

## CidTrans: Um Jogo para Educação de Condutores no Trânsito Urbano

Vanderlei Luiz Azzolini<sup>1</sup>, Gilda Aparecida de Assis<sup>1</sup>, Edilson Pontarolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Via do Conhecimento, Km 1 CEP 85503-390 - Pato Branco - PR - Brasil

vanderlei\_azzolini@hotmail.com, {gilda, epontarolo}@utfpr.edu.br

***Abstract.** The number of transit accidents has grown considerably in recent years. The use of computer games in educational contexts enables the learner to develop skills as learning to live and cooperate with others, following rules, fulfilling agreements. This paper presents a three-dimensional computer game that aims to support the education of conductors, preparing them to deal with daily situations experienced in urban centers. This game has potential to be used as a resource to support courses of conductor training and retraining, as well as activities for transit education from elementary to high school. In the proposed game, the human player plays the role of driver. Results of a feasibility study on a group of 30 adults are reported.*

***Resumo.** O número de acidentes de trânsito tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. O uso de jogos de computador em contextos educativos permite ao aluno desenvolver habilidades como aprender a conviver e cooperar com os outros, seguindo regras, cumprindo acordos. Este artigo apresenta um jogo de computador tridimensional que visa apoiar a formação de condutores, preparando-os para lidar com situações cotidianas vividas nos centros urbanos. Este jogo tem potencial para ser utilizado como um recurso para apoiar cursos de formação do condutor e reciclagem, bem como atividades de educação de trânsito no ensino fundamental. No jogo proposto, o jogador humano desempenha o papel de condutor. Os resultados da aplicação do jogo a um grupo de voluntários são apresentados.*

### 1. Introdução

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os acidentes de trânsito no Brasil representaram a terceira maior causa de morte no ano de 2010, totalizando mais de 40.000 vítimas (IBGE, 2012).

Os acidentes no trânsito brasileiro em 2010 tiveram como principal motivo a falha humana, tendo como fatores de imprudência a falta de atenção (34%), desobediência à sinalização (24%), velocidade incompatível (18%), ultrapassagens indevidas (13%), entre outros (IBGE, 2012) (JUNCAL, 2012).

Diante desse panorama, há uma necessidade de promover a educação no trânsito, preparando melhor os condutores brasileiros, com o objetivo, em longo prazo, de reduzir o número e a gravidade dos acidentes de trânsito.

A educação no trânsito visa orientar a população, instruindo-a sobre os riscos do trânsito, as consequências de imprudências e desrespeito às leis de trânsito e, principalmente, informar quais são as atitudes corretas frente aos diversos elementos de trânsito como: placas de sinalização e advertência, semáforos e pedestres (BATTAIOLA, 2002).

Os jogos computacionais educacionais podem ser ferramentas de auxílio no ensino, proporcionando diversão e motivação e, ao mesmo tempo, facilitando o aprendizado e aumentando a capacidade de retenção do que foi ensinado e exigindo reconhecimento e entendimento de regras além da identificação correta de contextos (TAROUCO et al., 2004).

Em parte dos jogos computacionais educacionais, os jovens têm um esforço intelectual para analisar e aprender as regras do jogo. Portanto, essas ferramentas auxiliam na mediação de experiências e na aprendizagem dos alunos. Tais jogos têm mostrado evidências de que carregam potencial para o engajamento cognitivo e aprendizagem de conteúdos específicos. No contexto do trânsito, o aluno pode desenvolver a capacidade de prever situações adversas de perigo, reagindo de forma antecipada e consciente (BATTAIOLA, 2002).

Dada a importância do tema, este trabalho relata a experiência do desenvolvimento e avaliação do uso de um jogo computacional educativo cuja proposta é apoiar a educação de motoristas e pedestres sobre possíveis adversidades encontradas no trânsito, preparando-os para enfrentar estas situações na realidade.

