

ISSN 2238-9113**ÁREA TEMÁTICA:** (marque uma das opções)

- COMUNICAÇÃO
- CULTURA
- DIREITOS HUMANOS E JUSTIÇA
- EDUCAÇÃO
- MEIO AMBIENTE
- SAÚDE
- TRABALHO
- TECNOLOGIA

CONSCIENTIZAÇÃO QUANTO AO DESMONTE E DESCARTE CORRETO DE MONITORES CRT UTILIZANDO OBJETO DE APRENDIZAGEM DESENVOLVIDO EM *APPLET* JAVA

Nícolas Hudson De Mello (nicolas_mello@yahoo.com.br)**Tatiana Montes Celinski (tmcelinski@gmail.com)****Ricardo Cabral Laurindo (laurindorc@hotmail.com)****Frederico Guilherme De Paula Ferreira Ielo (frederico.ielo@gmail.com)**

RESUMO – O lixo eletrônico é um problema que está trazendo muita preocupação na atualidade. A quantidade de material eletrônico produzido anualmente está crescendo a cada ano e nem todos os materiais que viram lixo são descartados ou reaproveitados de maneira correta. Por conta disso, faz-se necessário investir em conscientização e treinamento da população e também de pessoas que trabalham com este tipo de material. Alguns materiais podem até conter substâncias tóxicas e nocivas tanto ao meio ambiente caso descartados de maneira incorreta, como para quem vai tentar desmontá-los e não toma os devidos cuidados no processo. Caso este que acontece com monitores de tubos de raios catódicos (CRT), que contém em sua composição chumbo, mercúrio e cádmio, que são extremamente danosos. Com este intuito, foi desenvolvida uma ferramenta para conscientização e treinamento, focando em monitores CRT. O *applet* desenvolvido contém dois módulos, sendo que um deles é informativo e teórico, e o outro é um simulador de desmonte. A ferramenta foi testada por pessoas que trabalham em uma associação de catadores e também por outros candidatos de diferentes faixas etárias, que avaliaram positivamente a aplicação.

PALAVRAS-CHAVE – *Applet*. Simulador. Lixo eletrônico.

Introdução

O descarte inadequado de lixo eletrônico é um problema grave atualmente. Se não descartado de maneira correta, pode contaminar a vegetação e os animais que vivem neste meio. Indiretamente, este descuido vai acabar afetando também os seres humanos, pois consomem recursos contaminados. Isto por conta dos químicos e metais presentes em componentes eletrônicos, como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio (SILVA, 2010).

Em dados expostos pela UNEP – United Nations Environment Programme (SCHLUEP, M. et al., 2009), a estimativa de produção de lixo eletrônico por ano em 2005 somente no Brasil foi de 96800 toneladas para computadores, 17200 toneladas para impressoras, 2200 toneladas para smartphones, 137000 para TVs, 115100 para refrigeradores. Provavelmente, grande parte deste material não teve o tratamento correto para o descarte.

Um dos eletrônicos que apresenta sérios riscos de contaminação é o monitor CRT, sendo o maior problema desta peça, o tubo contendo metais pesados em sua composição. Muitas vezes, pessoas interessadas em pegar peças de valor de eletrônicos, quebram o tubo para retirar somente a bobina de cobre, não dando o devido fim ao restante do aparelho (MELLO; LAURINDO, 2014). Agindo desta forma, o indivíduo acaba prejudicando o meio ambiente e tem grandes riscos de contaminar a si mesmo.

Objetivos

O objetivo do presente trabalho é fazer um estudo da viabilidade da utilização da ferramenta desenvolvida para conscientização da população em geral. Também verificar se a ferramenta atende aos requisitos necessários para servir como treinamento para catadores. Pode-se chegar a uma conclusão fazendo uma análise dos questionários e vendo como foi a experiência deles utilizando o *applet* e, no caso dos catadores, testando o conhecimento adquirido na prática.

