

Activities in Space: Design e Avaliação de um Jogo Sério para o Ensino de Modelagem de Diagrama de Atividades

Ícaro Costa

Departamento de Análise e
Desenvolvimento de Sistemas
UNINORTE
Manaus, Brasil
e-mail:
icaro.fabiano@uninorte.com.br

Rodrigo Santos

Programa de Pós-Graduação em
Informática
UNIRIO
Rio de Janeiro, Brasil
e-mail:
rodrigo.pereira@uniriotec.br

Davi Viana e Luis Rivero

Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação
UFMA
São Luis, Brasil
e-mail: davi.viana@lodi.ufma.br,
luisrivero@nca.ufma.br

Resumo— Poucos jogos consideram o ensino de Diagrama de Atividades da UML especificamente, que permite modelar processos complexos, sendo crucial para a desenvolver sistemas computacionais de qualidade. Neste artigo é apresentado o jogo sério *Activities in Space* para o ensino de Diagrama de Atividades. O jogo foi avaliado por alunos de graduação em computação e professores da área de Engenharia de Software de três universidades brasileiras. Os resultados da avaliação permitiram verificar que o jogo atende de forma satisfatória aos requisitos pedagógicos e de motivação, e que o mesmo é mais adequado como exercício de fixação por alunos com baixa experiência em modelagem.

Palavras Chave- Jogos Sérios; UML; Diagrama de Atividades UML; Avaliação de Jogos Sérios

Abstract— Few games consider the teaching of activity diagrams specifically, which allows modeling complex processes and is crucial for the development of high quality computer systems. This paper presents the development process of the *Activities in Space* serious game for teaching activity diagrams. We evaluated the game with computer Science undergraduate students and three professors in the area of software engineering in three different Brazilian universities. The results of the evaluation allowed us to verify the acceptance of the serious game with regards to pedagogical and motivational requirements, as well as showing that the game is more appropriate for low-experienced students when practicing modelling.

Keywords- *Serious Games; UML; UML Activity Diagrams; Evaluation of Serious Games*

I. INTRODUÇÃO

Sistemas computacionais têm evoluído para permitir coletar, processar, transmitir e disseminar dados que representam informação para o usuário e/ou cliente, estando presentes em várias áreas como economia, saúde, educação, entre outras. No entanto, apesar da importância desses sistemas, os projetos de desenvolvimento podem falhar se os profissionais responsáveis pelo seu desenvolvimento não tiverem as habilidades necessárias para realizar suas tarefas dentro do processo de desenvolvimento de software [1].

O Diagrama de Atividades da UML (Unified Modeling Language) permite representar os fluxos conduzidos por processamentos, mostrando o fluxo de controle de uma atividade para outra. Estes diagramas são importantes, pois permitem a modelagem de aspectos dinâmicos de um

sistema computacional e podem ser usados para descrever mais detalhes a nível de algoritmo [2].

Profissionais de computação em treinamento têm dificuldades para utilizar corretamente os elementos do Diagrama de Atividades ou construí-lo de forma adequada [1]. Consequentemente, desenvolver mecanismos mais adequados para o ensino e prática de modelagem UML está entre as possíveis melhorias que podem contribuir para que as dificuldades no aprendizado diminuam [3].

Considerando o potencial dos jogos sérios para apoiar o aluno no processo de ensino e estimular seu pensamento crítico [4], este trabalho apresenta a proposta do jogo sério ‘*Activities in Space: As Aventuras de Dude*’ para o ensino de modelagem de diagramas de atividades da UML. O jogo foi desenvolvido aplicando-se uma metodologia centrada no usuário e foi avaliado por estudantes e professores de três universidades brasileiras.

