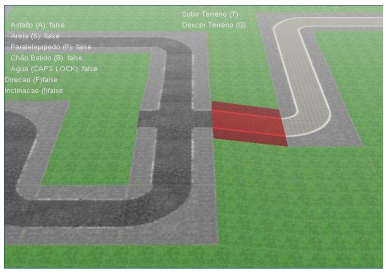

Figura 2**: editor de terrenos em execução.**

Figura 3: tela de abertura do jogo Città