Referencial teórico

Diante dos riscos apresentados no processo de desmonte de monitores, é importante que haja um treinamento antes de, efetivamente, desmontar um monitor. Com este intuito, foi desenvolvido o objeto de aprendizagem em formato de jogo de simulação. Assim, os usuários podem realizar os procedimentos necessários para desmonte como na situação real.

Em casos onde há riscos na execução das tarefas, é interessante fazer uso de ferramentas que auxiliem no treinamento ou que conscientizem quanto aos riscos da realização inadequada dos procedimentos. Podem ser citados como exemplo, simuladores de direção de carros sob efeito de álcool (METS et al., 2001), e também para procedimentos clínicos (MORENO-GER, 2007).

A escolha de fazer um jogo em um formato de simulação se deu pelo fato de que estudos indicam que podem ser desenvolvidas habilidades cognitivas por conta do exercício

mental provido pelos videogames (GIANNAKOS, 2013). Também porque simulações em computadores melhoram o aprendizado por meio da criatividade e visualização, ao passo que usuários podem observar causas e efeitos das próprias ações (AMORY, 1999).

Metodologia

A ferramenta foi desenvolvida no ano de 2014 como trabalho de conclusão de curso (MELLO; LAURINDO, 2014) e foi programada utilizando a linguagem de programação Java, sendo criada como um *applet* pela possibilidade de colocar em um navegador web e facilitar o acesso. Para o desenvolvimento, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Eclipse por possuir ferramentas de suporte a execução de *applets* Java. Utilizou-se um framework criado por Harbour (2010), este sendo melhorado para atender às especificidades da aplicação proposta.

Para avaliação da qualidade e aceitação do objeto de aprendizagem desenvolvido, foi utilizado um questionário, primeiramente sendo composto por experiências anteriores com o uso de simuladores e computadores, seguido de questões referentes ao uso do *applet* e sua primeira impressão. Para elaboração do questionário levou-se em conta fatores áudio visuais, ludicidade, experiências anteriores do usuário, dificuldade para realização das tarefas, facilidade de uso e interface, além de uma questão livre para sugestões de aprimoramento.

Após feita uma primeira versão utilizável do *applet*, possuindo todo o processo de desmonte em formato de simulação e também uma introdução teórica em formato de slides, foram escolhidos alguns candidatos aleatoriamente. Os candidatos utilizaram o *applet* e responderam o questionário, sendo que a idade dos participantes variou de 11 a 35 anos. Primeiramente, foram apresentados os recursos da ferramenta aos usuários que concordaram em participar da pesquisa. Após isto, foram orientados a ver a parte teórica, e então ir para a simulação. Foi prestado auxílio aos usuários somente quando necessário para explicar o funcionamento dos botões de navegação, deixando a parte de desmonte por conta deles para melhor fixação.

Para avaliar a ferramenta como treinamento para catadores, esta foi aplicada à 2 catadores que concordaram em participar. Do mesmo modo que os outros participantes, eles foram apresentados à ferramenta e, após o término, responderam o questionário. Depois de receber o treinamento com a ferramenta, foram submetidos a um teste real, desmontando um monitor CRT utilizando equipamento de segurança e ferramentas apropriadas.

Resultados

O teste foi realizado na associação de catadores Arrep (Associação dos Recicladores Rei do Pet) com a ajuda de integrantes do projeto IESOL (Incubadora de Empreendimentos Solidários) realizado pela UEPG, que participa do processo de organização da associação.

Ao final do teste, todos os utilizadores responderam a um questionário, sendo este composto por 13 perguntas. Quatro das perguntas são referentes à experiência do usuário com os computadores, para saber se têm contato frequente, para quais fins utiliza, ou se já havia utilizado uma ferramenta semelhante. Outras nove perguntas são referentes à utilização do *applet* em questão, para avaliar a interface e os recursos áudio visuais, o conhecimento anterior sobre o processo de desmonte e descarte adequado, e qual a experiência no primeiro uso e avaliação de quão divertido foi o processo.

Na Arrep, após as orientações e a utilização do *applet* pelos candidatos, estes colocaram seus conhecimentos adquiridos durante a simulação em prática, conforme pode ser visto nas Figuras 1 e 2. Para isto, utilizaram um dos monitores que havia sido descartado no local e ferramentas próprias também disponíveis no local.



