

# Um *serious game* multiplataforma para o ensino e difusão da cultura da reciclagem

Geraldo G. da Cruz Júnior<sup>1,3\*</sup>Rafaella L. S. do Nascimento<sup>2</sup>  
Gabriel A. de Albuquerque Junior<sup>1</sup>Roberta M. M. Gouveia<sup>1</sup><sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Estatística e Informática, Brasil<sup>2</sup>Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Brasil<sup>3</sup>SENAI, Instituto SENAI de Inovação para Tecnologias da Informação e Comunicação, Brasil

Figura 1: Ilustrações do *game* Recicla Retrô.

## RESUMO

A quantidade gigantesca de resíduos sólidos que são gerados pela sociedade e não são degradáveis pela ação da natureza são um dos maiores problemas ambientais da atualidade em todo o mundo. Reciclar os resíduos produzidos pelo consumo humano e respeitar o meio ambiente são ensinamentos que devem ser propagados entre as gerações. Desta forma, as crianças podem chegar a idade adulta com ideais de consciência ambiental e cidadania. Hoje, existem campanhas que promovem o ensino da sustentabilidade, biodiversidade e cuidados com os recursos naturais presentes no cotidiano da sociedade. Uma destas iniciativas foi desenvolvida pela prefeitura da cidade do Recife, que a fim de melhorar a coleta dos resíduos na cidade e sua destinação adequada, lançou o projeto EcoRecife, o qual incentiva de diferentes formas a conscientização e propagação da cultura da reciclagem na população. Neste sentido, este trabalho consiste no desenvolvimento de um *serious game* que promove educação de práticas sustentáveis, como a reciclagem de materiais, através do entretenimento digital. O desenvolvimento do projeto seguiu as fases do Toolkit HCD. Diante das análises e estudos realizados, pode-se chegar a um *game* multiplataforma que promove o ensino das boas práticas de reciclagem de materiais com diversão. A interface é simples e elegante, unida a um *game* divertido que promove competição e aprendizado, que pode ser acessado de smartphones, computadores, internet e telas touch screen. O fato de ser multiplataforma garante um alcance maior dos seus benefícios para a cidade, uma vez que, qualquer cidadão, de qualquer faixa etária pode jogar e aprender mais sobre o cuidado com a cidade. O *game* está disponível na Google Play, via web e pode ser jogado em totens touch screen existentes em praças públicas e shoppings.

**Palavras-chave:** reciclagem, *game*, consciência ambiental, cidadania, educação.

\*e-mail: geraldoj8@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos problemas ambientais mundiais, a questão do lixo é uma das mais preocupantes e diz respeito a todos cidadãos. Assim, grande quantidade de produtos recicláveis, que poderiam ser reaproveitados, são inutilizados na sua forma de destino final. De acordo com Azevedo [8], isso implica em uma grande perda ambiental, devido ao potencial altamente poluidor e do mau gerenciamento dos resíduos gerados, comprometendo a qualidade do ar, solo e, principalmente, das águas superficiais e subterrâneas.

A reciclagem tem como objetivo a diminuição da poluição do solo, água e ar. Por exemplo, o lixo acumulado é uma das causas de enchentes por obstrução de rios e canais. A reciclagem também promove a limpeza na cidade, reduz a estocagem de lixo, melhora na qualidade de vida da população, gera empregos em cooperativas, institutos, etc., e por final, contribui para formar uma consciência ecológica e valorização da limpeza pública.

Neste sentido, Silva [26] afirma que para amenizar a problemática dos resíduos sólidos é preciso sensibilizar os seres humanos no sentido de reduzir o consumo, reutilizar e reciclar os resíduos gerados e repensar as atitudes que degradam o meio ambiente, principalmente no que se refere ao destino e acondicionamento dos resíduos produzidos. Nesta perspectiva, o ensino e as práticas pedagógicas que envolvam a educação ambiental devem favorecer a formação do aluno cidadão crítico e consciente. Conforme Lemos et. al [18] abordar a problemática da produção e destinação do lixo no processo de educação é um desafio, cuja solução passa pela compreensão do indivíduo como parte atuante no meio em que vive.

Segundo Quintas [24] a educação ambiental deve proporcionar as condições para o desenvolvimento das capacidades necessárias para que grupos sociais, em diferentes contextos socioambientais do país, intervenham, de modo qualificado tanto na gestão do uso dos recursos ambientais quanto na concepção e aplicação de decisões que afetam a qualidade do ambiente. A educação ambiental possui uma grande variedade de frentes e estudos como ações contra a poluição de suas diferentes formas, ações contra o desmatamento, proteção dos animais, exploração sustentável dos recursos naturais, entre outras, e por isso deve-se ter um conjunto diverso de promoção dessas iniciativas. No entanto, dado que a divulgação des-

ses estudos é diversificada, a heterogeneidade do público alvo leva o desafio da escolha das ferramentas adequadas a um nível maior de complexidade.

Como um estudo que cada dia ganha mais atenção e o reconhecimento da sua importância, a educação ambiental deve atingir todos os tipos de pessoas em todas as faixas etárias e em todo tipo de atividade [20]. Para Jacobi [17] a educação para a cidadania representa a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as diversas formas de participação na defesa da qualidade de vida. Esta consciência socioambiental é promovida de diferentes formas, principalmente em trabalho conjunto com as crianças, pois elas que se desenvolverão com boas práticas de cidadania. Para Arón [1] a família e a escola são os primeiros meios sociais da criança, então, vendo seus pais com boas práticas, estas práticas serão aprendidas e reproduzidas pela criança. A escola promovendo uma educação ambiental da mesma forma contribui. Pode ser promovido atividades recreativas, feiras, atividades em sala de aula, campanhas, tudo para propagar o ensino da preservação do meio ambiente.

