



Contribuições no Ensino da UML a partir de um Recurso Educacional Aberto com Mídias Interativas Integradas Online

Contributions in Teaching of UML from an Open Educational Resource with Online Interactive Integrated Media

Rodrigo Duarte Seabra
Universidade Federal de Itajubá
rodrigo@unifei.edu.br

Jonas Piccin Laroza
Universidade Federal de Itajubá
jonaspiccinlaroza@gmail.com

Resumo *O ensino da UML é um processo complexo. A metodologia tradicional de ensino pautada apenas por aulas expositivas não se caracteriza como a estratégia mais adequada para ensinar conceitos de modelagem de forma que os estudantes assimilem com êxito o conteúdo e as boas práticas de engenharia de software envolvidas nesta atividade. O estudo propõe o uso de uma ferramenta que contribuirá para o incentivo do aprendiz na busca do conhecimento relativo à UML, apresentando uma nova abordagem no ensino do tema por meio de um recurso educacional aberto denominado REA-UML. Os principais resultados mostraram que a ferramenta proposta se apresenta como uma boa alternativa a ser explorada em sala de aula, contribuindo para a aprendizagem do tema. No entanto, não foi possível detectar diferença significativa pela análise dos ganhos médios obtidos pelos participantes das duas turmas envolvidas na pesquisa experimental. A avaliação qualitativa empregada no estudo indicou melhor aceitação da ferramenta pelos estudantes, se comparada aos métodos convencionais de ensino.*

Palavras-Chave: *Ensino da UML, Recurso Educacional Aberto, Mídias Interativas Online, Pesquisa Experimental, REA-UML.*

Abstract *Teaching UML is a complex process. The traditional teaching methodology guided only by lectures is not characterized as the most appropriate strategy to teach modeling concepts so that students successfully learn the contents and the good software engineering practices involved in this activity. The study proposes using a tool that will contribute to stimulating the apprentice in pursuit of knowledge concerning the UML, presenting a new approach in teaching the topic through an open educational resource named REA-UML. The main results showed that the tool proposed is a good alternative to be used in the classroom contributing to learning the theme. However, no significant difference was verified by analysis of the mean gain obtained by the participants of the two classes involved in experimental research. The qualitative evaluation used in the study indicated the tool was better accepted by students, if compared to the conventional methods of teaching.*

Keywords: *Teaching of UML, Open Educational Resource, Online Interactive Media, Experimental Research, REA-UML.*

1 Introdução

A inovação no setor tecnológico tem crescido de forma que a sociedade já não se vê sem o uso de recursos tecnológicos em seu cotidiano [1]. À medida que essa inovação cresce e diversas tarefas tornam-se automatizadas, faz-se necessário desenvolver softwares que atendam aos requisitos dos usuários. Para isso, deve-se conceber uma arquitetura sólida que permita modificações. Visando alcançar esse objetivo, a modelagem do sistema deve ser bem feita, de modo a transparecer ao desenvolvedor as características e o comportamento do produto final.

A modelagem é a etapa fundamental dentre as atividades que levam à implantação de um software robusto. Ao considerar que um modelo representa uma abstração da realidade, um sistema computacional pode ser representado em função de variados aspectos, com a utilização de diferentes modelos [2]. No que concerne ao desenvolvimento de software, a modelagem é usada para representar as especificações de um sistema real por meio de diagramas, permitindo a compreensão das funcionalidades e comportamentos do software antes de implementá-lo [3]. Desde a década de 80, vários métodos eram utilizados para a modelagem orientada a objetos, até a unificação da UML – *Unified Modeling Language* – com a junção dos estudos de Booch, Rumbaugh e Jacobson [4]. Portanto, a UML é uma linguagem unificada para a modelagem orientada a objetos.

Devido a sua importância, torna-se fundamental o ensino da UML nos cursos de computação e afins. Contudo, as metodologias adotadas no ensino superior costumam, em sua maioria, se caracterizar por aulas expositivas e dialogadas. Os conceitos são apresentados sem a preocupação de relacioná-los a um contexto válido ou ambientá-los com conceitos iniciais, e na forma como os diferentes diagramas se completam [5]. Diante deste cenário, o aprendizado ainda ocorre de modo mecanizado, menos-prezando conceitos sobre a importância da modelagem.

Estudos apontam que o ensino da UML é complexo e que a maioria dos projetistas encontra obstáculos relacionados às suas dificuldades cognitivas [6, 7, 8]. Por se tratar de uma área que requer elevado poder de abstração, a metodologia comumente explorada para o ensino do tema não estimula a aprendizagem do aluno, portanto, segundo a visão de Paiva e Medeiros [9], deve ser criado um modelo que incentive o estudo e a compreensão dos termos e conceitos necessários para desenvolver uma modelagem que reflita a realidade, algo que apenas um bom projetista é capaz de garantir. Ressalta-se, neste momento, que este profissional é muito requisitado na indústria do software [10].

