

Relações entre a Metareciclagem de Resíduos Eletrônicos, Princípios de Acessibilidade e Práticas Sustentáveis: Perspectivas para o Contexto Educacional

**Cristina Paludo Santos, Alexandre dos Santos Roque, Maria Gisele Flores da
Silveira, Anderson Finger, Renan Volz**

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)
98.802-470 - Santo Ângelo – RS – Brazil

[paludo,roque]@san.uri.br, guiga.flores.silveira@hotmail.com,
ander.aem@hotmail.com, renanvolz@yahoo.com

***Abstract.** This paper presents an overview of the appropriation of concepts derived from metarecycling process integrating them to the technological design of products based on universal design principles to produce educational solutions focused on the context of environmental education. Thus presents, in general, the development of an Interactive Trash from the metarecycling of slot machines, turning what was once used to misdemeanor in accessible educational solutions.*

***Resumo.** Este artigo apresenta uma visão geral da apropriação dos conceitos oriundos do processo de metareciclagem integrando-os ao projeto de produtos tecnológicos baseados em princípios do desenho universal, com vistas à produção de soluções educacionais voltadas ao contexto da educação ambiental. Para tanto apresenta, em linhas gerais, o desenvolvimento de uma Lixeira Interativa a partir da metareciclagem de máquinas caça-níqueis, transformando o que antes era utilizado para contravenção em soluções educacionais acessíveis.*

1. Introdução

A educação está altamente atrelada às atitudes sociais, sendo que a escola é tida como base para formação de indivíduos conscientes e responsáveis. Portanto, um aprendizado focado na educação sustentável pode gerar cidadãos preocupados com os problemas ambientais e com suas devidas soluções [Sasse, 2015].

É fato que as escolas têm desenvolvido ações eficazes no sentido da Educação Ambiental ensinando como deve ser feita a coleta seletiva, a importância de se preservar a natureza e como utilizar os recursos naturais e minerais de forma responsável. No entanto, acredita-se que o uso mais efetivo da interatividade serve de estímulo no contexto atual da geração Z (crianças, adolescentes e pré-adolescentes), além de oferecer oportunidades de exploração de diferentes estratégias de ensino [Meyer, 2014].

Assim, vislumbrando a crescente importância da conscientização da sociedade em relação à sustentabilidade ambiental, é proposto neste trabalho pesquisas que promovam as condições necessárias para o desenvolvimento de produtos tecnológicos que contribuam para o processo de ensino e de aprendizagem envolvendo temas relacionados a esta questão.

Dentre os vários eixos de estruturação de tais pesquisas, o foco definido neste artigo é o desenvolvimento de um artefato tecnológico, denominado Lixeira Interativa, vinculado com a questão da coleta seletiva de lixo com base no processo de metareciclagem de resíduos eletrônicos, mais especificamente, daqueles oriundos de máquinas caça-níqueis apreendidas em operações policiais. Assim, a ideia principal está na descaracterização de tais máquinas e no reaproveitamento dos seus componentes eletrônicos transformando tais equipamentos em soluções educacionais.

Arelado a isto há que se considerar a educação para todos, permitindo uma interface amigável que promova o acesso a informação para os diferentes perfis e necessidades do usuário. Desta forma, considerar os princípios do desenho universal na concepção do artefato proposto é imprescindível para que pessoas com limitações físico-motoras, na fala e/ou sensoriais possam aderir à coleta de material reciclável exercendo a cidadania. Assim, a inclusão é um objetivo a ser alcançado.

Uma visão geral da solução proposta é apresentada nas próximas seções, em que são apresentados os procedimentos metodológicos adotados, bem como as principais decisões de projeto.

2. Procedimentos Metodológicos

Sedimentado em uma abordagem pragmática, o presente trabalho aborda o conceito do efeito prático e benéfico que o processo de metareciclagem de máquinas caça-níqueis possa ser capaz de gerar para a solução de problemas. Essa abordagem possibilita dimensionar a utilização de lixo tecnológico para reconstrução de novas tecnologias com o aproveitamento de seus componentes, proporcionando a concepção de novas ideias e conhecimentos para posterior utilização, no intuito, principalmente, de uma transformação de cunho social.