Nos tempos atuais, devido ao aumento massivo de dispositivos digitais e aplicativos, o acesso a informação se torna mais facilitado, rápido e interativo. As crianças são fascinadas por computadores, *tablets*, *videogames* e *smartphones*. A introdução da educação ambiental no convívio de estudantes de pouca idade com informações apresentadas de forma lúdica e atrativa tende despertar nesse público o interesse por questões ambientais. Desta forma, a tecnologia se torna uma aliada no estímulo deste aprendizado de cidadania e preservação do meio ambiente. O uso das ferramentas digitais e dos novos recursos tecnológicos poderá atender não só os diversos níveis de educação, mas também os diversos tipos de pessoas de cada um desses níveis [20].

Desta forma, Rocha [25] defende que a tecnologia não é a salvação da educação e nem lhe dará todos os respaldos para buscá-la, mas é um novo instrumento que abre possibilidades para novos direcionamentos metodológicos e pedagógicos, que podem solucionar problemas da área da informação e da comunicação. Isto quer dizer que a tecnologia é uma realidade que traz inúmeros benefícios, pois proporciona novas formas de transmitir informação e principalmente de aprender, pois a cultura e os valores da sociedade estão mudando, exigindo novas formas de acesso ao conhecimento e cidadãos críticos, criativos, competentes e dinâmicos [15].

As oportunidades de aprendizagem oferecidas pelas novas mídias digitais permitem maior interatividade e uma melhor relação entre o aprendiz e os objetos de aprendizagem. Neste contexto, tem-se os jogos educacionais, os quais permitem, entre outras coisas, aumentar o potencial de interação entre aprendiz e objeto, além de motivar intrinsecamente os participantes do processo educacional pela realização de desafios lúdicos [7].

Barbosa [2], afirma que os jogos educacionais podem ser um elemento catalisador, capaz de contribuir para o processo de resgate do interesse do aprendiz, na tentativa de melhorar sua vinculação afetiva com as situações de aprendizagem. Já para Tarouco (2004) [27], os jogos podem ser ferramentas instrucionais eficientes, pois eles divertem enquanto motivam, facilitam o aprendizado e aumentam a capacidade de retenção do que foi ensinado, exercitando as funções mentais e intelectuais do jogador.

Sendo assim, unido a essa tendência de inovação digital e jogos para a educação, muitas iniciativas vêm sendo desenvolvidas de forma a promover a cidadania através da educação ambiental. Uma destas iniciativas é o Desafio EcoRecife da Prefeitura da Cidade do Recife. Consiste em um concurso de jogos educativos que ajudem a cuidar do verde urbano das cidades, dos resíduos sólidos, da água e da biodiversidade. Estes aplicativos devem permitir a construção de conhecimento sobre práticas sustentáveis através do divertimento digital.

Desta forma, surgiu o Recicla Retró, aplicativo que possui como objetivo a promoção da educação ambiental, através da reciclagem,

de forma fácil, divertida e muito eficaz aos que o jogam através de imagens, sons e animações. Para garantir que os jogadores assimilem melhor o aprendizado o jogo com o passar do tempo fica mais rápido e difícil, exigindo maior habilidade do jogador. Com o *game* busca-se atender a um grande público, desta forma é multiplataforma, ou seja, foi desenvolvido para dispositivos móveis da plataforma Android, como *tablets* e *smartphones*, telas *touchs*, para computadores pessoais, no qual o jogador pode baixar e executar o jogo, além de possuir uma versão *web*. Como metodologia, é utilizado o Toolkit Human-Centered Design (HCD) somado a uma abordagem qualitativa de caráter exploratório-descritivo. Resultados apontam boa aceitação do *game* pelo público alvo após a fase de *feedback* da versão divulgada.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: o item 2 apresenta Trabalhos Relacionados ao tema deste artigo; no item 3 é desenvolvida a Metodologia utilizada; o 4 mostra os Resultados obtidos; o item 5 mostra os trabalhos futuros e o item 6 compõe as Conclusões desenvolvidas após às análises dos resultados obtidos ao final do processo metodológico.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Como a temática mostra-se atual, muitos esforços vêm sendo aplicados por iniciativas e pesquisas vem sendo desenvolvidas com o objetivo de promover a educação ambiental, social e de cidadania através de objetos de aprendizagem digitais, mais especificamente jogos educativos, os quais são o foco de desenvolvimento deste artigo. Trabalho não só de desenvolvimento de jogos, mas também de revisões sistemáticas e de escopo conceituais são desenvolvidos e amplamente presentes na literatura.

No trabalho desenvolvido por Fernandes [12], são explicados conceitos relacionados aos jogos voltados para a área da educação, assim como classificação sobre enredo e objetivos dos jogos. É demonstrado como os jogos digitais passaram a ser uma opção para auxiliar o aprendizado e desenvolvimento cognitivo dos alunos. O entusiasmo que as crianças apresentam, quando envolvidas com os jogos computacionais, tem motivado muitos professores a iniciarem sua utilização em suas aulas. No entanto, é criado um alerta em relação ao preparo dos educadores para a inserção dos jogos educacionais em sala de aula.