A partir do cenário exposto, esta pesquisa tem como

objetivo geral apresentar o desenvolvimento de uma ferramenta que, possivelmente, privilegie o entendimento da modelagem UML por meio de recursos educacionais abertos, disponíveis na Internet, superando as limitações geográficas e usufruindo de abordagens amplamente utilizadas em cursos massivos *online*. Vale ressaltar que o objetivo principal da ferramenta desenvolvida é oferecer uma alternativa de fácil acesso ao aprendiz para o estudo da UML, e não se apresentar como uma ferramenta de modelagem. Isso se deve ao fato de já existirem variados *softwares* eficientes e disponíveis na literatura para esta finalidade.

Adicionalmente, o trabalho ainda se propõe a investigar, sob a ótica discente, os potenciais benefícios apontados em decorrência do uso da ferramenta proposta no apoio ao ensino da UML. Como principais contribuições do estudo destacam-se: (i) contribuir com a disseminação da ideia do uso de recursos educacionais abertos, para que futuramente haja aumento de sua utilização na esfera educacional; (ii) avaliar qualitativamente a opinião dos estudantes envolvidos no estudo, verificando se a ferramenta desenvolvida nesta oportunidade atendeu as expectativas esperadas, bem como seu grau de aceitação e contribuição no processo de ensino.

Ainda no que tange a esta Introdução, salienta-se que o trabalho em questão consiste em uma extensão da pesquisa anteriormente publicada no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, edição 2015 [11]. Nesta oportunidade, são apresentados maiores detalhes sobre as etapas relativas à criação, organização e desenvolvimento da ferramenta desenvolvida, bem como uma discussão aprofundada acerca da avaliação empregada no estudo, o que justifica sua publicação.

Nesse sentido, a seção 2 discute a importância da UML para a modelagem de processos e sistemas computacionais, bem como alguns trabalhos correlatos. A seção 3 discorre sobre a ferramenta desenvolvida neste estudo e o método empregado em sua avaliação. A seção 4 apresenta a análise dos dados coletados na pesquisa experimental realizada. Na seção 5, são discutidos aspectos quantitativos inerentes aos desempenhos dos estudantes participantes do estudo e, finalmente, a seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

2 Fundamentação Teórica

A UML é uma linguagem visual usada para representar sistemas por meio de diferentes diagramas, isto é, retrata a modelagem de *softwares* com base em variadas perspectivas, facilitando a comunicação dos profissionais envolvidos no desenvolvimento de um sistema [10]. Essa linguagem padrão foi concebida, sobretudo, para o desenvolvimento de sistemas orientados a objetos. Em sua

versão atual é composta por treze diagramas, classificados em estruturais ou comportamentais. Além disso, como toda linguagem, a UML possui vocabulário e um conjunto próprio de regras.

Os diagramas UML permitem melhor visualização do sistema, sua arquitetura e componentes, e principalmente os relacionamentos entre eles, bem como as especificações do sistema e sua documentação [12]. Por essas vantagens, a UML é usada não apenas para a modelagem de software, mas também apresenta grande potencial para modelar outras tarefas, arquiteturas e fluxos de trabalho diversos, com a finalidade de simplificar a realidade por meio de representações padronizadas.

Devido ao fato de a UML ser uma linguagem de modelagem mundialmente utilizada, várias pesquisas demonstram preocupação com seu ensino e aprendizagem. Nos cursos de computação, em geral, o tema é abordado na disciplina de engenharia de software, apesar de existirem casos em que o assunto é tratado em disciplinas específicas e direcionadas ao ensino dessa linguagem. No entanto, muitas vezes, aulas expositivas e dialogadas se tornam mecanizadas e não são suficientes para a aprendizagem completa do conteúdo.

Para Santana, Rossini e Pretto [13], o modelo de educação ainda atualmente empregado (um professor para muitos alunos) é apenas uma das possíveis configurações de ensino-aprendizagem existentes. Com a crescente popularização da Internet, muitos especialistas acreditam que o modelo de educação atual está em um processo de falência, pois os estudantes fazem parte de uma geração digital que não aceita mais esse modelo rígido. Nesse cenário, o desenvolvimento de mídias digitais proporcionou um impulso para novas configurações de ensino, e a criação de recursos, espaços e tecnologias abertas pode impulsionar inúmeras oportunidades educacionais. Portanto, os Recursos Educacionais Abertos (REA) fazem parte dessa expansão e são propulsores de novas configurações de ensino-aprendizagem. Na prática, a definição apresentada por Santos [14] deixa claro o papel de um REA ao afirmar que são materiais de ensino, aprendizagem ou pesquisa que estejam em domínio público ou que tenham sido disponibilizados sob uma licença de propriedade intelectual que permita seu livre uso e adaptação por terceiros.