O restante deste trabalho está organizado em mais quatro seções. A Seção II apresenta a fundamentação teórica e trabalhos relacionados com o uso de jogos sérios como ferramenta de apoio ao ensino de modelagem de sistemas. A Seção III apresenta o processo de desenvolvimento do jogo sério. Na Seção IV são apresentados os resultados da avaliação do jogo por professores de engenharia de software, o seu refinamento e a avaliação da nova versão do jogo do ponto de vista de alunos de disciplinas de engenharia de software. Finalmente, a Seção V apresenta as conclusões e trabalhos futuros deste trabalho.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

A. Diagrama de Atividades

O Diagrama de Atividades tem como objetivo demonstrar o fluxo de controle de atividades de determinado processo ou requisito e possui os seguintes elementos [2]: partição de atividades, atividades, transições, fluxo de controle, nó de início, nó(s) de fim, pontos de decisão, paralelismos e condições de guarda. Dentre os benefícios do uso do diagrama de atividades podem ser citados [5]: (a) permitir a modelagem de atividades complexas; e (c) podem ser utilizados para representar os fluxos de controle e fluxo de objetos.

Uma pesquisa realizada por Reggio et al. [1] identificou que: (a) diagramas de atividades são construídos de forma incorreta; (b) há símbolos que causam conflitos ou não são utilizados; e (c) os diagramas de atividades são mal interpretados pelos profissionais.

Segundo Kruus et al. [6], os problemas identificados no uso de diagramas de atividades são vivenciados ainda no ensino de modelagem com UML com estudantes de computação, nos níveis de bacharelado e mestrado.

B. Jogos Sérios para o Ensino de ES

Jogos sérios são jogos projetados com o objetivo da aprendizagem sobre determinados conceitos, informações ou habilidades [7]. Estes jogos devem ser desenvolvidos atendendo aspectos de usabilidade e entretenimento, além de permitir capacitar o aluno de acordo com os objetivos pedagógicos propostos [4]. Esses traços encontrados nos jogos sérios são responsáveis por promover recordação, apreciação e entendimento aprimorados [4].

Várias pesquisas [5][8] têm procurando identificar jogos sérios que possam ser aplicados no ensino de Engenharia de Software. Apesar de existirem jogos sérios para vários tópicos da Engenharia de Software como: engenharia de requisitos, teste de software, gerência de projetos, entre outros [8][5]; não foram encontrados jogos sérios para o ensino de modelagem de sistemas, e especificamente para o ensino Diagrama de Atividades. Para suprir a demanda por mecanismos mais adequados que motivem os alunos durante o ensino de Diagrama de Atividades, o jogo Activities in Space foi desenvolvido.

III. DESENVOLVIMENTO DO JOGO ACTIVITIES IN SPACE

A. Definição de Escopo do Jogo

Para a definição do jogo, foi aplicada uma adaptação da técnica de Elicitação de Requisitos para Jogos Educacionais Digitais (ERJED) proposta por Vilela et al. [9]. Na estrutura da técnica existem 3 fases do ciclo de desenvolvimento: Iniciação, Elaboração e Transição.

Durante a fase de Iniciação, reuniu-se um grupo de quatro alunos voluntários da disciplina de Engenharia de Software do curso de Engenharia da Computação do Centro Universitário do Norte para discutir as dificuldades encontradas por alunos no aprendizado de Diagrama de Atividades. Esta fase possibilitou a discussão as diferentes possibilidades de construção do jogo baseadas nos conhecimentos encontrados através da pesquisa realizada. Nesse contexto, decidiu-se fazer o jogo com o tema de viagens no espaço, de forma a chamar a atenção do aluno com uma história diferente. Nesse contexto, Dude, o personagem principal, se perdeu em um planeta distante e precisa coletar todas as partes da sua nave para montá-la e retornar para o seu planeta de origem. Como objetivos secundários do jogo, Dude precisa coletar estrelas que são sua energia vital. Para realizar estas missões, Dude deve navegar no ambiente selecionando ações (atividades) e executando-as na ordem correta. O Diagrama de Atividades da UML seria utilizado como forma de indicar a ordem destas atividades.

