

Uso de jogos como estratégia de ensino para reutilização de software

Diego Castro, Cláudia Werner
COPPE/Computer Systems Engineering Program
Federal University of Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brazil
{diegocbcastro, werner}@cos.ufrj.br

Abstract—A reutilização é uma importante área da engenharia de software que visa criar novos artefatos a partir de componentes pré-existentes. Apesar das vantagens oferecidas por essa abordagem, existem alguns fatores que fazem com que ela não seja utilizada de forma ampla e formal, sendo a dificuldade de ensino um dos principais problemas. Os jogos possuem diversas características que podem tornar o ensino mais produtivo. Visando resolver esse problema da dificuldade do ensino de reutilização, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de dois jogos sérios para o ensino de reutilização de software com diferentes propósitos. Um estudo realizado com alunos de graduação mostrou um bom potencial no uso de jogos para o ensino dessa disciplina, no entanto, o jogo CodeBoy demonstrou-se ser mais agradável do ponto de vista dos alunos devido a suas características lúdicas.

Keywords-Reutilização de Software; Jogos; Ensino; Jogos Sérios;

I. INTRODUÇÃO

Um software raramente é construído do zero, os artefatos existentes (código-fonte, documentos, etc) geralmente são copiados e adaptados. No entanto, o objetivo de reutilizar ainda está longe de ser o ideal [1]. A reutilização é algo intrínseco ao homem, nada é feito do zero, tudo é construído a partir de algo. Serrat [2] afirmou a seguinte frase criada por Carl Sagan “Se você quiser fazer uma torta de maçã do zero, você primeiro deve inventar o universo”.

A Reutilização de Software (RS) é baseada nesse contexto, busca utilizar elementos já existentes para construir novos. Em geral, o termo “reutilização de software” refere-se a uma situação na qual algum software é usado em mais de um projeto. Neste contexto, software é definido como um ou mais itens que são parte do processo de uma organização. Assim, “software” pode se referir ao código-fonte ou a qualquer outro produto de seu ciclo de vida, como requisitos, *designs*, planos de teste, documentação, etc [3].

A RS é praticada desde o início da programação, no entanto, ela é frequentemente atribuída ao artigo de McIlroy, que propunha basear a indústria em componentes reutilizáveis [4]. De acordo com Sametinger [1], a RS tem um impacto positivo em diversos contextos, como: na qualidade, nos custos, na produtividade, no desempenho de elaboração de código, na rápida prototipação, na redução de escrita de código, na confiabilidade e na interoperabilidade do software.

Mesmo com as vantagens oferecidas pela RS, o desconforto é geralmente expresso por declarações como: “É mais rápido escrever isso”, “Posso fazer melhor” além das competições internas nas organizações [1]. Apesar dos problemas citados, ainda existe um que é visto como o principal fator para o reuso não ser implementado: a dificuldade de educação na área [5].

Devido a esse problema, Ritterfeld et al. [6] argumentam que os educadores estão buscando outras estratégias inovadoras de aprendizagem que combinem prazer com educação. Com isso, uma possível maneira de melhorar o ensino atual é a utilização de jogos como método educativo, levando em consideração que são fontes de entretenimento e prazer [7].

Na tentativa de solucionar os obstáculos de ensino de RS, o presente trabalho tenta utilizar o uso de jogos como técnica para a melhoria do método atual de ensino.

O restante deste artigo é apresentado da seguinte maneira: a Seção II faz uma breve contextualização de alguns conceitos que serão abordados no artigo, a Seção III apresenta os principais trabalhos relacionados, a Seção IV explica como os jogos são criados, a Seção V demonstra o método que avaliação utilizado e por fim a Seção VI apresenta uma conclusão geral. As perguntas utilizadas no método de avaliação podem ser encontradas no apêndice.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO

Existem diversas maneiras de organizar as ideias para construção de um jogo, como modelos de: fluxos, game play, características, entre outros. Dois modelos bastante conhecidos na área de jogos são o MDA [8] e OCR [9].