Ademais, segundo Flint, Gardner e Boughton [6], a complexidade da UML inibe o ensino de toda sua abrangência. Desse modo, encontram-se registradas na literatura científica variadas pesquisas focadas no ensino da UML de maneira diferenciada, visando proporcionar uma aprendizagem significativa e complementar das atividades realizadas em sala de aula.

2.1 Trabalhos Correlatos

Grützner e Bunse [15] propuseram uma abordagem de ensino misto, resumindo as vantagens provenientes da modalidade presencial com a *online*. Na ocasião, o curso foi ministrado, inicialmente, na modalidade *online*, com o objetivo de nivelar o conhecimento dos estudantes. Em um segundo momento, a partir da homogeneidade da turma, o curso foi ministrado de modo presencial, o que, segundo os autores do estudo, permitiu melhor aproveitamento das aulas.

No âmbito da colaboração, Paiva e Medeiros [9] defenderam uma proposta de abordagem pautada por esse paradigma. Para tanto, desenvolveram a metodologia *ESCollab*, com a finalidade de tornar o ensino de engenharia de software mais interativo e atraente aos aprendizes, explorando recursos da web 2.0. A metodologia baseia-se em seis princípios (comunicação, cooperação, coordenação, transparência, reutilização e responsabilidade social) e sua aplicação apresentou bons resultados, ressaltando o valor do gerenciamento e a cultura de cooperação entre os agentes do processo de ensino-aprendizagem da engenharia de software.

Com uma abordagem educacional direcionada para deficientes visuais, o trabalho de Silva et al. [16] defende a premissa de que a inserção de estudantes cegos em cursos de computação é uma tarefa desafiadora. Conforme a opinião dos autores, isso se deve às inúmeras dificuldades inerentes às técnicas de ensino e aprendizagem que estão despreparadas para essa realidade. O estudo propõe o uso de uma tabela como uma representação alternativa para os diagramas da UML, permitindo que o estudante com deficiência visual possa compreender e construir um diagrama sem o auxílio de outro indivíduo ou, até mesmo, de qualquer equipamento especial. O resultado do estudo apontou que a técnica é eficiente e que o trabalho é uma contribuição importante para a educação superior em computação, possibilitando a inclusão de estudantes com deficiências visuais nas disciplinas que envolvem a modelagem de sistemas. Outro estudo recente direcionado a esse público é a pesquisa de Luque et al. [17].

Observando a dificuldade dos estudantes em assimilar os conceitos da UML e a dos professores em ministrar o conteúdo relativo ao tema, Tanaka [5] elaborou mapas conceituais e recursos de *workflow* para auxiliar o ensino-aprendizagem de alguns diagramas. No referido estudo, foi elaborado um mapa conceitual e um *workflow* para cada tipo de diagrama abordado, com o objetivo de orientar a modelagem de modo que os aprendizes pudessem compreender os conceitos nela envolvidos. A aplicação dessa metodologia permitiu contextualizar o aluno em relação ao assunto abordado, garantindo melhor aproveitamento do conteúdo.

A pesquisa de Rodrigues [18] apresenta a abordagem *VisAr3D* – Visualização de Arquitetura de Software em 3D – desenvolvida como uma proposta inovadora com o objetivo de proporcionar a exploração e interação com modelos UML por meio da visualização tridimensional. Na pesquisa, diagramas 3D são gerados automaticamente a partir de um diagrama bidimensional existente, fornecendo uma semântica mais rica para que os estudantes compreendam os elementos envolvidos na modelagem, bem como suas relações.

Cera, Forno e Vieira [19] acreditam que a metodologia mais indicada para o ensino-aprendizagem da UML consiste no Aprendizado Baseado em Problemas – ABP – que permite aproximar teoria e prática por meio de discussões entre pequenos grupos visando solucionar um problema. A metodologia foi aplicada durante seis períodos, dividindo os alunos em grupos de trabalho para desenvolver um sistema computacional que solucionasse um desafio. O objetivo consistiu em estimular não apenas os conhecimentos de engenharia de software, mas também aspectos relacionados ao cotidiano profissional.

A partir das pesquisas arroladas, é fato que o estudo da UML tem despertado o interesse de pesquisadores no desenvolvimento de projetos diferenciados que facilitem o ensino e a aprendizagem do tema. Na mesma direção dos estudos apresentados, o fator motivador envolvido nesta oportunidade também consiste em proporcionar apoio aos estudantes que, muitas vezes, demonstram ou relatam algum tipo de dificuldade, seja na compreensão ou na realização da modelagem UML. Visando auxiliar os estudantes a superar esse desafio, o presente trabalho apresenta uma ferramenta educacional aberta para apoio ao ensino da modelagem UML. Para isso, foi utilizado um problema central modelado em torno dos diagramas da UML, a fim de facilitar e complementar o ensino do tema.