Em Zogaib e dos Santos [28] o objetivo consistiu em analisar a relação entre a utilização dos jogos digitais e a aprendizagem das crianças na escola, verificando as possibilidades pedagógicas em sala de aula. Para alcançar o objetivo proposto utilizou-se a pesquisa de natureza bibliográfica, em obras de diversos autores sobre a importância e influência que os jogos digitais têm na aquisição de conhecimentos e no prazer de aprender da criança. Procedeu-se também um estudo exploratório inicial dos jogos digitais mais utilizados pelas crianças de uma turma de primeiro ano do ensino fundamental a fim de verificar as possibilidades educativas desses *games*. O estudo concluiu que os jogos digitais podem contribuir para o processo de aprendizagem das crianças na escola, desde que os professores e a escola estejam cientes dessas potencialidades e dispostos a trabalhá-las de forma intencional e planejada. É colocado o professor como papel primordial, uma vez que será mediador na relação entre a criança, o jogo e a aprendizagem.

Muitos jogos educacionais desenvolvidos possuem propósito de facilitar aprendizagem dos alunos com temas sociais, de consciência ambiental e cidadania. Como exemplo, o jogo CivLusorie [7] objetiva conscientizar estudantes de que as ações tomadas por um cidadão ou político refletem-se diretamente na sociedade em que ele vive. Buscou-se através de um ambiente lúdico tratar de um tema difícil de ser aprendido, como a cidadania. O trabalho apresenta uma solução na forma de jogo educacional para estudantes entre nove e dezesseis anos, que permite refletir sobre elementos de cidadania, permitindo ao jogador aprender de forma fluida. É apresentada a descrição do *design* do jogo, do protótipo em desen-

volvimento focado em aspectos de trânsito, dos resultados parciais e lições aprendidas.

Outro trabalho desenvolvido consistiu no Urihi [4], um jogo educativo para contribuir com a educação e preservação do bioma amazônico auxiliando alunos do ensino fundamental na aprendizagem da ecologia utilizando o lúdico, principalmente a preservação e sustentabilidade. Os resultados do projeto indicam uma boa aceitação por parte dos professores e também dos alunos de uma escola pública de Marabá, apontando o jogo Urihi como uma ferramenta com potencial para criar um ambiente de aprendizagem motivadora apoiando aulas instrucionais.

O trabalho de Diniz, Ferreira e da Silva Junior [11] propõe o desenvolvimento de ações de informação sobre questões ambientais e uso de um aplicativo para dispositivos móveis, EcoÁgua, para incentivar o uso responsável da água. Assim, espera-se com a investigação em curso, provocar uma reflexão crítica em relação às questões ambientais e contribuir para o consumo responsável da água.

Em Moreira et. al [21], o jogo tem o objetivo de conscientização social, influenciando de forma intuitiva e divertida a proteção do meio ambiente e o combate ao mosquito *Aedes Aegypti*. A amostra do jogo foi realizada na II Mostra de Jogos da Universidade Federal de Viçosa campus Rio Paranaíba, obtendo resultados que mostram que o jogo realmente é bom em ensinar as crianças sobre a conscientização social, de forma simples e intuitiva. Os desenvolvedores esperam que o jogo seja uma ótima ferramenta de auxílio ao aprendizado.

Em de Castro Del-Fiaco [9] tem como objetivo desenvolver jogos digitais educativos com enredos direcionados para a educação ambiental e a consolidação de um laboratório de desenvolvimento de jogos digitais, até o presente momento já foram desenvolvidos e disponibilizados a comunidade dois jogos e a validação de uma metodologia de desenvolvimento de jogos digitais.

O trabalho desenvolvido em Souza et. al [10] apresenta um jogo 3D para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de educação ambiental, voltado para crianças e adolescentes, tendo como intuito despertar a consciência ecológica, mudança cultural e preservação ambiental. Nesta pesquisa são apresentadas as conclusões preliminares do uso do jogo por professores. Como estratégia de avaliação do jogo, foi realizada uma avaliação inicial a respeito do perfil dos professores e uma avaliação a respeito do uso do jogo desenvolvido. A avaliação qualitativa consistiu da aplicação de questionários a professores das classes fundamental I e II, bem como do ensino médio das escolas públicas da cidade de Picos-PI, a fim de verificar a possibilidade do uso do jogo em sala de aula. Os resultados apresentados demonstram que o jogo UruBurbanos é considerado uma ferramenta computacional educativa útil para auxiliar o processo de ensino aprendizagem de Educação Ambiental para crianças e adolescentes.

Em Fuchter et. al [14] foi aplicado um protótipo de *game* sobre reciclagem de lixo para fazer análise de seu impacto na aprendizagem de um grupo de crianças. Foi utilizada a metodologia de aprendizagem e ação participativa, pesquisa exploratória, abordagem qualitativa e quantitativa e aplicação de questionários após a aplicação dos jogos para medir o efeito da aprendizagem. As conclusões apontam que existe uma elevada correlação entre o interesse em jogar o *game* e o nível de compreensão do conceito de reciclagem dos diferentes tipos de materiais. Os resultados sustentam a afirmação de que o jogo eletrônico tem um forte impacto no aprendizado, considerando o constante desafio mental e o prazer de jogar que estimulam as crianças a buscar novas aventuras e novos conhecimentos. No entanto, o jogo foi disponibilizado em mídia CD a escolas, não sendo distribuído gratuitamente ao público.

Tendo em vista os trabalhos apresentados, é notável o emergente desenvolvimento de jogos com propósito de preparar os cidadãos com uma consciência social, ambiental e cidadã. Desta forma, mos-

tra a importância do desenvolvimento deste trabalho, uma vez que o foco da problemática de estudo é atual e seus resultados contribuem para a sociedade. A próxima seção mostra o processo metodológico de desenvolvimento desta aplicação.

