

Desenvolvimento de um Jogo Sérioso com Realidade Aumentada para Apoiar a Educação Ambiental

Diogo Angnalo Dias

Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
São José dos Campos-SP, Brasil
diogodias.di@gmail.com

Ezequiel Roberto Zorzal

Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
São José dos Campos-SP, Brasil
ezorzal@unifesp.br

Abstract— This paper presents a system that serves to aid environmental awareness. It is about a serious game (game whose main purpose is not the entertainment) that uses Augmented Reality and the Kinect device to perform user interaction. The game focuses on helping in teaching to properly dump the garbage.

Keywords—*Augmented Reality; Serious Games; Kinect.*

I. INTRODUÇÃO

Os problemas no meio ambiente causam efeitos não apenas na saúde pública [1], mas afetam também a qualidade de vida da população rural e urbana [2].

Nesse contexto, visando contornar esses problemas, para evitar maiores desastres e melhorar o meio ambiente, foi elaborada a Educação Ambiental. Em 1977, na Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, foi definida da seguinte maneira: “A Educação Ambiental é considerada um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do meio ambiente e adquirem os conhecimentos, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornam aptos a agir individual e coletivamente para resolver problemas ambientais presentes e futuros” [3].

Concomitante, no Brasil, existe a Lei nº 9795 que leva em pauta esse assunto. Em específico, no Artigo 2º do Capítulo 1 consta que este tipo de educação é fundamental e ainda afirma que deve estar presente “(...) de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” [4].

Outra evidência da importância desse assunto é que existem diversas iniciativas do governo e de organizações não governamentais, com o intuito de trazer informação e aumentar a consciência das pessoas no que tange os efeitos dos problemas ambientais [2].

Para auxílio nesta tarefa, uma ferramenta que pode ser muito útil é a utilização de jogos sérios para a conscientização ambiental. Esta utilidade se dá pelo fato de que uma característica desta categoria de jogos é oferecer atividades que favorecem a absorção de conceitos [5].

Jogos como *America's Army* [6] e *Dubai Police* [7] são exemplos de jogos sérios, usados por empresas, pelo sistema de

saúde e pelo governo para ensinar, informar, recrutar ou divulgar produtos para jogadores [8].

O jogo sério possui um foco além do entretenimento, principalmente porque pode ser utilizado em simuladores de situações reais. Esses jogos são utilizados para treinamentos de profissionais, conscientização, ou ainda ajudar em escolhas de algum item que se deseja comprar [5]. Em suma, o jogo sério é um sistema desenvolvido com o objetivo de transmitir um conteúdo de cunho informativo ao utilizador. No caso deste trabalho, será abordado a Educação Ambiental.

Além disso, agregando este tipo de jogo com técnicas de Realidade Aumentada é possível trazer objetos virtuais para o espaço do usuário e interagir por meio de voz e gestos, melhorando a usabilidade e tornando o sistema mais próximo da realidade.

A Realidade Aumentada pode ser definida como a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais [9].

A utilização de Realidade Aumentada em um jogo sério permite a criação de situações de aprendizado e a imersão do usuário. Isto se dá pela utilização dos diferentes sentidos, por exemplo. Essa combinação ainda pode aumentar ganhos na taxa de aprendizagem do jogador [10].

O objetivo deste trabalho foi utilizar técnicas de Realidade Aumentada no desenvolvimento de um jogo sério para apoiar a Educação Ambiental. Para auxiliar na interação com o ambiente desenvolvido e realizar as capturas de movimentos do jogador de uma forma mais natural, foi utilizado o dispositivo Kinect da Microsoft [11] que dispõe de funcionalidades referentes ao reconhecimento de gestos e voz.

II. IMPLEMENTAÇÃO DO TRABALHO

A. Descrição e Narrativa do Jogo

O jogo, cujo nome é “Aprendendo a Reciclar”, visa alertar sobre a importância de descartar os detritos na lixeira de maneira correta e ensinar alguns dos diferentes tipos existentes de lixeiras de lixo reciclável (metal, papel, plástico, etc.).

Para isso, o jogo foi constituído de dois níveis, tendo cada um deles o seu respectivo objetivo. Antes de iniciar cada um

dos níveis é apresentado um breve tutorial explicando as possíveis interações, esquema da tela, etc. com o intuito de instruir o jogador. A Fig. 1 apresenta as telas iniciais de cada nível desenvolvido no jogo.