3 Método

3.1 A Ferramenta REA-UML

A partir de uma família de aplicações genéricas de hipermídia online concebida por Kirner [20] e batizada de RE-MIIO¹ (Recurso Educacional com Mídias Interativas Integradas Online), o material derivado e apresentado nesta oportunidade, REA-UML (Recurso Educacional Aberto para Ensino da UML)², é composto por elementos de textos, sons (no formato de narrações), imagens, vídeos e páginas *web*.

Com base na estrutura padrão do RE-MIIO, tem-se um objeto raiz representado por uma imagem centralizada na tela e, a partir dela, o usuário pode acessar conteúdos

disponíveis em agrupamentos, no formato de *menus*, que apresentam detalhes com base na preferência do criador do objeto de aprendizagem. O usuário pode acionar recursos multimídia associados aos agrupamentos por meio de um processo simplificado de interação. Pesquisas recentes envolvendo a produção de outras adaptações elaboradas a partir do RE-MIIO podem ser encontradas em Silva [21], Seabra, Romano e Oliveira [22] e Torres [23].

Em se tratando do estudo da UML, o REA-UML, objeto de estudo em questão, não explorou recursos de imagens 3D e Realidade Aumentada (RA) disponíveis na plataforma da ferramenta original, pois, segundo os autores desta pesquisa, os referidos recursos não agregariam na compreensão dos conteúdos produzidos. Essa decisão se deve a alguns motivos, tais como: considera-se que a modelagem UML tem início a partir do levantamento e da análise de requisitos realizados adequadamente, o que não exige a necessidade do uso de recursos 3D nesta etapa; a proposta em questão visa exercitar nos estudantes habilidades de percepção e compreensão dos requisitos levantados por meio de raciocínio abstrato/lógico para, em seguida, proceder com a modelagem do sistema, portanto, esta etapa também não necessita de recursos 3D; a modelagem completa e detalhada de muitos diagramas da UML apresenta demasiada carga de informação, o que demandaria recursos visuais sofisticados em termos de representação; na ferramenta em questão, não há necessidade de o usuário (no caso, o estudante) utilizar recursos de movimentação/rotação dos componentes utilizados na representação das modelagens; finalmente, o uso de recursos 3D ou de RA envolveria a manipulação de dispositivos adicionais, que agregariam o fator custo à solução proposta. Ademais, isso talvez se apresentaria como uma barreira para o aluno utilizar a ferramenta em ambiente domiciliar. Nesta oportunidade, optou-se por uma solução com custo zero e de fácil acesso a partir de qualquer ambiente, necessitando apenas de uma conexão à Internet.

A estrutura lógica do REA-UML consiste de dois componentes: nó central e agrupamentos de mídias. O nó central apresenta uma imagem ilustrativa visando a organização e divisão dos conceitos representados na interface principal. Na imagem estão representados catorze agrupamentos, sendo que o primeiro deles objetiva contextualizar informações iniciais aos estudantes, a saber: i) problema proposto, retratando as especificações de uma situação-problema que deverá ser modelada pelo estudante; ii) breve tutorial explicativo sobre o ambiente; iii) imagem com a representação dos principais elementos disponíveis na interface da ferramenta.

A partir do segundo agrupamento, cada grupo explorado na ferramenta desenvolvida diz respeito a um diagrama da UML, totalizando treze diferentes diagramas. Na prá-

¹ <http://www.ckirner.com/midias>

² <http://sgvclin.altervista.org/rea-uml/>

tica, cada agrupamento é composto por variadas mídias. A partir do nó central, o usuário tem a liberdade de acessar diferentes conteúdos relacionados a um diagrama específico da UML.

A produção do conteúdo disponibilizado no REA-UML usou a estratégia de separação de estrutura e conteúdo, bem como princípios de produção de aplicações adaptáveis e desenvolvimento de ferramentas simples para uso de professores e estudantes [20]. Nesse âmbito, as informações disponíveis em cada agrupamento versam sobre: i) conceitos teóricos sobre o diagrama, tais como suas características, função e elementos envolvidos; ii) vídeo tutorial como auxílio para o desenvolvimento do diagrama usando uma ferramenta específica de modelagem UML; iii) a modelagem do diagrama propriamente dito; iv) áudio contendo uma breve explicação do diagrama por meio de narrativa.