### 3 METODOLOGIA

No desenvolvimento do *game*, seguindo as opções fornecidas pelo desafio EcoRecife, podia-se escolher entre mecânicas e gênero de jogo como ação, aventura, estratégia, *puzzle*. Podia-se ainda escolher um ou mais eixos temáticos e personagens correspondentes a estes, para contemplar no jogo, como verde urbano, resíduos sólidos, recursos hídricos, biodiversidade, sustentabilidade, mudanças climáticas e poluição sonora. Foi escolhido usar a temática de resíduos sólidos num jogo de ação, no qual o jogador iria aprender a fazer a coleta seletiva. Após a definição geral do tema do *game* a ser desenvolvido, iniciou-se o processo metodológico de desenvolvimento.

Neste trabalho utilizou-se a combinação de duas metodologias. A primeira, consiste no Toolkit Human Centered Design (HCD), que inicia com a definição de um desafio estratégico específico e prossegue por três fases principais, são elas: Ouvir, Criar e Implementar. O foco do Toolkit HCD é construir soluções colaborativamente, através do somatório de diferentes perspectivas e visões [16]. Somado a esta metodologia utilizou-se uma abordagem qualitativa de caráter exploratório-descritivo, a partir das análises das principais observações feitas relativas a temática da reciclagem. O estudo exploratório é definido como uma pesquisa que tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com um problema, a fim de torná-lo mais explícito, principalmente ao tratar-se de um tema pouco investigado [19].

Desta forma, visando a ordenação do processo metodológico da pesquisa, aqui são apresentadas três subseções, cada uma representando uma fase do Toolkit HCD, passando pela Fase Ouvir, Fase Criar e por fim, a Fase Implementar. As duas primeiras fases descritas - Fase Ouvir e Fase Criar - foram implementadas com foco no Desafio EcoRecife, o qual teve como resultado uma aplicação em nível de protótipo, o qual gerou um artigo resumido da fase de experimentação do projeto. A última fase, a Fase Implementar, será exaustivamente descrita e desenvolvida neste artigo, o qual conta com o *feedback* dos usuários após a parte de testes, levando em consideração critérios de avaliação, aceitação e viabilidade do *game* desenvolvido.

#### 3.1 Fase Ouvir

Na fase ouvir o objetivo consiste em determinar quem são os especialistas que devem ser abordados para o projeto, também espera-se ganhar empatia com os possíveis usuários e coletar histórias de interesse [16]. Visando orientar a elaboração de perguntas que são feitas na pesquisa de campo com o público alvo do projeto, precisa-se definir um desafio estratégico. O desafio proposto para este trabalho consiste em responder a seguinte pergunta: “Como fazer com que as pessoas adquiram conhecimento sobre os processos da reciclagem de forma lúdica e simplificada?”.

A equipe do projeto é formada por integrantes da Ciência da Computação com experiência em desenvolvimento de aplicações *mobile/web*. Desta forma, conciliando o conhecimento da equipe, chegou-se a hipótese inicial de desenvolver uma solução de *software* que pudesse transmitir informações referentes a preservação ambiental para o usuário final de uma forma não trivial, mas sim divertida e simplificada. Após elencar os conhecimentos preexistentes da equipe, foram levantadas perguntas com o objetivo de conhecer profundamente as necessidades do público alvo, como mostra a Tabela 1.

Como público alvo principal é o grupo infantil, foi selecionado uma turma de estudantes do ensino fundamental, mas também teve a presença de uma educadora e estudantes de tecnologia da

informação, ou seja, outros públicos foram ouvidos pois a ideia é que o *game* seja inserido nos diferentes grupos de pessoas. Foram realizadas entrevistas individuais e em grupo para se entender as necessidades dos entrevistados. As entrevistas individuais foram realizadas por preenchimento de um questionário. Todas as entrevistas em grupo ocorreram nos ambientes da UFRPE e na Escola Francisco Simões da Costa, localizada no município de Igarassu, Pernambuco.

Tabela 1: Perguntas feitas ao entrevistados na Fase Ouvir.

PERGUNTAS DA ENTREVISTA COM USUÁRIOS	
I	Você possui alguma instrução de educação ambiental?
II	O tema da educação ambiental e reciclagem é/foi vista em sala de aula?
III	Se o tema foi visto em sala de aula, foi utilizado algum recurso recurso digital, como jogos?
IV	O que você acha de jogos disponíveis neste contexto?
V	Você já jogou <i>games</i> neste contexto?
VI	Conte-nos como você [não] se diverte ao utilizar esse recurso e o quanto ele é simples?
VII	Você acha interessante jogo nesse contexto?
VIII	Por que você [não] acharia interessante conhecer mais sobre a reciclagem?
IX	Se o jogo existisse, como ele seria?
X	Você tem acesso a <i>smartphone</i> ou <i>tablet</i> ?
XI	Recursos como sons e vídeos facilitam a assimilação de conteúdo?
XII	Para você, um recurso digital, como jogos educativos, é uma forma de ajudar na assimilação dos conteúdos estudados?

### 3.2 Fase Criar

O objetivo da fase criar é entender os dados, identificar padrões, definir oportunidades e criar soluções. Desta forma, adota-se um ponto de vista generativo para criar diversas soluções em *brainstorms* e rapidamente converter algumas delas em protótipos [16].