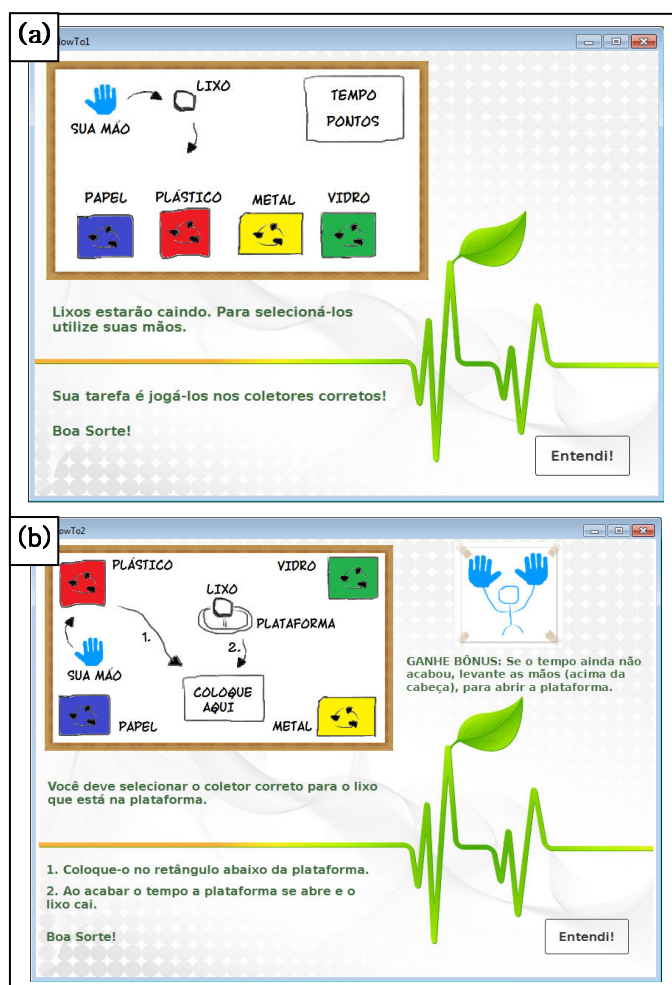


Fig. 1. Telas tutoriais que são previamente apresentadas aos níveis do jogo. (a) Nível 1 e (b) Nível 2

No primeiro nível, o jogador irá se deparar com diversos resíduos “caindo” (se movendo verticalmente) na tela em direção à parte inferior da mesma. Para impedir que o lixo atinja o solo, é necessário que o jogador “pegue-o” e descarte-o na lixeira. O jogador deve jogar o lixo na lixeira correta, ou seja, na que corresponda ao tipo do lixo que está sendo despejado. Este nível possui a duração de 60 segundos. A Fig. 2 apresenta o cenário correspondente ao Nível 1.



Fig. 2. Jogador interagindo no cenário correspondente ao Nível 1.

Na medida em que o jogador descartar o lixo na lixeira correta, a pontuação do mesmo é incrementada. Se um lixo for jogado em uma lixeira incorreta, será decrementado um valor da pontuação do jogador.

No Nível 2 é exibido um resíduo que deve cair na lixeira correspondente. Este lixo fica sobre uma plataforma (porta), a qual pode ser controlada pelas mãos do jogador. Esta plataforma dá acesso à lixeira que deve estar posicionada logo abaixo. Estando o usuário com suas mãos abaixadas, a plataforma manterá seu estado inicial (fechada). Elevando as duas mãos de tal forma que fiquem acima de sua cabeça, esta se abre e o lixo cai na lixeira que estiver embaixo (Fig. 3). É importante salientar que isto somente ocorre se já houver sido selecionada a lixeira.

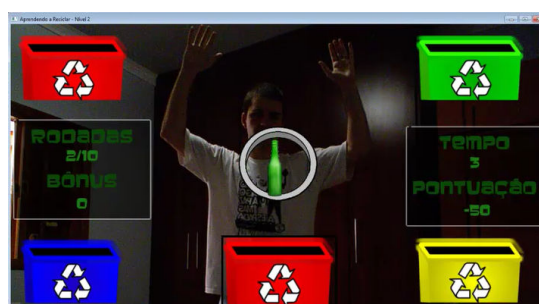


Fig. 3. Jogador levantando os braços para a abertura da plataforma no cenário correspondente ao Nível 2.