O MDA (*Mechanics* [Mecânica], *Dynamics* [Dinâmica], *Aesthetics* [Estética]) é uma abordagem para a compreensão de jogos que tenta descrever suas características por meio três componentes: **Mecânicas**: São os componentes essenciais de um jogo como as ações e as regras [8]. **Dinâmicas**: Descrevem o comportamento das mecânicas, agindo sobre as entradas e as saídas de dados para que, assim, consiga fazer com que o jogador expresse suas sensações a partir do jogo, juntando a mecânica com a estética. Através da execução de uma mecânica, acontece uma dinâmica que proporciona uma sensação [8]. **Estética**: Descreve a resposta do usuário em relação a dinâmica do jogo, sentimento invocado no jogador,

quando ele interage com o jogo [8]. Existem 8 sentimentos que podem acontecer ao jogar um jogo: Sensação, Fantasia, Narrativa, Desafio, Sociedade, Descoberta, Expressão e Submissão.

O segundo modelo a ser apresentado é conhecido como *game loop* ou modelo OCR (*Objectives* [Objetivos], *Challenges* [Desafios], *Rewards* [Recompensas]) [9]. Ele pode ser entendido como a estrutura básica de um jogo, ou seja, o que tem que acontecer em uma partida de jogo e pode ser dividido em três etapas: **Objetivo**: primeira etapa do processo, o que se deseja alcançar com o jogo a ser criado [9]. **Desafio**: o que o jogador deve realizar para conseguir chegar ao objetivo [9]. **Recompensa**: o que o jogador irá ganhar quando resolver um determinado desafio [9].

III. TRABALHOS RELACIONADOS

Antes da construção do jogo proposto, uma pesquisa foi realizada para procurar o que já havia sido produzido e para despertar alguma ideia inicial. Como já é sabido, todo jogo a ser criado começa sendo baseado em algo já pronto, partindo de algumas características iniciais e as adaptando para seu contexto [11]. A pesquisa inicial não encontrou jogos que buscavam ensinar algum aspecto de RS de maneira direta, no entanto, foi encontrado jogos que foram construídos com outro propósito mas que poderiam ser utilizados para ensinar algum conceito sobre RS.

O primeiro jogo a ser identificado foi o Lightbot [12] que é um jogo de quebra-cabeças de programação, onde a mecânica principal é "programar" um robô usando um conjunto de instruções pré definidas para percorrer um caminho, acendendo luzes ao longo desse percurso. Seguindo a mesma mecânica, existem diversos outros jogos semelhantes que podem ser observados através do trabalho de Everaldo et al. [13].

Outro jogo nessa área de educação que também chamou atenção foi o Duolingo [14] que foge um pouco do contexto desse trabalho, mas acredita-se que esse tipo de abordagem pode ser utilizado para ensinar outras disciplinas, como por exemplo, reutilização de software. Esse jogo pode ser compreendido como uma plataforma de ensino de idiomas, que utiliza algumas perguntas para ensinar características sobre uma língua específica.

Vale lembrar que os jogos citados acima se diferem do jogo a ser demonstrado uma vez que não foram criados pensando no ensino de reutilização propriamente dito, eles apenas foram utilizados para a construção de ideias para o novo jogo.

IV. ESTUDO DE CASO

Baseado nos jogos que foram encontrados, buscou-se criar algo que fosse de simples implementação e que pudesse auxiliar, de alguma forma, no ensino de RS. Para isso, primeiramente, desenvolveu-se um simples jogo quiz, com o propósito de ser utilizado ao longo de um curso de RS e

demonstrar as informações que seriam apresentadas de uma maneira que não fosse somente por meio da leituras de livros e slides, visando uma melhor absorção dos conteúdos que seriam lecionados em sala de aula pelo professor. Por outro lado, desenvolveu-se, também, um jogo com uma visão mais lúdica, onde o contexto de uso seria mais focado no início da disciplina e utilizado para demonstrar a importância da RS, mostrando ao aluno que existem certos momentos em que ela é importante e muitas das vezes indispensável. Esses jogos foram construídos com o propósito de validar a utilização desse método de ensino para a disciplina de RS. Para tal, utilizou-se a engine Unity na construção dos jogos devido a facilidade de desenvolvimento.