Inicialmente, houve a interpretação das histórias ouvidas durante a pesquisa de campo, para transformá-las em dados que são utilizados para inspirar a criação de oportunidades, ideias e soluções. Neste trabalho utilizou-se a técnica de extração de *insights* para identificação de padrões e informações relevantes nos dados extraídos das entrevistas. Com todos os principais *insights* selecionados, a equipe do projeto realizou um *brainstorm* de possíveis soluções para os problemas que foram destacados. Então pode-se chegar em uma solução mais completa e refinada que atendesse as necessidades identificadas do público. Neste momento se definiu a jogabilidade principal do *game* que foi intitulado de Recicla Retrô, o qual consistirá em ensinar quais tipos de lixo se destinam a cada lixeira, indicadas por cores. Isto quer dizer que na lixeira de cor amarela se destinam lixos do tipo metais, na verdade os lixos do tipo vidro, na azul papel e na vermelha plástico. Ainda os descartáveis e de tipo orgânicos na caixa marrom.

Foi levando em consideração que o jogo deveria ser simples e usual, por ser educacional e ter que transmitir conhecimento de uma forma minuciosa, discreta e eficaz. Bidarra e Martins [3] afirmam que na prática, muitos materiais didáticos e sites da *web*, cheios de conteúdos ricos em componentes multimídia, não oferecem uma comunicação eficaz e são deficientes como instrumentos para a autoaprendizagem. O jogo desenvolvido ainda estimula os seus usuários através da competição por *rankings*, quem recicla mais e corretamente, ganha mais pontos.

Outro foco importante para o desenvolvimento do *game* foi quanto a usabilidade, pois um jogo não usual não atrairia a atenção e interesse das crianças. Segundo Nielsen [23], usabilidade é uma medida de qualidade que avalia o quão fácil é utilizar uma interface na visão do usuário, seja computadorizada ou não. Dessa forma, quanto maior a usabilidade de uma interface, mais fácil será de

utilizá-la, por isso são essenciais no desenvolvimento de *software* [13].

Para o desenvolvimento do *game* foi utilizado o html5, unido ao css3 e ao javascript, linguagens que juntas garantem que o jogo seja executado em diferentes plataformas ou dispositivos. A adaptabilidade é uma questão importante no desenvolvimento de aplicações para múltiplas plataformas. Assegurar esta capacidade as interfaces tem sido um grande desafio. Neste sentido, o W3C (World Wide Web Consortium) tem empregado um grande esforço para prover esta característica a web e assegurar a independência de dispositivos de suas aplicações [22].

O protótipo usa técnicas de *design* que mantém um padrão de estética que visa a uma interface simples, limpa e direta. Neste projeto ainda se fez uso dos critérios de usabilidade de Jakob Nielsen. Estes foram utilizados para certificar que a plataforma fosse simples e usual para diferentes públicos.

Com o protótipo finalizado, o público alvo foi consultado para a coleta de *feedbacks*. Nesta fase, se busca a obtenção de opiniões a fim de identificar se o protótipo foi aceito, bem como capturar novas ideias e possíveis melhorias pois, quanto maior a usabilidade de uma interface, mais fácil será de utilizá-la, por isso são essenciais no desenvolvimento de *software* [13].

### 3.3 Fase Implementar

Após o desenvolvimento e coleta de *feedbacks* do protótipo, a equipe iniciou a fase de implementação do aplicativo, a fim de torná-lo factível. Os objetivos desta fase são: identificar capacidades e tecnologias necessárias, criar um modelo financeiro sustentável; desenvolver a sequência de projetos de inovação; criar pilotos e medir impactos [16].

O conjunto tecnologias utilizado na implementação do *game* consiste no html5, unido ao css3 e ao javascript, pois são linguagens que garantem o desenvolvimento de aplicativos multiplataformas ou dispositivos. Desta forma, tem-se como proposta de valor para os usuários finais a entrega de um objeto de educação ambiental simples e lúdico, disponibiliza-lo em canais públicos, como a Play Store e via *web*, sem custos para o público.

Foram elencadas algumas necessidades do público alvo infantil, que também se propagam as outras faixas etárias. Recursos como áudio, tutoriais e cores foram amplamente inseridas ao *game*, de forma a facilitar o processo de aprendizagem. Por meio de imagens, movimento, música, sons diversos, os diversos sentidos são aguçados e a relação dos alunos com os conteúdos abordados se dá de maneira diferenciada [6], ajudando na aprendizagem.

## 4 RESULTADOS

Na busca por respostas com base nas entrevistas, *feedbacks* e avaliações dos usuários, e visando a continuamente aperfeiçoar o projeto, a equipe inferiu sobre os dados obtidos nas três fases do projeto: Ouvir, Criar e Implementar. Aqui são apresentadas três seções, cada uma representando os resultados destas fases.

### 4.1 Fase Ouvir

Tendo em mente o desafio estratégico proposto para o projeto, avaliou-se quantitativamente os resultados das entrevistas, observando a opinião dos entrevistados quanto ao que foi questionado. Todas as entrevistas ocorreram de forma presencial. Foram 45 pessoas entrevistadas, de diferentes idades e gêneros. Foram 42 alunos do ensino fundamental, 1 educadora e 2 estudantes de tecnologia da informação.

Em relação a instrução sobre reciclagem, entre outros cenários da área ambiental, a maior parte dos entrevistados, cerca de 86% afirmam ter contato com alguma instrução, sendo na maioria das vezes por meio de desenhos infantis, aulas na escola e panfletos,

como mostrado nos gráficos da Figura 2 e Figura 3. Sobre o conhecimento sobre *games* educacionais voltados para a temática ambiental, foi visível o desconhecimento deste recurso por parte dos alunos do ensino fundamental, e todos os 45 entrevistados disseram que nunca usaram alguma ferramenta de *software* desta natureza. Quanto aos desafios, necessidades de pesquisa e em como seria o aplicativo, os usuários tiveram respostas construtivas apontando para possíveis jogabilidades, destacaram a importância de sons interativos e tutoriais, além da necessidade de ser um jogo de interface simples.