O jogador deve selecionar a lixeira que ficará embaixo da plataforma. Para isso, ele deve selecionar dentre os quatro tipos de lixeiras presentes, estando cada uma em um canto da tela, e colocá-la no local indicado, abaixo da plataforma com o lixo. Dentro do tempo limite, o jogador poderá alterar a lixeira que foi selecionada. A Fig. 4 apresenta o cenário deste nível no jogo.

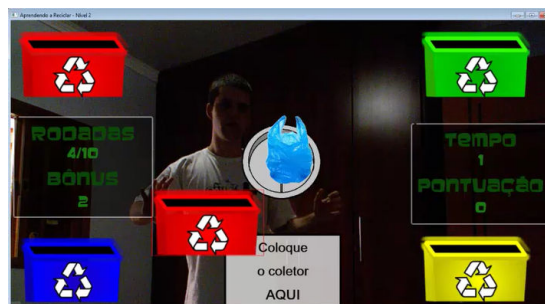


Fig. 4. Jogador posicionando a lixeira embaixo da plataforma no cenário correspondente ao Nível 2.

O objetivo do jogador é fazer com que o lixo seja despejado na lixeira correta com movimentos específicos. O jogador terá 7 (sete) segundos para decidir a lixeira a ser selecionada e tomar uma ação. Acabando este tempo, a plataforma se abre e o lixo cai. Se o jogador decidir abrir a plataforma antes e a lixeira selecionada estiver correta, ele ganhará um bônus na sua pontuação. Ele será punido se o lixo for descartado em uma lixeira incorreta. Nos outros casos ele será recompensado.

Assim como no Nível 1, a punição e a recompensa são dadas por meio de pontos. Ambos os níveis trabalham com o tempo de reação do usuário, onde uma reação lenta poderá acarretar em uma punição. Foram implementados algoritmos que identificam se as mãos estão levantadas (acima da cabeça) e se um ponto (da mão) encostou-se a um elemento (lixo ou lixeira) para realizar as interações no jogo.

Nos cenários, foram adicionados retângulos que apresentam o tempo restante e a pontuação conquistada pelo jogador até o momento. O jogador é capaz de selecionar um lixo com as mãos podendo estar “segurando” no máximo um lixo em cada uma delas.

Quando o usuário faz uma jogada correta é acionado um som específico indicando o acerto e outro som quando a jogada é incorreta.

Ao final de cada jogada uma tela contendo as informações de desempenho do jogador, como pontuação, jogadas corretas e incorretas é apresentada.

O jogo visa proporcionar uma agradável experiência ao jogador. Para isso, possui: Jogabilidade e regras simples; Interação natural com movimentos, utilizando o mínimo de periféricos (*mouse*, teclado, *joystick*) possíveis; O mínimo necessário de informações para serem lidas na tela; Níveis que não são longos; Jogos possíveis de serem completados, ou seja, não há demasiada dificuldade para atingir seus objetivos.

O jogo é voltado para pessoas de todas as idades, gêneros capazes de realizar os movimentos necessários para fazer uso do sistema.

A utilização de movimentos para interação com o sistema facilita a utilização do jogo por pessoas que não estão habituadas a fazerem uso de *joysticks*, teclado e *mouse*. Com isso, aumenta-se a gama de possíveis jogadores.

No Nível 1, o jogador interage com o jogo movimentando as mãos e pode selecionar um objeto virtual (lixo).

As interações presentes no Nível 2, correspondem à movimentação das mãos do usuário para seleção da lixeira e elevação das mesmas.

III. TESTES E RESULTADOS

Os testes foram realizados em três etapas. Primeiramente, para cada usuário, foi dada uma breve descrição geral do jogo e seus níveis. Posteriormente, na segunda etapa, cada um jogou todos os dois níveis.

Na terceira e última etapa, após a utilização do sistema, os usuários foram submetidos a dois questionários, sendo o primeiro para avaliar a usabilidade do sistema e o segundo sobre questões específicas que ainda não haviam sido abordadas.

Para o primeiro questionário, com o objetivo de avaliar a usabilidade do projeto em questão, foi escolhido o teste de usabilidade SUS (*System Usability Scale*) [12]. Trata-se de um questionário genérico, o qual permite a avaliação de características gerais, como eficácia, eficiência e satisfação.