No jogo quiz foram utilizadas características como: tempo de resposta, demonstração das respostas certas e erradas, barra de progresso e níveis de dificuldade. Já no segundo jogo, que foi chamado de CodeBoy, foi criado baseado no jogo Lightbot [12] integrado com a ideia da árvore de modelagem da linguagem FODA (Feature-oriented domain analysis) [10] no contexto de RS. Vale lembrar que todas as fases foram criadas pensando em fazer o usuário reutilizar o maior número de movimentos possíveis, fazendo com que o jogador entenda a necessidade da RS. A seguir, cada um dos jogos são descritos a partir da Tab. I. A Fig. 1 demonstra cada um dos jogos criados, do lado esquerdo é encontrado o ReuseQuiz e do lado direito o CodeBoy.



Figura 1. Jogos desenvolvidos.

V. ESTUDO PILOTO

A avaliação dos jogos demonstrados na Seção IV foi executada com o objetivo de entender o potencial de cada um dos jogos em relação ao ensino de RS e, em consequência, capturar novos requisitos para a implementação de futuras melhorias. Para isso, foram utilizadas duas abordagens de avaliação conjuntas: o questionário MEEGA [15] (removendo as perguntas para jogos multiplayer) para ser respondido após a utilização do jogo com o protocolo *think-aloud* [16] com algumas particularidades, onde a tela do celular foi gravada para análise e obtenção de algumas informações extras como: em qual etapa o jogador teve mais dificuldade, quanto tempo o jogador demorou para passar cada uma das fases, entre outras informações. A partir desse protocolo também foi possível a captura do som

Tabela I. Tabela de conceituação dos jogos propostos

	Reuse Quiz	CodeBoy
Objetivo	Ensinar reutilização através de perguntas e respostas. Cada uma dessas perguntas foram formuladas retirando informações de três livros base sobre reutilização: Confessions of Used Program Salesman; Software Reuse, A Standards-Based Guide e Software Reuse Architecture; Process and Organization for Business Success, além de algumas perguntas de concurso que foram retiradas da internet.	Ensinar a importância da reutilização através de uma abordagem onde o jogador em certos pontos do jogo é obrigado a reutilizar pedaços de funções para conseguir passar de fase. Além de ensinar o que componentes obrigatórios e componentes opcionais através da árvore de modelagem FODA [10].
Desafio	Conseguir responder a resposta certa dentro do tempo estipulado de um minuto e vinte segundos para cada questão.	Conseguir movimentar o boneco do ponto de partida até a estrela e em seguida até o baú utilizando a sequência de movimentos corretos.
Recompensa	Conquistar estrelas a partir do número de respostas certas dentro de cada fase, a nota de cada fase é realizada a partir do cálculo do número de respostas certas dividido pelo número de perguntas corretas.	Capturar a estrela e o baú com o menor número de movimentos possíveis.
Mecânica	As regras giram em torno do jogador escolher uma resposta dentro das respostas possíveis em uma pergunta.	Movimentos (andar, virar, pular e quebrar).
Dinâmica	O jogador deve responder uma pergunta dentro do tempo estipulado e em seguida será verificado se a resposta do jogador está correta ou não, caso o jogador erre, a resposta correta e as erradas são demonstradas para o usuário passando um feedback positivo.	Criar funções para tentar ganhar a fase com o menor número de movimentos possíveis.
Estética	Passatempo para os usuários existindo obstáculos para serem vencidos por meio de desafios (perguntas e tempo limite) com objetivos a serem alcançados (estrelas).	Passatempo para usuário existindo obstáculos a serem ultrapassados por meio de desafios (caixas e diferentes níveis de altura) com conquistas a serem alcançadas (estrelas e baú).

do ambiente, o que auxiliou no entendimento de algumas sensações vivenciadas pelo jogador através de suas reações.