As características principais apresentadas pelo REA-

UML e defendidas por [20] são: acionamento simultâneo de som e de visualização de janelas *pop-up*; acionamento de janelas paralelas com conteúdos complementares; flexibilidade de utilização com base no estilo de aprendizagem do usuário a partir das diferentes mídias utilizadas; facilidade de uso devido à pouca profundidade e muito paralelismo no que se refere à interação do usuário com os recursos hiperídia; navegação flexível pelo fato de a ferramenta ser *online*.

A ferramenta foi construída em linguagem HTML e elaborada a partir de um *template* disponível no site <http://www.ckimer.com/midias/>. Com base no *template* escolhido, os elementos básicos foram modificados, tais como cores, botões, formatos e imagens, com o objetivo de se obter um resultado visual que despertasse o interesse do estudante pela ferramenta. Com base nessas modificações, a interface do REA-UML foi definida sob a forma de uma página na Internet (Figura 1).

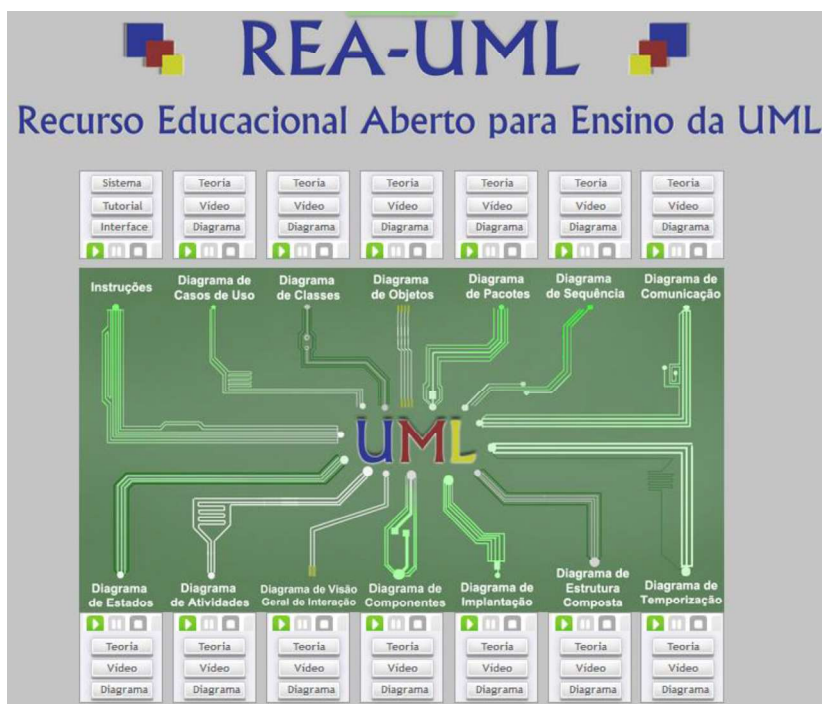


Figura 1: Interface geral da ferramenta REA-UML.

A partir da Figura 1, pode-se observar que a ferramenta é composta por uma imagem central, que apresenta a função de carregar o tema principal e os tópicos que o compõem. Cada tópico é representado por um bloco constituído por mídias, e cada mídia é acessada por um botão específico. Nos botões “Teoria”, encontra-se um texto explicativo; nos botões “Vídeo”, uma vídeo aula é apresentada; em “Diagramas”, uma imagem exibe o diagrama UML modelado; no *player*, pode-se ouvir uma narração.

Sempre que o usuário clicar em um botão (exceto o *player*), uma nova aba é aberta no navegador, na qual o conteúdo será exibido. No *player*, o áudio da narração pode ser controlado utilizando os botões *play*, *pause* e *stop*. A Figura 2 representa um bloco no qual os botões direcionam o usuário para a utilização do conteúdo abordado.

As páginas que são executadas quando um botão é acionado priorizam a simplicidade. Deste modo, o conteúdo

aparece explicitamente, sem que exista qualquer interação mais complexa. A Figura 3 ilustra um exemplo de modelagem de um Diagrama de Casos de Uso acessado a partir da interface principal.



Figura 2: Exemplo de bloco com as diferentes mídias.

Paralelo aos conteúdos abordados na ferramenta, o primeiro bloco do REA-UML, denominado “Instruções”, tem a função de auxiliar o usuário na utilização da aplicação hipermídia. Nesse bloco, o primeiro botão “Sistema” apresenta um texto que mostra o cenário sobre o qual todos os diagramas foram modelados; no *link* “Tutorial”, uma vídeo aula ensina o usuário a utilizar a ferramenta; em “Interface”, uma imagem é exibida para explicar os elementos contidos na ferramenta; no *player*, uma narração explica a estrutura da ferramenta. Em sua totalidade,

o REA-UML apresenta 56 mídias associadas.