O SUS é disponibilizado gratuitamente. Ele é um teste normalizado da *Digital Equipment Corporation*, o qual, apesar de possuir apenas 10 questões, apresenta bons resultados de fidelidade mesmo em amostras de pequena dimensão [13]. As questões abordam diversos aspectos da experiência do usuário ao utilizar o software.

O segundo questionário utilizado foi criado com perguntas mais específicas, levando em consideração, por exemplo, o objetivo do jogo, interface e interação do usuário. Nele foi utilizada uma escala de *Likert*, na faixa de 1 a 5, onde 1 é “discordo fortemente” e 5 é “concordo fortemente”. A parte final deste questionário foi composta por perguntas discursivas, com o objetivo de obter sugestões e comentários. Os testes neste estudo foram realizados com 8 (oito) participantes, sendo 4 (quatro) homens e 4 (quatro) mulheres, com idades entre 18 (dezoito) e 49 (quarenta e nove) anos. Todos já haviam utilizado ao menos uma vez o dispositivo Kinect antes dos testes.

Os participantes, de modo geral, demonstraram gostar do jogo desenvolvido bem como seu objetivo. Alguns aparentaram já conhecer as cores associadas aos lixos e outros o fizeram durante a execução do jogo, sendo possível acompanhar e verificar a assimilação durante os testes.

A pontuação da escala do SUS varia de 0 (valor mais baixo) a 100 (valor mais alto), indicando o nível de usabilidade do sistema. A média obtida nos testes foi de 81.875, com desvio padrão de 10.329. Tal resultado foi considerado satisfatório.

Notou-se certa tendência em que quanto maior a idade do usuário, menor é a usabilidade do sistema para o mesmo. Vale ressaltar que a experiência no sistema ou na utilização dos periféricos (Kinect, no caso), pode ter influenciado nesse quadro. Também é importante ressaltar que os critérios utilizados por cada pessoa para o preenchimento dos questionários podem ter sido diferentes.

Já no questionário criado, todas as respostas relacionadas às perguntas objetivas apresentaram valores altos (próximos ou iguais a 5). Com isso, foi possível perceber que houve uma boa aceitação do sistema.

No último questionário, houve ainda duas questões discursivas, onde a pessoa poderia discorrer comentários sobre o jogo e sugestões de melhorias do mesmo.

Foram obtidos vários comentários. Cabem destacar os seguintes:

- “O sistema é de fácil compreensão e muito bom de ser jogado. As explicações são bem claras.”;
- “A ideia é boa para você perceber a importância de saber a cor do lixo.”;
- “Fiquei com um pouco de dúvida com relação à um dos objetos.”;
- “Acrescentar lixo orgânico, mais alternativas de lixo.”;
- “Inverter o Nível 1 com o 2, devido à dificuldade.” (2 pessoas comentaram);

- “Ter opção de mais jogadores.”;
- “Criar ranking/recorde.” (2 pessoas comentaram).

Foi verificado que a luminosidade do ambiente em que o sistema é executado pode afetar a experiência dos usuários. Em ambientes muito claros, ocorreram dificuldades para o reconhecimento do jogador pelo Kinect e o reconhecimento dos objetos pelos jogadores.

IV. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A Educação Ambiental é necessária para conscientizar as pessoas e despertar o interesse e a preocupação de suas questões abordadas. Como ferramenta útil, a qual pode incentivar práticas, existem os jogos sérios, os quais fornecem um caráter não formal de aprendizagem. Um jogo sério torna o aprendizado algo menos tedioso e monótono, sendo um atrativo ainda maior com a utilização da Realidade Aumentada em conjunto com sensores de movimento (no caso abordado, o Kinect), que transforma a experiência do usuário, deixando-a mais interativa e real.

Quanto maior o envolvimento da pessoa com a atividade sendo executada, maior é o conteúdo memorizado e assimilado por ela. O jogo desenvolvido neste projeto contém esses elementos e foi possível analisar na prática as características supracitadas, principalmente após os testes realizados com os usuários, os quais confirmam as características de um jogo sério e da Realidade Aumentada. Foram obtidas avaliações satisfatórias com os testes, tanto nas questões objetivas, quanto nas questões discursivas, sendo a grande maioria dos comentários positivos. No entanto, ainda não é possível afirmar que estas estratégias podem ser consideradas ideais para apoiar a Educação Ambiental. Para isso, seria necessário um estudo mais aprofundado com grupos de usuários e especialistas no assunto.