## **2. Jogos Digitais Educacionais**

Segundo Antunes (1998), o jogo pode ser um estímulo ao crescimento, ao desenvolvimento cognitivo e aos desafios do viver. Neste contexto, o jogo se torna ferramenta de aprendizagem, pois propõe estímulo ao interesse do aluno e desenvolve níveis diferentes de experiência pessoal e social ajudando-o a construir suas descobertas.

De acordo com Schuytema (2008), um jogo digital é uma atividade lúdica formada por ações e decisões que resultam numa condição final, a qual indica se o jogador atingiu ou não o objetivo do jogo. Tais ações e decisões são limitadas por um conjunto de regras e por um universo, que no contexto dos jogos digitais, são regidos por um software. O universo do jogo contextualiza as ações e decisões do jogador, enquanto as regras definem o que pode e o que não pode ser realizado, bem como as consequências das ações do jogador. Além disso, as regras fornecem desafios a fim de dificultar ou impedir parcial ou temporariamente o jogador de alcançar os objetivos ou aprimorar uma habilidade.

Os jogos educacionais digitais são feitos para divertir e aumentar a chance da aprendizagem de conceitos, conteúdos e habilidades embutidos no jogo, proporcionando ao aluno um ambiente de aprendizagem rico e complexo. Alguns autores denominam esses jogos de “micromundos, nos quais se aprende (SILVA et al., 2012).

No jogo educacional digital o usuário está livre para aprender através de um ambiente exploratório, usando a exploração auto-dirigida, ao invés da instrução explícita e direta. Os estudantes ficam mais motivados e se esforçam para superar obstáculos cognitivos e/ou emocionais (VALENTE, 1993).

Cipolini (2011) considera que o uso de jogos pode tornar a educação para o trânsito mais interessante e atrativa para os aprendizes, uma vez que muitos deles não estão familiarizados com o código de trânsito brasileiro devido a diversos fatores, por exemplo, a linguagem utilizada no documento de legislação de trânsito.

Segundo Backlund et al. (2008), os jogos digitais educacionais no trânsito podem promover um impacto positivo sobre aspectos da condução de um automóvel, como atenção do motorista, diminuição de falhas no julgamento de ações e direção defensiva.

### **3. Trabalhos relacionados**

Os temas transversais, segundo o Ministério da Educação, “são temas que estão voltados para a compreensão e para a construção da realidade social e dos direitos e responsabilidades relacionados com a vida pessoal e coletiva”. Eles devem ser abordados dentro das disciplinas ou fora do ambiente escolar (SEF/MEC, 1998).

A área de educação no trânsito é um tema transversal que apresenta diversos desafios e acredita-se que ela possa se beneficiar dos jogos educacionais digitais como recurso de ensino e aprendizagem.

Balbinot et al. (2010) apresentaram o jogo TransRisco, o qual tem como objetivo monitorar os comportamentos do jogador no papel de condutor durante seu percurso no jogo, simulando diversas situações específicas do trânsito. O objetivo educacional do jogo é possibilitar o conhecimento de ações de risco no trânsito a que o condutor se encontra suscetível e suas consequências. O objetivo do jogador é percorrer um percurso pré-estabelecido, sendo submetido a um conjunto de situações de risco no trânsito como, alterações no fluxo do trânsito, de pedestres, obstáculos na pista e a verificação de velocidade por meio de controladores de velocidade.

No jogo TransRisco a interface é bidimensional, enquanto no jogo CidTrans proposto a interface é tridimensional. Além disso, no TransRisco são tratadas somente as infrações cometidas pelo jogador, não sendo atribuídas quaisquer bonificações caso respeite as leis de trânsito. Já no CidTrans, são computadas penalidades e recompensas para o jogador. Outra diferença é que o percurso do jogador no TransRisco é pré-estabelecido enquanto no CidTrans é arbitrário e definido pelo jogador em tempo de execução.