Como apoio à condução do processo de ensino da UML, nesta pesquisa, foi explorado um estudo de caso envolvendo a modelagem de um sistema gerenciador de concursos públicos, adaptado a partir de Melo [12]. Com base nessa metodologia, espera-se que os aprendizes absorvam mais facilmente os aspectos lógicos envolvidos na modelagem do sistema proposto.

3.2 Participantes e Descrição do Método

Após o desenvolvimento da ferramenta proposta, foram oferecidas aulas sobre modelagem de sistemas orientados a objetos por meio da linguagem UML a 37 alunos regularmente matriculados na disciplina de Computação Orientada a Objetos II, do quinto período do curso de Ciência da Computação, da Universidade Federal de Itajubá. A amostra foi composta por 31 estudantes do sexo masculino e seis do gênero feminino, que participaram voluntariamente da pesquisa experimental.

O método para a aplicação da pesquisa experimental consistiu de duas etapas. Na primeira, os alunos foram comunicados quanto à experimentação do REA-UML no processo de ensino, bem como sobre o propósito principal da pesquisa em questão, tendo em vista que o possível fator de influência não está no objetivo do trabalho, mas sim, no conhecimento das expectativas dos autores da pesquisa em relação aos potenciais resultados.

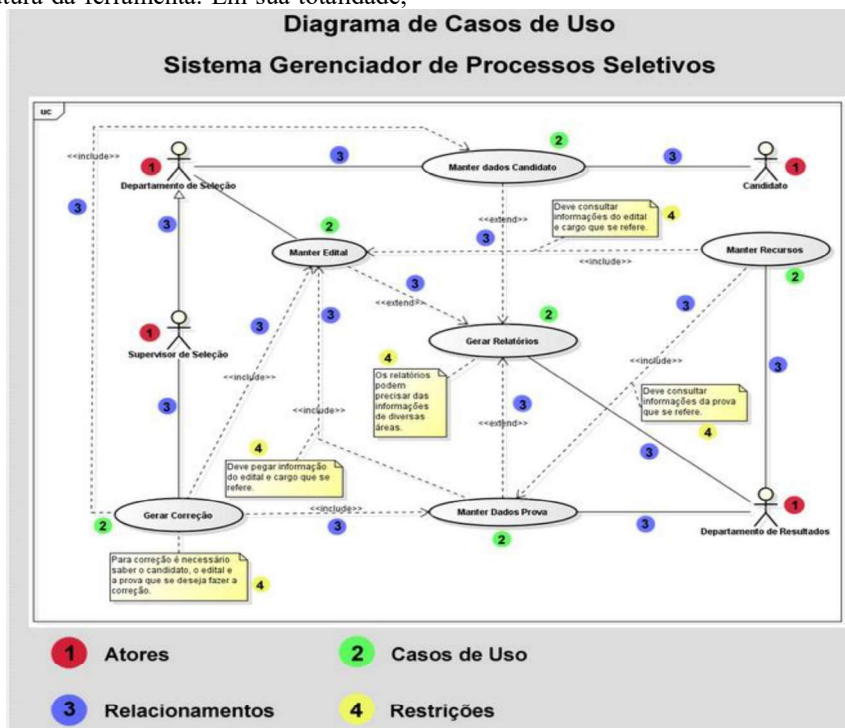


Figura 3: Exemplo de modelagem UML acionado a partir da interface principal.

Após as explicações iniciais, iniciaram-se as aulas propriamente ditas com a apresentação dos conteúdos referentes à disciplina. Ao final de cada aula, os alunos participantes do estudo eram estimulados a exercitarem os conteúdos teóricos vistos em sala de aula na ferramenta REA-UML. Ademais, como a ferramenta proposta se encontra disponível em um repositório aberto na Internet, os alunos ainda eram incentivados a utilizá-la fora do ambiente escolar. O processo de intervenção se estendeu por seis semanas.

Na última semana do estudo, os participantes foram informados sobre a realização de mais uma atividade didática pertencente à segunda etapa da pesquisa, que consistiu em responder um questionário avaliativo sobre o uso da ferramenta. O questionário consistiu de 10 questões de múltipla escolha visando minimizar a subjetividade de questões abertas, além de um espaço para descrição de aspectos relevantes caso os alunos tivessem comentários adicionais. A aplicação do questionário levou cerca de 15 minutos e os autores do estudo não interferiram ou ajudaram os participantes em respondê-lo. Os estudantes foram informados sobre o anonimato e uso dos dados coletados apenas para fins de pesquisa. A Tabela 1 apresenta as questões investigadas, além de uma questão final que solicita comentários de ordem geral.