Muitas das sugestões realizadas foram consideradas válidas, mostrando a possível melhoria e expansão do jogo criado. São apresentadas as seguintes sugestões como trabalhos futuros para melhoria do sistema desenvolvido:

- Aperfeiçoar a exibição das informações para melhorar a usabilidade do sistema;
- Criação de outros níveis no jogo, fazendo uso de outras formas de interação (gestos, comandos de voz, etc.) e abordar outras questões relacionadas à Educação Ambiental;
- Opção de jogar os níveis existentes com mais de um jogador;
- Melhorar o sistema de pontuação e penalização;
- Apresentar informações aos usuários sobre os tempos de decomposição dos diversos tipos de lixo;
- Criar bônus por combo ao realizar diversas jogadas corretas em sequência;
- Melhorar o esquema das opções de menus no jogo;
- Oferecer opções para o jogador definir a dificuldade do jogo, como “fácil”, “normal” e “difícil”;

- Armazenar pontuação e nome dos jogadores construindo um *ranking* dos melhores desempenhos;
- Internacionalizar o sistema, criando opções para o usuário definir a tradução do jogo para uma língua estrangeira específica ou acrescentar novas traduções;
- Realizar mais testes para descoberta de problemas e adição de possíveis melhorias. É interessante a criação de um teste que associa as cores aos materiais dos lixos, onde o usuário poderá respondê-lo antes e depois de utilizar o sistema. Pode-se também avaliar a utilização contínua do sistema com grupos de usuários e especialistas em um período de tempo;
- Criar configurações no jogo que o torne personalizável e expansível. Como, por exemplo, possibilidade de inserir novos tipos de lixo sem a recompilação do jogo;
- Criar um mecanismo para identificar se o jogador está sendo devidamente rastreado (reconhecido) pelo Kinect e se o mesmo está em uma distância e posição considerada boa para utilização do sistema;
- Desenvolver uma versão do jogo com lixeiras físicas e lixos virtuais para melhorar a experiência do usuário e estabelecer de forma intensa a conexão com o mundo real.

REFERENCES

- [1] C. M. D. Freitas. “Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais”. *Ciênc. saúde coletiva*, v. 8, n. 1, p. 137–150, 2003.
- [2] P. Jacobi. “Governança institucional de problemas ambientais”. *Revista Política Sociedade*, v. 4, n. 7, p. 119–137, 2005.
- [3] M. C. F. Pelicioni. “Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade”. *Saúde e Sociedade*, v. 7, n. 2, p. 19–31, 1998.
- [4] Brasil, “Lei no 9.795, de 27 de abril”. 1999.
- [5] L. Machado; R. Moraes; F. Nunes. “Serious games para saúde e treinamento imersivo”. In: Capítulo de: Fátima L. S. Nunes; Liliane S. Machado; Márcio S. Pinho; Cláudio Kirner. (Org.). *Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada*, Porto Alegre: SBC, p. 31–60, 2009.
- [6] Army, “America’s army official website”. Acesso em: 25 de Julho, 2013. Disponível em <http://www.americasarmy.com>
- [7] Dubai, “Dubai police”. Acesso em: 28 de Março, 2012. Disponível em <http://www.dubaipolice.gov.ae>
- [8] J. Novak. “Desenvolvimento de games. 2 ed.” Cengage Learning, 2010.
- [9] C. Kirner and T. G. Kirner. “Virtual reality and augmented reality applied to simulation visualization”. In: El Sheikh, A.A.R.; Al Ajeeli, A.; Abu-Taieh, E.M.O. (Ed.). *Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications*, v. 1, 1 ed, Hershey-NY: IGI Publishing, p. 391–419, 2008.
- [10] F. E. A. Liarokapis. “A pervasive augmented reality serious game”. In: *IEEE International Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, Coventry, UK: IEEE Computer Society, 2009, p. 148–155.
- [11] Kinect. “Site oficial do kinect para xbox 360”. Acesso em: 30 de Março, 2012. Disponível em <http://www.xbox.com/en-US/kinect>
- [12] J. Brooke. “SUS: A quick and dirty usability scale.” In: P. W. Jordan; B. Weerdmeester; A. Thomas; I. L. McLelland, eds. *Usability evaluation in industry*, London: Taylor and Francis, 1996.
- [13] T. S. Tullis and J. N. Stetson. “A comparison of questionnaires for assessing website usability”. *Usability Professionals’ Association*, 2004.