Após decidir o contexto do jogo, iniciou-se a fase de Transição, em que foram elaborados protótipos de tela para serem discutidos na equipe de desenvolvimento. Nesse contexto, foi discutido que as fases seriam evolutivas e que as mesmas apresentariam cenários em que a parte da nave a ser encontrada exigiria a criação de diagramas de atividades mais complexos. Desta forma, conforme o aluno fosse avançando nos cenários, novos elementos do

Diagrama de Atividades teriam de ser utilizados para resolver o desafio da respectiva fase.

O objetivo da fase de Transição no uso da técnica ERJED era instanciar ideias para serem discutidas sobre como o jogo seria implementado. Após a validação do protótipo por um professor na área de Engenharia de Software, os requisitos do jogo foram especificados. Para a definição dos requisitos do jogo, foram usados como base os trabalhos de An et al. [4] e Costa et al. [10] que apresentam requisitos genéricos para o desenvolvimento de jogos sérios.

B. Versão Inicial do Jogo

O jogo Activities in Space foi desenvolvido para plataforma Web, de modo que pudesse ser aplicado em sala de aula, sem necessidade de instalação. O jogo apresenta três partes principais: (a) história, onde o jogador é apresentado ao personagem principal e o objetivo do jogo; (b) seleção da missão, onde o jogador escolhe qual missão ele irá jogar e pode ver sua pontuação geral; e (c) missão, onde o jogador pode montar um Diagrama de Atividades para especificar os passos que o personagem deve seguir para recuperar uma parte da sua nave e/ou estrela. O jogo apresenta um total de 6 missões, uma mais difícil que a outra, ou seja, quanto mais avançada a fase, mais elementos devem ser usados no diagrama, tornando-o mais complexo de ser construído.

A Figura 1 apresenta a tela de uma das missões do jogo. Esta tela possui três partes: (1) conjunto de símbolos do Diagrama de Atividades, (2) diagrama solução montado pelo aluno, e (3) animações e pontuação. O jogador pode arrastar cada elemento do conjunto inicial disponibilizado e conectá-lo através de transições com outros elementos, formando um diagrama. Ao clicar em “Executar Diagrama”, o personagem, para o qual foram atribuídas as atividades, irá realizá-las em uma animação. Por exemplo, na Figura 1, Dude é o único personagem principal capaz de realizar ações, pois os outros personagens estão desabilitados. No entanto, ao iniciar missões mais difíceis, o jogador poderá atribuir atividades aos outros personagens (ver personagem em cinza na Figura 1), ou utilizar outros elementos como ponto de decisão ou paralelismo. Além disso, outros elementos (como monstros) são incluídos no jogo para dificultar a conclusão de uma fase. A fase é finalizada com sucesso se o personagem conseguir recuperar parte da sua nave e pontuações melhores são alcançadas dependendo do número de estrelas coletado.

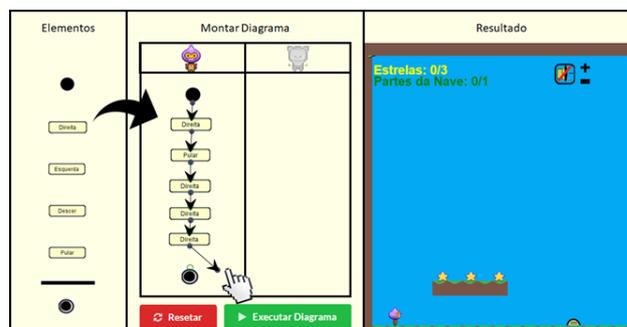


Figura 1. Tela de missão do jogo.