O jogo EducaTrans proposto por Assis et al. (2006) tem como objetivo a educação no trânsito, apresentando como público-alvo alunos do ensino fundamental e ensino médio. O jogador desempenha o papel de pedestre e tem como objetivo respeitar as leis de trânsito durante o jogo. Nesse jogo, o aprendiz pode navegar em um ambiente que reproduz um cenário real com regras de trânsito bem definidas.

No jogo EducaTrans o jogador desempenha o papel de pedestre, enquanto na proposta CidTrans o jogador é o condutor de um veículo. Ambos os jogos se desenrolam em um cenário urbano e têm como objetivo localizar um "tesouro" no

cenário. No jogo EducaTrans existe apenas um nível. Por outro lado, CidTrans disponibiliza três níveis de dificuldade, cuja a ascensão ocorre de forma sequencial.

#### **4. Metodologia**

Inicialmente, foram realizadas pesquisas em sites especializados de trânsito para a caracterização do problema e levantamento dos principais requisitos do jogo. Em seguida, foram selecionados livros e artigos de computação gráfica e jogos computacionais para estudo de forma a prover uma fundamentação teórica quanto à viabilidade técnica para o desenvolvimento do jogo para educação no trânsito CidTrans.

Paralelamente à análise da viabilidade técnica foi feito o estudo de alternativas e a seleção da tecnologia para o desenvolvimento do sistema. Foi feito um estudo de diversos aspectos e tecnologias relacionadas a *game engines* e *software* para modelagem e animação tridimensional. Também foi feita uma análise das tecnologias de hardware e software disponíveis, priorizando nas escolhas aquelas de baixo custo que pudessem satisfazer aos requisitos levantados nas pesquisas iniciais.

Seguidamente, foi modelado o cenário 3D utilizando a ferramenta Unity 3D e a seleção de modelos de personagens *open source* para uso no jogo CidTrans através dos softwares Blender e SketchUp. Após, foi criada a interação do jogador humano no cenário e os algoritmos para o controle do jogo. Também foram implementados os condutores e pedestres autônomos do jogo.

Após a implementação do jogo CidTrans, foram realizados testes com potenciais usuários. Os participantes responderam a um questionário sobre infrações de trânsito e suas respectivas penalidades antes da utilização do jogo CidTrans (Pré-teste) e após o uso do jogo (Pós-teste). Os resultados foram sumarizados e foi realizada uma análise estatística dos dados amostrais para inferir conclusões sobre a população de usuários.

#### **5. Jogo CidTrans**

Battaiola (2002) define que os jogos digitais são compostos por três partes principais: enredo, motor do jogo e interface. O enredo define do que se trata o jogo, em que cenário e momento histórico acontece a trama, regras que o jogador deve respeitar e os objetivos que ele deve se esforçar para atingir. O motor do jogo controla a interação do usuário. Já a interface de um jogo se caracteriza pela visão do jogador, ambiente e projeção.

O cenário do CidTrans simula o centro de uma cidade do interior do Paraná. No jogo, o condutor deve coexistir com outros motoristas e pedestres autônomos. Autônomo, no contexto do jogo, diz respeito a processos que operam sem a intervenção direta do ser humano e que buscam atingir seus próprios objetivos.

Trata-se de um jogo *single player*, no qual os desafios incluem pedestres atravessando a rua na faixa de segurança ou não, motoristas que podem avançar na contramão e não respeitar a indicação de preferencial de uma via ou ainda não parar no semáforo com estado fechado, além de semáforos que mudam de estado periodicamente e placas de advertência e sinalização. Os semáforos, as placas e os pedestres e motoristas autônomos atribuem pontuação ao condutor, quer seja com recompensas ou penalidades.

Esse jogo é exploratório, uma vez que o jogador não possui um mapa do cenário e não tem a informação da localização do alvo, visualizando apenas a distância em tempo real do alvo à sua posição corrente.