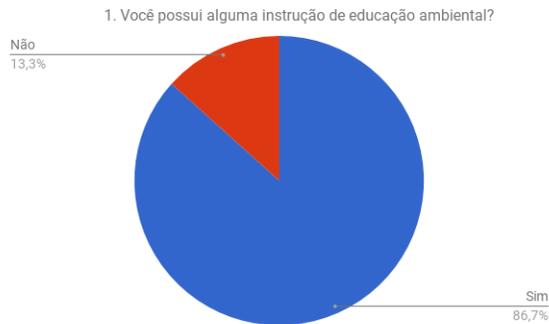


Figura 2: Gráfico das respostas para a questão 1, relacionada a existência, em algum grau, de educação ambiental.



Figura 3: Gráfico das respostas para a questão 2, relacionada a conteúdo ambiental vivenciado em sala de aula.

Por fim, também foi possível perceber que a maioria dos entrevistados afirmaram possuir *smartphone* ou *tablet*, como mostra o gráfico da Figura 4. Em relação ao aprendizado sobre a reciclagem prevaleceu a resposta que seria interessante uma solução mais interativa e se possível “gameficada” para aprender o conteúdo. Todos os entrevistados mostraram interesse sobre a provocação levantada. Os resultados destas observações serviram como base para aprimorar o *game* frente ao que havia sido idealizado inicialmente.

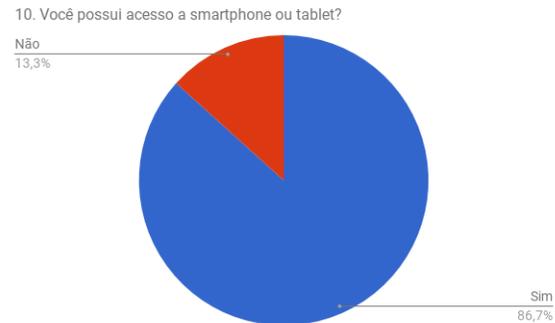


Figura 4: Gráfico das respostas para a questão 10, relacionada a posse de smartphones e tablets.

## 4.2 Fase Criar

Com os resultados da Fase Ouvir já concretizados e analisados, chegou-se ao Recicla Retrô, uma solução que consiste em um game educacional voltado para a reciclagem de lixo. O protótipo do sistema foi implementado utilizando as heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen, para garantir que além das funcionalidades estarem de acordo com o que foi apontado pelos entrevistados, a solução também fosse elegante e simples de se utilizar.

Visando a obtenção de opiniões qualitativas e quantitativas para identificar a aceitação do protótipo, bem como capturar novas ideias e possíveis melhorias, elaborou-se uma novas entrevistas com o público alvo, buscando a coleta de *feedbacks* do protótipo sugerido. Nesta fase foram entrevistadas as mesmas pessoas da ouvir, as quais testaram o protótipo por dispositivos Android e via *web*.

Quanto a análise das respostas da entrevista realizada nesta fase, foi observado que a maioria dos entrevistados responderam que a solução proposta proporciona facilidade na jogabilidade e é bem intuitivo. A interface foi elogiada e os jogos foram apontados como atrativos para aprendizagem por alunos e professores, principalmente pelo fato do jogo ter uma fase de tutorial, que guia melhor os usuários quanto o objetivo do jogo. Analisando os *feedbacks* recebidos percebe-se que foram positivos, exaltando as funcionalidades e a utilidade desta no dia-a-dia. Com isso, pode-se desenvolver a primeira versão estável do Recicla Retrô, com o apoio das tecnologias elencadas para o desenvolvimento e ratificada pela aceitação do público.

## 4.3 Fase implementar

Após as análises e estudos realizados, pode-se chegar a solução do Recicla Retrô, um jogo multiplataforma, de interface simples, que promove o ensino das boas práticas de reciclagem de materiais com diversão. O fato de ser multiplataforma garante um alcance maior dos seus benefícios para a cidade, uma vez que, qualquer cidadão, de qualquer faixa etária poderá jogar e aprender mais sobre o cuidado com a cidade. Com a finalidade de fazer *download* do *game* em suas diferentes plataformas, assim como obter mais informações sobre o projeto, o jogo possui uma página na internet, como mostra a Figura 5, que poderá ser acessada pelo *link* <http://www.geraldogomes.com/reciclairetro/>.

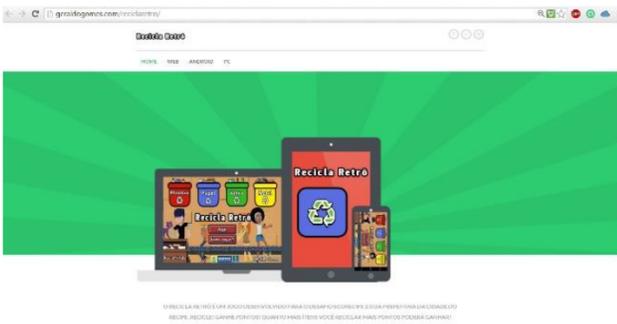


Figura 5: Página inicial do site do Recicla Retrô.