IV. AVALIAÇÕES

A. Avaliação do Ponto de Vista dos Professores

Três professores de três universidades localizadas em estados diferentes do Brasil foram convocados e aceitaram participar da avaliação do jogo. Estes professores possuem experiência de pelo menos cinco anos no ensino de Engenharia de Software em cursos superiores de computação. Foi solicitado que os professores experimentassem o jogo e, após isso, preenchessem um formulário de avaliação. O formulário foi desenvolvido usando o questionário sobre requisitos de usabilidade e pedagógicos sugerido por An et al. [1]. O questionário possui afirmativas sobre características desejáveis em jogos sérios que têm como possíveis respostas: atende plenamente, atende parcialmente, não atende e não se aplica. Além disso, foi deixado um espaço para que o professor pudesse escrever suas considerações e/ou sugestões com o intuito de melhorar o jogo.

A Tabela I apresenta os resultados do questionário aplicado com os professores. O jogo atendeu total ou parcialmente a maioria dos itens avaliados no questionário. Dentre os aspectos positivos identificados, podem ser listados: o incentivo, facilitar aprendizado, ludicidade e disponibilidade de níveis diferentes e respostas diferentes. No entanto, segundo a percepção dos professores, o jogo ainda precisa ser melhorado com relação a: (R5) facilidade de uso, (R7) tempo para criação do diagrama, (R8) a coerência das regras aplicadas no jogo, (R10) a contextualização do jogo, e (R13) feedback.

Apesar desta avaliação inicial positiva, os professores indicaram a necessidade de incorporar melhorias no jogo, principalmente no feedback fornecido ao aluno em caso de errar o diagrama. Nesse sentido, foi implementada uma função que indicasse em que parte do diagrama está o erro que fez a missão falhar (isto é, o personagem principal bateu com a parede ou encontrou um monstro); ou se existe a possibilidade de desenvolver um diagrama mais eficiente (com menos atividades ou que permita obter todas as estrelas da missão). Além disso, para atender os requisitos de usabilidade e pedagógicos, foi melhorada a introdução do jogo e foram disponibilizados exemplos de como aplicar os elementos do diagrama. Adicionalmente, foi melhorada a interação com a interface, incluindo botões de tentar uma fase novamente, permitindo que ele possa decidir se quer ou não continuar jogando até obter os resultados esperados de uma determinada missão. Após a implementação das modificações, foi realizada uma avaliação do jogo com alunos, que é apresentada a seguir.

B. Avaliação do Ponto de Vista dos Alunos

Para avaliar a viabilidade de uso do Activities in Space em sala de aula, o mesmo foi utilizado em três turmas de introdução a Engenharia de Software, com um total de 49 alunos dos cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação e Sistemas de Informação das Universidades UFMA e UNIRIO. Os alunos possuíam conhecimentos introdutórios (leitura de livros, participação de aulas sobre modelagem UML) com pouca ou nenhuma prática sobre modelagem de Diagrama de Atividades. O jogo foi aplicado em uma aula no período de 1 hora e o questionário foi preenchido logo depois em cada uma das turmas dentro das suas respectivas universidades.

Para esta avaliação foi utilizado o Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais - MEEGA [11] com objetivo de avaliar a motivação e experiência do usuário na utilização do jogo. Para o questionário, foi utilizada a seguinte escala como sugerido por Savi et al. [11]: 1: discordo fortemente; 2: discordo amplamente; 3: nem concordo, nem discordo; 4: concordo amplamente; 5: concordo fortemente. Adicionalmente, foram utilizadas questões abertas para identificar o motivo das notas em termos de pontos positivos, negativos e oportunidades de melhoria.