Quanto à interface, segundo as características definidas em Battaiola (2002), o jogo CidTrans apresenta uma visão em terceira pessoa em um ambiente externo e utiliza a projeção perspectiva. O usuário utiliza as setas de direção para avançar, recuar, virar à direita e à esquerda.

No jogo CidTrans foram criados três níveis para conclusão do jogo. Cada nível oferece uma dificuldade superior ao nível anterior. No primeiro nível, o jogador tem como objetivo localizar uma "célula de carga" e retornar à posição inicial. Para avançar para o próximo nível deverá obter 50% a mais de recompensas em relação às penalidades (desrespeitos às leis de trânsito e atitudes de imprudência). Também são instanciados no início pedestres e motoristas autônomos em locais aleatórios do cenário. Esses personagens estão em contínuo movimento pelo cenário, oferecendo situações adversas ao jogador humano durante o jogo. A Figura 1 apresenta a tela de início do nível 1.

Para o nível 2 do jogo, o jogador necessita localizar duas "células de carga", voltando para posição inicial após obtê-las, similar ao que ocorreu na transição do primeiro para o segundo nível, e tem que obter no mínimo 70% a mais de recompensas em relação às infrações cometidas. Neste nível são instanciados em torno de 60% mais pedestres e motoristas autônomos do que o nível 1.

No último nível do jogo, o jogador necessita encontrar três "células de carga" e retornar à posição inicial. Nesse nível, a porcentagem mínima de normas respeitadas em relação às infrações cometidas é de 85%. Para esse nível foram instanciados cerca de 30% mais pedestres e motoristas autônomos do que o nível imediatamente anterior.



Figura 1. Tela de início do nível 1 do jogo CidTrans.

A posição inicial do jogador foi pré-estabelecida no cenário. Ao iniciar cada nível, a interface exibe os mostradores de velocidade, pontuação e distância do destino (Figura 2). A distância do destino é calculada subtraindo a posição atual do jogador no cenário da posição da "célula de carga" mais próxima do jogador, em magnitude.

Quando o jogador encontrar essa "célula de carga", o jogo calcula o próximo destino, sendo outra "célula de carga" ou o ponto inicial dependendo do estado atual do nível.



**Figura 2. Mostradores de velocidade, pontuação e distância.**

Se o jogador localizar a(s) "célula(s) de carga" e retornar à posição inicial, mas não obtiver o mínimo requerido de normas respeitadas em comparação às infrações no nível, ele deve reiniciar o nível. Por outro lado, se sua pontuação atingir um valor menor ou igual a zero o jogo é finalizado, retornando para o primeiro nível.

Quando o usuário seleciona o elemento "Normas Respeitadas e Infrações Cometidas" uma nova cena é exibida, apresentando todos os elementos de trânsito respeitados e desrespeitados durante o nível finalizado pelo jogador, como, por exemplo, placas de 30 km/h, pedestres atropelados e colisões com motoristas.

### **5.1. Pedestres Autônomos**

Os pedestres executam ações relacionadas a diferentes padrões de comportamento humano (prudência, falta de atenção), por exemplo, um pedestre atravessar fora da faixa ou na faixa de segurança.

Os pedestres surgem em posições aleatórias no início de cada nível, para introduzir o fator incerteza no jogo. Essas posições são representadas através de objetos chamados de "marcos de localização", os quais são invisíveis na execução do jogo, sendo utilizados para identificar o início, o meio e o fim das ruas, calçadas e faixas de pedestres. Assim, cada rua, calçada e faixa de pedestre contém "marcos de localização" indicando seu início, meio e fim, possibilitando assim que, através de uma matriz de adjacência, a movimentação de todos os personagens no jogo possa ser controlada. Estes objetos estão inter-relacionados, armazenando seus marcos adjacentes.