O questionário MEEGA é o modelo de avaliação para jogos educativos que captura informações sobre experiências do jogador e usabilidade [15]. Ele possui dois questionários a serem utilizados, o primeiro para preenchimento do aluno que executou a avaliação e outro para utilização do avaliador, de acordo com o que o mesmo observou enquanto o aluno jogava [17]. Como a avaliação foi executada pelo mesmo autor do jogo, preferiu-se executar somente o questionário com a perspectiva do aluno, a fim de evitar a captura de informações tendenciosas. Este modelo conta, também, com uma planilha para análise das informações coletadas [17] que foi utilizada com algumas modificações para se adequar ao método utilizado.

O estudo piloto contou com a participação de quatro alunos da graduação do curso de Engenharia de Computação em diferentes períodos da faculdade. Essa amostra foi selecionada para ser dividida em dois grupos, um grupo onde os participantes já haviam cursado a disciplina de RS e outro que ainda não haviam cursado, cada um dos grupos ficou com o total de dois participantes. Vale lembrar que, devido a essa divisão, as perguntas 22, 23, 25 e 26 (ver apêndice) não puderam ser respondidas por todos os participantes, apenas pelos que realizaram a disciplina, devido ao fato das perguntas coletarem informações sobre a aderência do jogo em relação a disciplina lecionada.

Todas as avaliações foram realizadas na versão mobile, devido a facilidade de transporte do jogo para o local onde o mesmo seria testado, e foram executadas no mesmo celular com configuração de 4g de memória, tela de 1920x1080 e processador de 2 GHz 8 Core, para não existir favorecimento de algum jogador quanto ao hardware.

A Fig. 2 demonstra as informações referente a cada uma das perguntas que podem ser observadas no apêndice. A partir dela é possível observar que em questões de usabilidade (lado direito) todos os dois jogos foram caracterizados

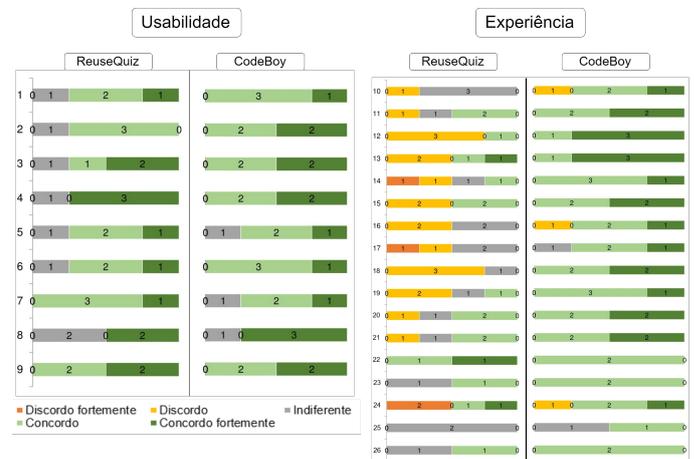


Figura 2. Avaliação de usabilidade e experiência [15] [17].

com uma boa estética, possuindo uma interface fácil de ser utilizada. Entretanto, em questões de experiência (lado direito), foi possível observar que o jogo de quiz não manteve o jogador com um alto engajamento, não tendo experiências fortes de desafio, satisfação e diversão. Isso por outro lado já era um pouco esperado levando em consideração que o jogo CodeBoy possui muito mais características lúdicas que o ReuseQuiz, fazendo assim que o aluno fique mais engajado em cada uma das fases.

Além das perguntas coletadas pelo questionário no apêndice, também foram feitas perguntas sobre a existência de aspectos positivos e negativos do jogo, sobre sugestões de melhoria, espaço para comentários adicionais e, por fim, para o participante fazer um comparativo entre os dois jogos utilizados.

Através dessas perguntas, foi possível observar alguns problemas de layout nos dois jogos e algumas sugestões como: o uso de perguntas menores, o acréscimo de tempo para responder, a possibilidade da utilização de uma função que foi construída em uma fase anterior, entre outras. Por

fim, foi possível identificar uma alta preferência pelo jogo CodeBoy devido a suas características mais lúdicas, que recebeu comentários como: "O jogo está muito bom, eu certamente estaria disposto a baixar na PlayStore" e em contra partida o primeiro jogo foi visto como algo monótono.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da criação dos jogos, foi possível observar um grande potencial do uso de jogos para o ensino de RS, entretanto, como a avaliação ocorreu apenas com 4 alunos, pretende-se colocar o jogo que foi mais bem avaliado na PlayStore, utilizando o Gameanalytics [18] para capturar as informações dos jogadores ao longo do tempo e obter conclusões mais profundas.