Na tela inicial do jogo, vê-se uma opção de módulo tutorial e um módulo de jogo, representado na Figura 6 e Figura 7. No módulo tutorial, o jogador terá contato com as regras do jogo e uma breve demonstração de como jogar, como mostrado na Figura 8. Por exemplo, ensina onde cada material deve ser jogado, considerando a o padrão de cores determinado: azul para materiais de papel; vermelho para materiais de plástico; verde para produtos de vidro; amarelo para metal; e marrom para resíduos orgânicos ou não utilizáveis. A listagem de materiais utilizados no *game* é mostrada na Figura 9.



Figura 8: Tela tutorial do jogo Recicla Retrô executado em dispositivo Android.



Figura 9: Lixos utilizados na esteira.



Figura 6: Tela inicial do jogo Recicla Retrô executado na *web*.

Já no módulo de jogo, o usuário encontra uma esteira de rolagem, mostrado na Figura 10, onde são depositados lixos de diferentes grupos, como garrafas de vidro, recipientes plásticos, latas, caixas, jornal, caixa de pizza, etc., e o objetivo do usuário é arrastar para a lixeira de cor correta o lixo colhido. Cada acerto é contabilizado, e em cada partida é permitido errar até três vezes. Ao ocorrer o quarto erro, o jogo acaba e é mostrado na tela o número de acertos do jogador (Figura 11). Vale ressaltar que o jogo ao passar do tempo fica mais rápido, exigindo maior habilidade do jogador, e é sonorizado, tanto para sons de acertos, quanto de erros, além da música de fundo que promove um ambiente de aprendizado divertido e contextualizado.



Figura 7: Tela inicial do jogo Recicla Retrô executado em dispositivo Android.



Figura 10: Recicla Retrô em execução em dispositivo Android.



Figura 11: Tela do jogo após perder uma partida.

Algumas praças do Recife possuem telas *touch screen*, onde aplicativos podem ser acessados pela população. Por isso, o Recife Retrô também foi desenvolvido para funcionar neste tipo de dispositivos. Foram feitos alguns testes de funcionamento do jogo em telas *touchs*, como mostra a Figura 12.



Figura 12: Tela inicial do jogo Recicla Retrô executado para testes em tela Touch Screen.

Ao final, pode-se analisar que a metodologia do Toolkit HCD utilizada mostrou-se eficiente e promissora para pesquisas desta natureza. Foi desenvolvida uma solução que atende as necessidades de diferentes públicos, obtendo *feedbacks* positivos, pois as funcionalidades da aplicação estão de acordo com o que foi desenhado pelos seus usuários finais. Com a conclusão da primeira versão do Recicla Retrô, foi notado que os testes realizados estão satisfazendo as necessidades dos usuários, com relatos de que a aplicação está ajudando no processo de aprendizagem. Ao fim deste processo metodológico, pode-se fornecer a aplicação para o público, através das lojas de aplicativos e via *web*.

## 5 TRABALHOS FUTUROS

Espera-se adicionar novos níveis ao *game*, até mesmo, novos minijogos que levem a mais aprendizado sobre práticas sustentáveis, em outros aspectos, como a preservação dos recursos naturais, proteção dos animais, redução do consumo de energia e água, entre outros.

Por fim, futuramente espera-se que a aplicação conte com mais interação colaborativa, possibilitando que os *rankings* possam ser compartilhados em redes sociais e que haja mais interação dentro dos aspectos que constituem um sistema colaborativo. Estudos sobre aspectos colaborativos em empresas, sistemas, dentre outros, são importantes para se conhecer melhor estas instituições e assim poder adaptar e melhorar as relações existentes nestas sociedades [5]. Também, pretende-se fornecer o jogo para outras plataformas de dispositivos móveis existentes.

## 6 CONCLUSÕES

O Recicla Retrô garante diversão aos usuários: a própria jogabilidade, os recursos audiovisuais, a capacidade de promover a superação de conhecimentos e habilidades, conseguir mais pontos para bater seus próprios recordes ou competir com outras pessoas. Neste sentido, o Recicla Retrô é uma eficiente ferramenta para ser trabalhada com crianças e adolescentes de diferentes níveis e pode ser adotada como material adicional no ensino da reciclagem em instituições de ensino. Também está livre para ser baixada para dispositivos gratuitamente nas principais lojas de aplicativo, assim como uma versão *web* para computadores.

Porém, o mais importante, o aplicativo não faz restrição de idades, pelo contrário, qualquer pessoa de qualquer idade ou instrução de escolaridade pode ter acesso ao aplicativo, testar seus conhecimentos, aprender mais e se divertir. Além disso, consegue cumprir o seu papel de ser um aplicativo multiplataforma que permite entreter a todos os públicos enquanto passa ensinamentos sobre boas práticas de reciclagem.

Este estudo trouxe como principal contribuição para a comunidade um aplicativo que com uma ideia simples, mas que unida a tecnologias poderosas, pode impactar públicos distintos enquanto promove o aprendizado da coleta seletiva e da reciclagem de resíduos sólidos assim como diverte. É uma forma interessante que pode ser propagada e aplicada em outros projetos. Possui um *design* simples, porém elegante, unido a um jogo divertido que promove competição e aprendizado, que pode ser acessado de qualquer lugar, como celulares, computadores, internet e praças públicas com *tokens touch screen*. Neste sentido, o Recicla Retrô é uma ferramenta eficiente com foco na aprendizagem significativa.