TABELA I. RESULTADOS DE AVALIAÇÃO DO PONTO DE VISTA DOS PROFESSORES

Item	AT	AP	NA	--
R1. A linguagem e é adequada ao público alvo definido e ao nível de ensino a que se refere.	1	2	0	0
R2. O jogo é atrativo, envolvendo e cativando o aluno em sua utilização. O espaço é explorado e são usadas múltiplas mídias (imagens, animações, vídeos, música etc).	2	1	0	0
R3. O tema é apresentado de forma lúdica e explora uma metáfora esclarecedora para o aluno.	3	0	0	0
R4. O jogo permite e incentiva a crescente autonomia e o envolvimento.	3	0	0	0
R5. O aluno consegue interagir com o jogo facilmente. Existe interação com outros usuários. As interações são seguras e promovem os objetivos do jogo.	0	2	1	0
R6. Promove a criatividade (podem existir vários caminhos/respostas/soluções).	2	1	0	0
R7. O tempo de cada ação é adequado. Existe a possibilidade de repetição. As etapas não são exaustivas.	0	1	2	0
R8. As regras do jogo são coerentes e elas estão de acordo com o mundo imaginário proposto pelo jogo.	2	0	1	0
R9. O nível de concentração exigido está de acordo com o público do jogo.	2	1	0	0
R10. O conteúdo é coerente e contextualizado com a área e o nível de ensino propostos.	0	2	1	0
R11. O grau de dificuldade do programa é variável, podendo ser definido pelo aluno ou passando de níveis de dificuldade menor para maiores, de acordo com os avanços obtidos.	3	0	0	0
R12. Aborda os conteúdos de forma a facilitar o aprendizado.	3	0	0	0
R13. Oferece feedbacks construtivos, permitindo ao aluno identificar claramente quando acertou e repensar suas ideias e estratégias quando não forem bem sucedidas Possui possibilidade de de autocorreção.	0	0	3	0
R14. O número de pontos obtidos é computado e é dado algum incentivo ou premiação ao se atingir certos marcos, a fim de motivar o aluno.	1	2	0	0
R15. Faz referência ao universo cotidiano dos alunos.	3	0	0	0

*AT = Atende Totalmente, AP = Atende Parcialmente, NA = Não atende, -- = Não se Aplica

A Tabela II apresenta os resultados quantitativos da avaliação. Com relação aos pontos positivos, os comentários dos alunos indicaram que vários fatores afetaram de forma positiva a percepção do jogo, como: objetivo e história do jogo, os gráficos e sons, o ritmo e dificuldade de utilização no jogo, feedback para entender os erros no diagrama, metodologia de ensino através de jogos, a jogabilidade, e analogia do uso do diagrama para controlar o personagem. Apesar dos pontos positivos indicados, os aspectos que impactaram negativamente

foram: problemas de usabilidade da aplicação, falta de explicação em algumas fases, travamentos e repetitividade.

TABELA II. RESULTADOS DE AVALIAÇÃO DO PONTO DE VISTA DOS ALUNOS

	DF	DA	DC	CA	CF
Atenção					
O design do jogo é atraente.	11	19	12	5	2
Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	3	10	13	20	3
A variação (forma, conteúdo ou de atividades) ajudou a me manter atento ao jogo.	8	8	9	22	2
Relevância					
O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	1	4	7	28	9
O funcionamento deste jogo está adequado ao meu jeito de aprender.	7	8	10	21	3
O conteúdo do jogo está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.	0	4	4	26	15
Confiança					
Foi fácil entender o jogo e começar a utilizá-lo como material de estudo.	10	15	10	8	6
Ao passar pelas etapas do jogo senti confiança de que estava aprendendo.	3	3	15	25	3
Satisfação					
Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com o jogo.	2	7	14	24	2
Imersão					
Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado no jogo.	16	9	4	14	6
Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava, quando vi o jogo acabou.	18	12	11	6	2
Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo do que estava ao meu redor.	16	12	12	8	1
Desafio					
Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.	4	16	14	14	1
O jogo evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.	2	9	9	24	5
Divertimento					
Me diverti com o jogo.	13	8	10	11	7
Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.	11	16	10	10	2
Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	10	13	9	15	2
Gostaria de utilizar este jogo novamente.	11	10	9	18	1
Competência					
Consegui atingir os objetivos do jogo por meio das minhas habilidades.	6	5	11	19	8
Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar do jogo.	10	6	15	14	4

*DF: Discordo Fortemente; DA: Discordo Amplemente; DC: Nem Concordo, Nem Discordo; CA: Concordo Amplemente; CF: Concordo Fortemente

V. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este artigo apresentou o desenvolvimento do jogo sério *Activities in Space* para o ensino de Diagrama de Atividades. O jogo foi desenvolvido abrangendo os elementos necessários para a construção de diagramas de atividades e permitir que alunos de cursos de computação treinem a modelagem UML de diagramas de atividades.