No escopo do projeto, o processo de metareciclagem inicia-se com o recebimento de máquinas caça-níqueis apreendidas no Estado do Rio Grande do Sul. Tais equipamentos são recebidos através de um convênio firmado entre a Universidade e o Ministério Público [Seabra, 2013]. Após o recebimento, várias outras etapas estão envolvidas no processo de metareciclagem, dentre as quais citam-se: triagem dos componentes eletrônicos e peças possíveis de serem utilizadas; descaracterização da aparência externa das máquinas; projeto e desenvolvimento de aplicações de cunho educacional; montagem das novas máquinas; elaboração de testes; dentre outros.

Alguns dos princípios do desenho universal sendo considerados no projeto da Lixeira Interativa destacam-se: (a) **Adequação**: consiste em contemplar características tolerantes a erros, minimizando riscos e consequências negativas decorrentes de ações acidentais ou involuntárias; (b) **Altura**: envolve projetar a distância entre os dois pontos verticais de modo a permitir a interação entre usuário e máquina; (c) **Área de aproximação**: prever a eliminação de obstáculos aos utilizadores de cadeira de rodas, permitindo ao indivíduo o máximo possível de autonomia e segurança; (d) **Comunicação e sonorização**: contemplar elementos que podem ser alcançados, com foco em acionadores, que promovam a interação de pessoas com deficiência incluindo, por exemplo, o uso de representações em braile, uso de efeitos sonoros e contraste de cores; (e) **Controles**: Os botões para acionamento devem ser do tipo “pressão” com dimensões igual ou superior a 2.5cm, facilitando a interação por parte de pessoas com deficiência motora; dentre outros. Tais princípios, juntamente com as normas ABNT,

visam atender à maior gama de variações possíveis das características antropométricas e sensoriais da população, logo é um instrumento privilegiado para a concretização da acessibilidade e serviram como subsídios para as decisões de projeto, apresentadas a seguir.

3. Resultados Obtidos

As máquinas caça-níqueis apresentam um *layout* instigante, de grande e/ou pequeno porte. Essa estrutura externa desmontada, serve de suporte para elaboração de um novo *layout* adaptado e autônomo. Sendo assim, definiu-se os conceitos de estrutura, modelo e características do novo artefato dentro dos parâmetros do Desenho Universal [Prado, 2013], Princípios de Projeto de Interação [Preece, 2013] e a Norma Brasileira ABNT NBR 9050 [ABNT, 2004]. Dentre as decisões de projeto destacam-se:

(a) Altura do equipamento: definida para 1,10m permitindo a interação por crianças e cadeirantes, com alcance suficiente do ponto mais alto do equipamento, onde está situado a entrada para o compartimento de descarte de resíduos;

(b) Uso de equipamentos e efeitos sonoros: Para que haja o máximo de interação com os deficientes visuais, foram incrementados alarmes sonoros característicos para chamar a atenção do ouvinte e indicar a aproximação permitindo o acesso a pessoas com deficiência visual;

(c) Uso de símbolos que ajudam a promover e a indicar que os serviços oferecidos pelo equipamento, possui elementos que auxiliam e que podem ser acessados pelos portadores de deficiência ou mobilidade reduzida,

(d) Uso de informações visuais com premissas de textura, contraste de cor e dimensionamento dos textos e figuras, tornando-as claras e perceptíveis para as pessoas com visão baixa. Neste cenário, optou-se por utilizar caracteres em relevo e textos do tipo “fosco” nos acionadores (botões), dentre outras. A Figura 1 apresenta o design do artefato proposto.