## REFERÊNCIAS

- [1] A. M. Arón and N. Milicic. Viver com os outros: Programa de desenvolvimento de habilidades sociais. *Campinas: Editorial Psy II*, 1994.
- [2] L. M. S. Barbosa. Projeto de trabalho: uma forma de atuação psicopedagógica. *Curitiba: Mont*, 1998.
- [3] J. Bidarra and O. Martins. O geódromo e o climatógrafo: ambientes virtuais multimídia no ensino das ciências. *Educação, Formação & Tecnologias-ISSN 1646-933X*, 1(1):137–141, 2008.
- [4] J. Campos, F. Sobrinho, L. Ferreira, S. Silva, and D. C. Couto. Urihi: Jogo para auxiliar a educação e preservação ambiental na amazônia. *Revista Ponto de Partida*, (1), 2013.
- [5] G. G. da Cruz Júnior et al. Um estudo para implantação de uma rede social à luz do modelo 3c e das ontologias de colaboração: o caso circor. *XII Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC)*. Salvador - BA, Brazil., 2015.
- [6] C. F. da Silva Souto, A. A. de Moraes, A. W. de Araújo, and G. N. de Oliveira. Produção de vídeo como recurso de aprendizagem: Abordagem sobre a prevenção de arboviroses. *III Congresso Internacional das Licenciaturas. COINTER - PDVL2016*, 2016.
- [7] P. H. M. O. de Andrade, F. B. de Almeida, and R. A. Bittencourt. Um jogo educacional 2d sobre trânsito e cidadania. *SBGames 2015*, 2015.
- [8] C. J. C. de Azevedo. Concepção e prática da população em relação ao lixo domiciliar na área central da cidade de uruguaiana-rs. *Monografia Uruguaiana, PUCRS-Campus II*, 1996.
- [9] R. de Castro Del-Fiaco, E. Henrique, N. Romário, A. Victor, J. Gomes, and B. Passos. Software educativo e educação ambiental: Um estudo aplicado. *Anais do Simpósio Unificado de Sistemas de Informação da Universidade Estadual de Goiás*, 1(1), 2017.
- [10] I. de Souza, R. R. de Azevedo, A. R. A. da Silva, G. NE-GREIROS, F. Freitas, and I. H. de Farias Júnior. Uruburbanos: um jogo para apoiar o ensino-aprendizagem de educação ambiental. *X SBGames-Salvador-BA, November 7th–9th*, 2011.
- [11] J. Diniz, A. Ferreira, and J. E. G. da Silva Junior. Ecoagua: m-learning e gamification como estratégias de suporte ao desenvolvimento do consumo sustentável de água. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 847, 2016.

- [12] J. C. L. Fernandes. Educação digital: Utilização dos jogos de computador como ferramenta de auxílio à aprendizagem. *FaSci-Tech*, 1(3), 2016.
- [13] B. M. Ferreira, L. Rivero, A. Lopes, A. B. Marques, and T. Conte. Usability: um jogo de apoio ao ensino de propriedades de usabilidade de software através de analogias. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 25, page 1273, 2014.
- [14] S. K. Fuchter, T. Pham, A. Perecin, L. E. Ramos, A. K. Fuchter, and M. S. Schlichting. O uso do game como ferramenta de educação e sensibilização sobre a reciclagem de lixo. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 13(31):56–82, 2016.
- [15] F. Garcia. A importância do uso das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. educação a distância, 2013.
- [16] IDEO. Human centered design toolkit. tradução de tennyson pinheiro, josé colucci júnior e isabela de melo. 2 ed. *San Francisco, Califórnia/USA*, 2014.
- [17] P. Jacobi et al. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de pesquisa*, 118(3):189–205, 2003.
- [18] J. C. Lemos, S. d. C. Lima, and N. M. C. Alvim. Segregação de resíduos de serviços de saúde para reduzir os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. *Biosci. j.*, 15(2):63–77, 1999.
- [19] E. M. LUCIANO, M. G. TESTA, and L. R. ROHDE. Gestão de serviços de tecnologia da informação: identificando a percepção de benefícios e dificuldades para a sua adoção. *Encontro da Anpad (Enanpad)*, 31, 2007.
- [20] L. Menezes. O vídeo nos processos de ensino e aprendizagem. *Educação Ambiental em Ação*, 2016.
- [21] L. Moreira, P. Moises, D. Silva, H. Silva, P. Faria, and J. Pedroso. Realidade virtual aplicada na proteção do meio ambiente e combate ao mosquito aedes aegypti. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 672, 2016.
- [22] M. A. C. Neto and J. C. Leite. Uma proposta para o desenvolvimento de interfaces de usuário multi-plataforma com tecnologia web, 2004.
- [23] J. Nielsen. Usability 101: Introduction to usability. acesso em julho de 2017 de <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability>, 2012.
- [24] J. Quintas. Salto para o futuro. *São Paulo*, 2008.
- [25] C. A. Rocha. Mediações tecnológicas na educação superior. *Curitiba: Ibpex*, 2009.
- [26] M. M. P. d. Silva, V. D. Leite, A. M. A. Flor, M. G. Duarte, S. M. Cabral, et al. Metodologia para caracterização de resíduos sólidos em escolas e condomínio; uma contribuição para implantação de coleta seletiva. In *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 28, pages 1–5. FEMISCA, 2002.
- [27] L. M. R. Tarouco, L. C. Roland, M.-C. J. M. Fabre, and M. L. P. Konrath. Jogos educacionais. *RENTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]*. Porto Alegre, RS, 2004.
- [28] S. D. Zogaib and S. dos Santos. Jogos digitais e aprendizagem: uma discussão sobre as possibilidades do trabalho pedagógico com crianças na educação infantil. *Revista EDaPECI*, 15(3):562–577, 2015.