Em cada nível é instanciado um número pré-estabelecido de pedestres no cenário. O aumento da quantidade de pedestres autônomos em cada nível visa obter uma atenção superior do jogador, proporcionando mais desafios durante os níveis e no jogo.

## 5.2. Motoristas Autônomos

O mapeamento de situações previsíveis no trânsito, por exemplo, motoristas avançando preferenciais em ruas e semáforos com o estado fechado foi obtido com a implementação de motoristas autônomos no jogo. Essas situações proporcionam desafios para o jogador humano, contribuindo para sua aprendizagem no trânsito.

Os motoristas autônomos surgem em posições aleatórias nas vias no início de cada nível, para introduzir o fator incerteza no jogo. No cenário, é instanciado um número pré-estabelecido de motoristas autônomos, dependendo do nível em que o jogador se encontra. Esse número de motoristas instanciados é crescente a cada nível. Similar aos pedestres autônomos, os motoristas se deslocam entre “marcos de localização” adjacentes, situados nas vias de tráfego.

## 5.3. Mecanismos de Pontuação

O cálculo da pontuação para o jogador condutor é realizado através dos elementos de trânsito, pedestres e motoristas autônomos.

Os elementos de trânsito como semáforos, placas de sinalização e advertência continuamente comparam a posição atual do motorista com a sua posição no cenário. Caso a distância entre eles seja inferior ao limiar estabelecido inicialmente, é realizado o cálculo, sendo aplicado um decremento nos pontos do motorista, caso desrespeite o elemento de trânsito e um acréscimo caso o respeite. No caso de colisão entre o jogador humano e os pedestres ou motoristas autônomos, uma função interna a cada um deles, aplica uma penalidade ao condutor humano, reduzindo a sua pontuação atual.

## 6. Testes com Usuários e Discussão

Uma amostra de trinta voluntários, sendo 36,6% do gênero feminino e 63,3% do gênero masculino, com idade média de  $27,3 \pm 10,90$  anos, variando de 18 e 49 anos, participaram do estudo. No momento desse levantamento, cerca de 63% dos participantes do estudo realizavam um curso no centro de formação de condutores para obter a primeira habilitação para condução de veículos automotores. Já os outros 37% estavam participando do curso com o objetivo de renovar sua carteira de habilitação. O tempo médio de duração da interação dos participantes com o jogo foi de 10 minutos, sendo que em alguns casos os participantes jogaram mais de uma partida.

Vários questionamentos foram feitos para caracterização da amostra. Uma das perguntas foi sobre a frequência com que o participante joga atualmente. As opções eram "Não gosto", "Raramente" e "Frequentemente". A moda das respostas desta questão foi "Raramente". Quanto à pergunta se já jogou algum jogo educativo, a resposta mais frequente foi "Sim". Por outro lado, quando questionados sobre já terem jogado algum jogo para educação no trânsito, a resposta mais escolhida foi "Não".

A moda das respostas à questão "Tem conhecimento sobre as leis de trânsito?" foi "Conheço as principais leis de trânsito", sendo que as alternativas eram "Conheço quase todas", "Conheço as principais", "Conheço poucas".

Os participantes responderam a um questionário sobre infrações de trânsito e suas respectivas penalidades antes da utilização do jogo CidTrans (Pré-teste). A Figura 4 apresenta o gráfico com os acertos e erros para cada questão (Tabela 1).