A partir dos resultados das avaliações realizadas foi possível verificar que o jogo é adequado do ponto de vista

de professores para o ensino de Diagrama de Atividades. No entanto, conforme indicado pelos alunos, o mesmo deve ser utilizado para introduzir ou treinar os conceitos relacionados a este tópico, visto que alunos com mais experiência podem achar que o jogo não estimula o aprendizado, e sim o treinamento dos conceitos vistos em sala de aula. Na avaliação do ponto de vista dos alunos, ainda foram identificados vários pontos de melhoria no jogo, principalmente com relação a meios de engajar os alunos com a história contada, e melhorar a experiência de uso, relacionada á imersão, desafio, divertimento e competição. Embora, a versão atual do jogo conte com um banco de dados que indica as fases jogadas pelos alunos. no entanto, esta informação ainda não está disponível para os professores ou alunos, como forma de incentivar quem consegue desenvolver os diagramas mais eficazes no menor tempo possível. Além disso, um novo ciclo de design pode ser realizado em cima da versão atual do jogo para desenvolver novas fases e desafios com o intuito de aumentar a variedade de elementos conforme o aprendizado do aluno.

REFERÊNCIAS

- [1] G. Reggio, M. Leotta, F. Ricca, and D. Clerissi, "What are the used activity diagram constructs? a survey." 2014 2nd International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD). IEEE, 2014, pp. 87-98.
- [2] G. Gilleanes, "UML 2-Uma abordagem prática," Novatec Editora, 2018.
- [3] K. Siau, and P. Loo, "Identifying difficulties in learning UML." *Information Systems Management* 23.3, 2006, pp. 43-51.
- [4] D. Y. An, C. D. da Silva, D. M. G. Ribeiro, P. B. R. da Rocha, C. Maltinti, V. B. Nunes, and R. Fávero, "Digita-um jogo educativo de apoio ao processo de alfabetização infantil." In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 2013, pp. 154.
- [5] C. Caulfield, J. C. Xia, D. Veal, and S. Maj, "A systematic survey of games used for software engineering education." *Modern Applied Science*, 2011, 5(6), pp. 28-43.
- [6] H. Kruus, T. Robal, G. and Jervan, "Teaching modeling in SysML/UML and problems encountered." In *Proceedings of 25th European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE) Annual Conference*, 2014. Izmir, Turkey. 33-36.
- [7] C. G. Von Wangenheim, D. Kochanski, and R. Savi, "Revisão sistemática sobre avaliação de jogos voltados para aprendizagem de Engenharia de Software no Brasil." *Anais do Fórum de Educação em Engenharia de Software (FEES)*, 2009, Fortaleza, CE.
- [8] P. Battistella, and C. G. Von Wangenheim, "Games for teaching computing in higher education—a systematic review." *IEEE Technology and Engineering Education Journal*, 2016, 9(1), pp. 8-30.
- [9] R. Vilela, A. C. Inocêncio, P. A. P. Júnior, and P. Valle, "ERJED-Uma Técnica de Elicitação de Requisitos Para Jogos Educacionais Digitais." In *Proceedings of 26th Brazilian Symposium on Computers in Education (XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, Maceió, AL, 2015, pp. 209-218.
- [10] G. Costa, T. Barcelos, C. Oliveira, R. Muñoz, R. Noël, and I. Silveira, "Construindo jogabilidade: como a percepção dos jogadores afeta o desenvolvimento de jogos em um contexto escolar." *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2013)*. São Paulo, SP, 2013, pp.16-18.
- [11] R. Savi, C. Wangenheim, and A. Borgatto, "Um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais na Engenharia de Software." *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2011)*, São Paulo, 2011.