Figura 1 - Catadores utilizando o *applet*

Os catadores realizaram o desmonte do monitor sob supervisão. Evitou-se intervir durante o processo, para desta forma, poder avaliar o quanto tinham aprendido com a utilização do *applet*. Durante o processo de desmonte, os supervisores reforçaram o que foi

passado pela ferramenta, porém, os próprios catadores souberam apontar quais os componentes de maior risco e como proceder com o desmonte com base no que aprenderam na simulação. Os catadores conseguiram realizar o desmonte de maneira correta e sem grandes dificuldades, mostrando que a simulação surtiu o efeito desejado.

Além dos dois membros da Arrep, o *applet* também foi utilizado por outros 11 voluntários. Todos responderam ao questionário, totalizando 13 respostas. Todos os voluntários conseguiram terminar a simulação sem problemas, uma vez que a ferramenta possui um ícone de "ajuda", sendo que este ícone é ativado após determinado tempo sem ação. Quando o ícone de "ajuda" é clicado, aparece um boneco que auxilia no processo, dando dicas de como proceder na etapa atual.



Imagem 1 - Catadores desmontando um monitor CRT

Entretanto, observou-se em alguns momentos que os usuários, mesmo após as tarefas da etapa terem sido finalizadas, ainda continuavam procurando ações para fazer, pois não tinham certeza de que tinham cumprido todas as atividades da etapa. Seria interessante apresentar um aviso de conclusão da fase ao usuário para evitar esse tipo de situação.

Com base nas respostas dadas ao questionário, observou-se que o *applet* teve boa aceitação entre os usuários, ficando grande parte dos recursos avaliados como “ótimo” ou “bom”, alguns como “regular” e nenhum como “péssimo”.

Observou-se também nos questionários que todos os usuários responderam ter experiência com computadores e que a grande maioria já havia utilizado algum tipo de simulador. Logo, nenhum participante apresentou problemas com a utilização do computador e do mouse. Com relação à interface, a maioria selecionou "intuitivo" ou "muito intuitivo", e somente um usuário selecionou a opção "um pouco confuso no começo".

Considerações Finais

Tanto nos testes realizados sem supervisão quanto nos supervisionados a aceitação foi muito boa. Também verificou-se que, na prática, os catadores, que nunca tinham feito o desmonte adequado de um monitor, conseguiram proceder sem problemas apenas lembrando dos procedimentos realizados durante a simulação. Isto mostra que a ferramenta é válida tanto para conscientização quanto para treinamento de pessoas sem experiência no processo.

Com os testes e sugestões feitos pelos candidatos, foi possível identificar alguns problemas e apontar melhorias que podem aprimorar a ferramenta e deixá-la mais atrativa e intuitiva. Para trabalhos futuros, seria interessante rever as críticas ao *applet* e aprimorá-lo.

É importante também estudar a viabilidade de migrar a ferramenta para outra linguagem que seja de mais fácil disponibilização na Web, uma vez que alguns usuários apresentaram dificuldades para abrir a ferramenta no navegador por questões de segurança, situação que não ocorreria com o uso da ferramenta *javaScript*, por exemplo.

Referências

HARBOUR, J. S. **Programação de Games com Java**. Cengage Learning. São Paulo, 2010.

MELLO, N. H.; LAURINDO, R. C. **Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem para a Desmontagem de Monitores CRT**. 2014, 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

METS, M. A. J. et al. **Effects of alcohol on highway driving in the STISIM driving Simulator**. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*. Volume 26, 6ª edição, 2001.

MORENO-GER, P. et al. **Rapid Development of Game-like Interactive Simulations for Learning Clinical Procedures**. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, Espanha, 2007.

SCHLUEP, M. et al. **Recycling – from e-waste to resources**. StPE study report commissioned by UNEP and UNU. Alemanha, 2009.

SILVA, J. R. N. **Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto no Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM** Campus Manaus Centro. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010, Bauru. Anais IBEAS, 2010.