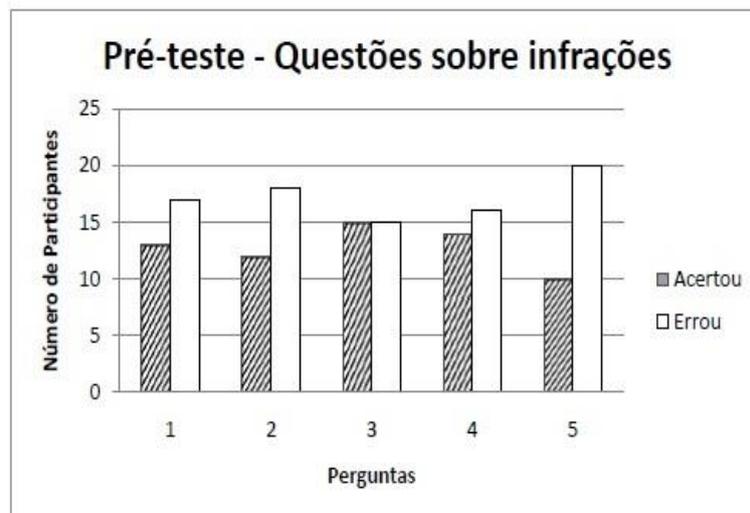


Figura 4. Gráfico do pré-teste sobre gravidade de infrações no trânsito.

Tabela 1. Questões sobre os elementos de trânsito e suas respectivas infrações

N	Questão
1	Dirigir na contramão em uma via de mão única.
2	Dirigir acima do limite de velocidade em uma via com sinalização.
3	Não respeitar cruzamentos com identificação de parada ou redução de velocidade.
4	Ultrapassar um cruzamento com semáforo em seu estado fechado.
5	Atropelar um pedestre mesmo esse atravessando fora da faixa de pedestre.

Após utilizar o jogo, os participantes responderam novamente ao questionário sobre gravidade das infrações (Pós-teste). A Figura 5 sumariza os acertos e erros.

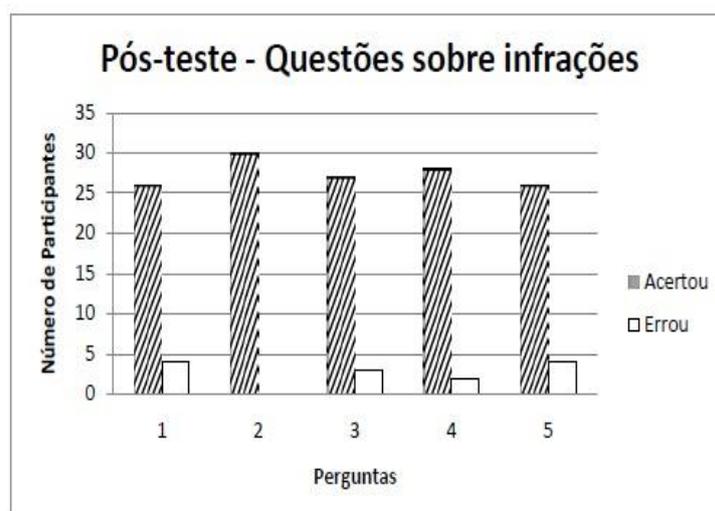


Figura 5. Gráfico do pós-teste sobre gravidade de infrações no trânsito.

O teste não paramétrico de Wilcoxon foi utilizado uma vez que a amostra era a mesma no pré e pós-teste e o questionário foi aplicado antes e depois dos participantes utilizarem o jogo (CORDER & FOREMAN, 2009).

Segundo o teste de Wilcoxon, em nível de 5% de significância, existem evidências amostrais de que as respostas dos participantes a todas as cinco perguntas no pré e pós-teste diferem (Tabela 2).

**Tabela 2. Teste estatístico de Wilcoxon**

Questão	P	Resultado (5% de significância)
1	0,00001	Amostras diferem
2	0,00000	Amostras diferem
3	0,00002	Amostras diferem
4	0,00001	Amostras diferem
5	0,00000	Amostras diferem

É possível concluir pela análise do gráfico do pré-teste (Figura 4) que nenhuma das questões foi respondida corretamente por todos os participantes, e que a questão que teve maior número de erros em relação a acertos foi a 5 - Atropelar um pedestre mesmo esse atravessando fora da faixa de pedestre (20 erros, 10 acertos). Analisando o segundo gráfico do pós-teste, percebe-se que essa situação se inverteu, a questão 5 teve maior quantidade de acertos em relação a erros (5 erros, 25 acertos), indicando uma redução na porcentagem de erros de 66,67% antes para 16,67% após o uso do jogo.