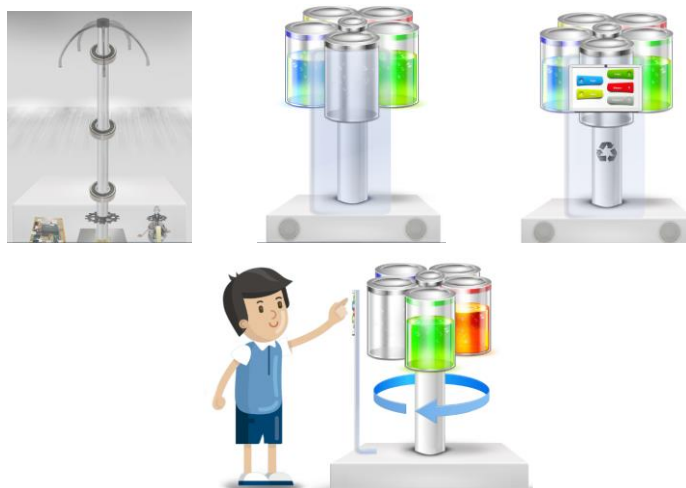


Figura 1. Design da Lixeira Interativa

A estrutura básica da Lixeira Interativa é implementada em uma plataforma metálica móvel que gira 360 graus em torno de uma estrutura rígida. O sistema rotativo é versátil e ajustável, sendo realizado por engrenagens dentadas e correntes de rolo, com uma base central que dá suporte aos objetos que devem ser rotacionados. Esse

movimento é monitorado e controlado pelo micro controlador e uma ponte H. Dentre os componentes das máquinas caça-níqueis reutilizados citam-se: motor (DC), sensores, autofalante, display, interruptor, capacitor, resistor, fotodiodo, solenoide, transformador, fonte de alimentação (DC), bateria, dissipador de calor, acionadores (botões) e madeira externa.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Acredita-se que experiências com o aprendizado utilizando a interatividade, a sinalização e o design amigável despertam o interesse e motivam o público-alvo na correta realização do descarte de lixo reciclável, além de propiciar melhoria na formação da cultura e educação ambiental das novas gerações que irão contribuir para a conservação e melhoria do meio ambiente do planeta.

Deste modo, a natureza do trabalho proposto está fundamentada na motivação principal de contribuir para a resolução de problemas uma vez que parte de conhecimentos disponíveis e procura ampliá-los gerando novos conhecimentos para aplicações práticas. Metodologicamente, a primeira parte do desenvolvimento do projeto pressupõe a realização de estudos e proposições que subsidiem identificar os requisitos da aplicação e definir as estratégias para sua implementação. Tais estratégias incluem a definição das ferramentas computacionais e componentes eletrônicos utilizados para a concepção do artefato, visando a reutilização e/ou metareciclagem de componentes de forma a gerar um artefato de baixo custo. Tais estudos e definições foram formalizados a partir da concepção de projeto e modelagem da aplicação.

A partir do projeto concebido será implementado um protótipo que deverá ser disponibilizado em escolas para uso de usuários finais. A avaliação do usuário é uma tarefa muito importante no escopo da pesquisa, visto que permitirá avaliar aspectos de usabilidade e acessibilidade do artefato e promover ajustes, caso necessário.

Em suma, a pesquisa em andamento está alinhada a um dos grandes desafios do milênio que é assegurar uma destinação ambiental adequada aos resíduos eletrônicos com aproveitamento integral dos componentes, ao mesmo tempo em que se viabiliza a inclusão social, por meio do condicionamento e reciclagem.

Referências Bibliográficas

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. 2ª ed. 2004.
- Meyer, Anne; ROSE, David H.; GODON, David. *Universal Design for Learning – Theory and Practice*. Wakefield MA: CAST, 2014.
- Prado, Adriana R. de Almeida; Lopes, Maria E.; Ornstein, Sheila W. *Desenho Universal: Caminhos da Acessibilidade no Brasil*. Annablume, ed.1, 2013.
- Preece, Jennifer; Rogers, Yvone; Sharp, Helen. *Design de Interação: além da interação humano-computador*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- Saisse, M.; et al. *Educação Ambiental*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://jbrj.gov.br/educacao/ambiental>>. Acesso em: 07/10/2015
- Seabra, J. F. *Projeto Alquimia – Transformando "caça-níqueis" em inclusão social*. Disponível em: <http://www.mprs.mp.br/alquimia/doutrina>. Acesso em: 08 jun. 2015.