VII. APÊNDICE - QUESTIONARIO MEEGA [15] [17]

Usabilidade Estética: (1) O *design* do jogo é atraente (tabuleiro, cartas, interface, gráficos, etc.). (2) Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes. **Aprendizabilidade:** (3) Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo. (4) Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim. (5) Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente. **Operabilidade:** (6) Eu considero que o jogo é fácil de jogar. (7) As regras do jogo são claras e compreensíveis. **Acessibilidade:** (8) As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis. (9) As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.

Experiência do Jogador **Confiança:** (10) A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo. **Desafio:** (11) Este jogo é adequadamente desafiador para mim. (12) O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado. (13) O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas). **Satisfação:** (14) Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização. (15) É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo. (16) Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo. (17) Eu recomendaria este jogo para meus colegas. **Diversão:** (18) Eu me diverti com o jogo. **Atenção focada:** (19) Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção. (20) Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo. **Relevância:** (21) O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses. (22) É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina. (23) O jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina. (24) Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino). **Percepção de aprendizagem:** (25) O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina. (26) O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.

REFERENCES

- [1] J. Sametinger, *Software engineering with reusable components*. Springer Science & Business Media, 1997.
- [2] O. Serrat, "Harnessing creativity and innovation in the workplace," in *Knowledge Solutions*. Springer, 2017, pp. 903–910.
- [3] R. J. Leach, *Software Reuse: methods, models, and costs*. McGraw-Hill New York, 1997.
- [4] W. B. Frakes and K. Kang, "Software reuse research: Status and future," *IEEE transactions on Software Engineering*, vol. 31, no. 7, pp. 529–536, 2005.
- [5] N. Niu, D. Reese, K. Xie, and C. Smith, "Reuse a "software reuse" course," *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, 01 2011.
- [6] U. Ritterfeld, M. Cody, and P. Vorderer, *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge, 2009.
- [7] J. Huizinga, *Homo Ludens* 86. Routledge, 2014.
- [8] R. Hunnicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, "Mda: A formal approach to game design and game research," in *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, vol. 4, no. 1, 2004, p. 1722.
- [9] E. Guardiola, "The gameplay loop: a player activity model for game design and analysis." *ACM*, 11 2016, p. 23.
- [10] K. C. Kang, S. G. Cohen, J. A. Hess, W. E. Novak, and A. S. Peterson, "Feature-oriented domain analysis (foda) feasibility study," Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh Pa Software Engineering Inst, Tech. Rep., 1990.
- [11] J. Schell, *The Art of Game Design: A book of lenses*. AK Peters/CRC Press, 2014.
- [12] L. A. Gouws, K. Bradshaw, and P. Wentworth, "Computational thinking in educational activities: an evaluation of the educational game light-bot," in *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*. ACM, 2013, pp. 10–15.
- [13] E. F. Júnior, M. V. Silva, I. B. Júnior, L. F. Lima, D. X. de Oliveira, and A. L. Tenório, "Aprendizagem móvel de conceitos introdutórios de programação: Uma revisão sistemática dos jogos," *XXII Conferência Internacional sobre Informática na Educação*, 2017.
- [14] R. Vesselinov and J. Grego, "Duolingo effectiveness study," *City University of New York, USA*, vol. 28, 2012.
- [15] G. Petri, C. G. von Wangenheim, and A. F. Borgatto, "Meega+: an evolution of a model for the evaluation of educational games," *INCoD/GQS*, vol. 3, 2016.
- [16] R. Jääskeläinen, "Think-aloud protocol," *Handbook of translation studies*, vol. 1, pp. 371–374, 2010.
- [17] "Meega+ a model for evaluating educational games," <http://www.gqs.ufsc.br/meega-a-model-for-evaluating-educational-games/>, 2019.
- [18] "Gameanalytics," <https://gameanalytics.com>, 2019.