Questões

- Q1.** De maneira geral, a utilização do REA-UML foi de fácil compreensão?
- Q2.** Os recursos visuais disponibilizados pela ferramenta (cores, imagens, botões, dimensão das telas etc.) são de boa qualidade?
- Q3.** A ferramenta apresenta os recursos necessários para o ensino adequado da UML?
- Q4.** Qual tipo de mídia você mais usufruiu ao utilizar o REA-UML?
- Q5.** O conteúdo disponível na ferramenta foi de fácil entendimento?
- Q6.** O uso do REA-UML contribuiu para a aprendizagem do conteúdo trabalhado na disciplina de Computação Orientada a Objetos II?
- Q7.** Tendo contato com a UML, que percentual de conhecimento foi agregado após o uso do REA-UML?
- Q8.** O REA-UML tornou mais clara a forma de estudar os diagramas da UML?
- Q9.** Você gostaria que outras disciplinas explorassem ferramentas similares para o ensino e reforço dos conteúdos aprendidos em sala de aula?

Q10. Em geral, como você classificaria a eficácia do REA-UML no processo de ensino e aprendizagem da UML?

Comentários adicionais:

Tabela 1: Questões da avaliação qualitativa sobre a utilização do REA-UML.

A aplicação do questionário avaliativo também contribuiu para a análise de outros atributos, uma vez que o participante pode relatar considerações importantes a respeito do tratamento empregado, o que permitiu expressar uma visão distinta a de todos os envolvidos no estudo. Adicionalmente aos dados coletados, alguns participantes incluíram comentários pertinentes e valiosos a respeito da experiência vivenciada. Com isso, o posicionamento neutro e a imparcialidade dos estudantes enriqueceu a pesquisa, possibilitando melhor retorno no que diz respeito ao processo de intervenção utilizado em sala de aula.

4 Análise dos Dados

A primeira questão da avaliação buscou identificar se o uso do REA-UML foi simples e como se deu a compreensão do estudante sobre a ferramenta. Com base na Figura 4, quase a totalidade da amostra respondeu que a compreensão foi fácil, o que corresponde a 95% (46% responderam *totalmente* e 49% responderam *muito*) da amostra. Segundo um dos participantes do estudo, “*a ferramenta possui uma interface simples e direta, com conteúdo simplificado. É uma ótima fonte de consulta para dúvidas, utilizando de várias formas para o entendimento*”.

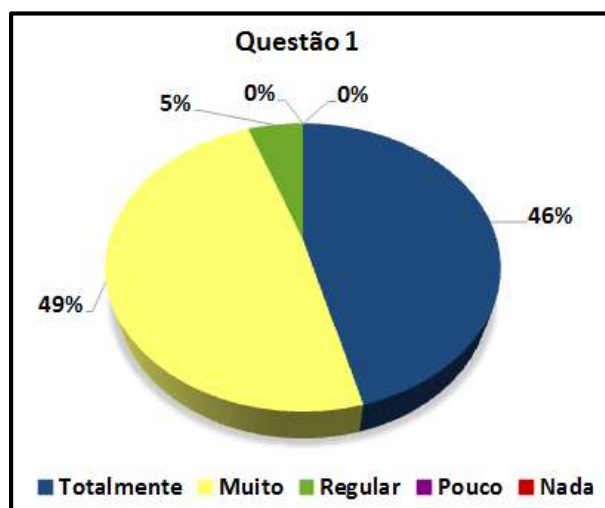


Figura 4: Compreensão do uso da ferramenta segundo a visão dos participantes.

A segunda questão está relacionada à qualidade da interface. Nesse contexto, 78% (16% atribuiu *excelente* e 62% responderam *boa*) dos participantes afirmaram que a ferramenta apresenta recursos visuais de boa qualidade, totalizando 29 respostas positivas. Nesta questão, apenas 8% dos participantes consideraram que a qualidade dos recursos oferecidos foi *ruim*.

A próxima investigação (questão 3) diz respeito à ferramenta oferecer os recursos necessários para o ensino adequado da UML, segundo a visão dos estudantes. Neste caso, 75% (16% responderam *totalmente* e 59% atribuíram *muito*) dos participantes concordaram que os recursos são suficientes para o ensino da UML. Ainda nesta questão, 22% da amostra atribuiu avaliação *regular* e apenas 1 estudante respondeu que a ferramenta contribuiu *pouco*.

A quarta e quinta questão foram propostas com os seguintes objetivos: verificar qual tipo de mídia os alunos mais utilizaram no REA-UML (questão 4); e mensurar se os conteúdos presentes nessas mídias foram de fácil entendimento (questão 5). A quarta questão não necessariamente envolveu a seleção de apenas uma alternativa, pois os estudantes podem ter explorado mais de uma categoria de mídia com a mesma frequência. Os resultados mostraram que 61% dos participantes usufruíram mais da mídia *imagens* em seus estudos. O acesso às demais mídias apresentou a seguinte distribuição: *textos*, com 28% das respostas; *vídeos*, 9% das opiniões; e apenas um estudante respondeu *áudios* (Figura 5).