## 6. Conclusões

As questões sobre trânsito e principalmente os elevados índices de acidentes merecem atenção e estudos científicos. Desta forma, possibilitar, por meio de jogos digitais educacionais para o trânsito, que o motorista se confronte com seu comportamento, pode ser uma estratégia significativa.

Neste trabalho foi apresentado um jogo para educação no trânsito visando o confronto do condutor com situações adversas de perigo que podem ocorrer no trânsito. Nesse cenário, um jogador desempenha o papel de condutor. No jogo, o condutor humano deve coexistir com outros motoristas autônomos e pedestres autônomos.

Foram aplicados testes de conhecimento de infrações no trânsito a um grupo de potenciais usuários que participavam de um curso no centro de formação de condutores para obter a primeira habilitação ou renovação da carteira de motorista. Esses testes foram respondidos antes do uso do jogo CidTrans e após o uso.

A análise estatística comparando as respostas antes e depois do uso do jogo mostrou que, para todas as perguntas sobre infrações no trânsito, existem evidências amostrais de que as respostas antes e depois diferem, com 5% de significância.

Como propostas de trabalhos futuros pretende-se disponibilizar um mapa 2D para o jogador com o indicativo dos pontos de chegada e partida, de forma a orientá-lo durante o trajeto. Ele pode auxiliar o jogador a desenvolver habilidades importantes no trânsito,

como: leitura de mapas e se orientar no espaço. Outra proposta é o uso de agentes que durante o jogo adaptem os desafios, de forma a reforçar os pontos fracos do condutor.

## Referências

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Dados mortes no trânsito, 2012. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1043&](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1043&)>. Acessado em 10 dezembro de 2013.
- JUNCAL, Kleide Santos de Almeida. Comportamento de Risco e Acidentes de Trânsito. Espírito Santo: Iúna, 2012.
- BATTAIOLA, L. et al. Desenvolvimento de um Software Educacional com Base em Conceitos de Jogos de Computador. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), São Leopoldo: SBC, 2002.
- SCHUYTEMA, Paul. Design de games: uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- ANTUNES, Celso. Jogos para estimulação das múltiplas inteligências. Petrópolis: Vozes, 1998.
- SILVA, H. F. A., SANTOS, O. L.; RAFALSKI, J. P.; CURY, D., MENEZES, C. S. Click e Ação: Um Ambiente para a Construção Colaborativa de Micromundo. In: Anais do 23º SBIE, 2012.
- VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. Computadores e conhecimento: repensando a educação. São Paulo: NIED, 1993.
- CIPOLINI, Arlete. Segurança no Ensino Médio O jogo como forma de sensibilização e reflexão. São Paulo: Abril, 2011.
- BACKLUND, Per; ENGSTROM, Henrik. Games for traffic education: An experimental study of a game-based driving simulator. In: Simulation & Gaming, Maio, 2008.
- SEF/MEC. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília, 1998.
- BALBINOT, Amanda B.; TIMM, Maria Isabel; ZARO, Milton Antônio. Jogo TransRisco: Identificação do comportamento de risco em condutores. In: Revista Renote - Novas Tecnologias na Educação, CINTED, vol. 8(3), UFRGS, Dezembro, 2010.
- ASSIS, Gilda Aparecida; FICHEMAN, I. K.; CORRÊA A. G. D.; LOBO NETTO, M.; LOPES, R. D. EducaTrans: um jogo educativo para o aprendizado do trânsito. In: Revista Renote - Novas Tecnologias na Educação, CINTED, vol. 4(2), UFRGS, Dezembro, 2006.
- CORDER, GW; FOREMAN, DI. Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach, Wiley, 2009.