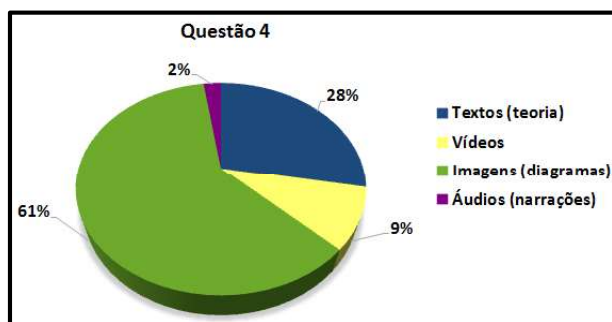


Figura 5: Preferência de mídia segundo a visão dos participantes.

Pode-se observar que os áudios não obtiveram aceitação significativa dos alunos pelo fato de serem utilizados isolados, apesar de nenhum comentário ter sido manifestado a respeito desse tipo de mídia.

A maioria das opiniões favoráveis às imagens pode ser explicada em função dessa categoria de mídia apresentar exemplos de modelagens a partir dos quais os estudantes puderam utilizar como base para a realização de exercícios. Em contrapartida, os vídeos não tiveram tanta aceitação pelo fato de não apresentarem exemplos complexos e completos de modelagem, conforme os relatos de al-

guns estudantes. Neste momento, é importante ressaltar que essa categoria de mídia (vídeos) relatava apenas ideias básicas para modelar diagramas da UML, além de ensinar o estudante a utilizar o software Astah³ para essa finalidade.

Vale destacar que, no contexto desta questão, os estudantes apontaram a categoria de mídia que mais se identificaram como fonte de conhecimento, o que não significa que não tenham explorado as demais categorias, isto é, não necessariamente todos utilizaram imagens ou apenas um participante escutou os áudios.

A questão 5 foi elaborada para complementar a questão 4, e visou identificar se os conteúdos disponíveis nas mídias da ferramenta foram de fácil entendimento. Para a questão 5 (Figura 6), as opiniões foram, em sua maioria, positivas: 35% dos participantes responderam *totalmente*; 57% atribuíram *muito*; e apenas 8% destacaram entendimento *regular*. Conclui-se, portanto, que o conteúdo foi criado de maneira simples, para que todos os estudantes tivessem a capacidade de estudar pela ferramenta.

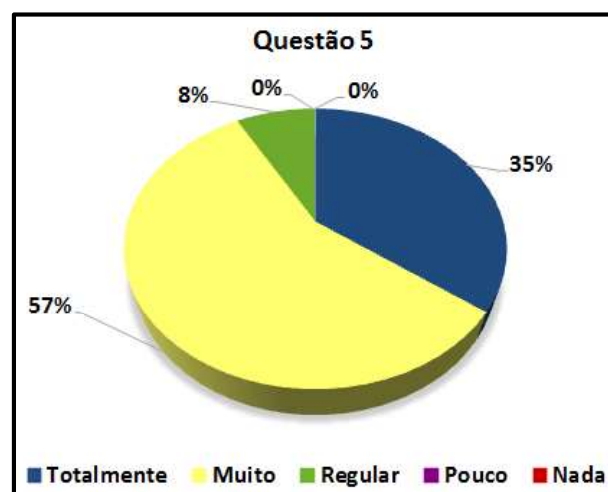


Figura 6: Compreensão dos conteúdos disponíveis nas mídias do REA-UML segundo a visão dos participantes.

Em relação à contribuição do REA-UML no aprendizado do conteúdo trabalhado na disciplina (questão 6), novamente verifica-se resultado positivo, isto é, 70% da amostra concordou que o uso da ferramenta contribuiu *totalmente* ou *muito* no estudo da disciplina. No que tange a esta questão, ressalta-se que nenhum estudante atribuiu como avaliação *pouco* ou *nada*, o que leva à conclusão de que a ferramenta alcançou seu objetivo.

Sabendo que os estudantes primeiramente assistiriam as aulas sobre os assuntos tratados na disciplina para, posteriormente, utilizarem a ferramenta como apoio na aprendizagem, a sétima questão foi elaborada com o objetivo

³ <http://astah.net/editions/community>

de mensurar o conhecimento adicional obtido pelos estudantes a partir do uso do REA-UML. Para isso, o ganho apontado pelo participante foi classificado de 0 a 100%. De acordo com a Figura 7, a maioria das respostas (30 alunos) se concentrou no intervalo de 50 a 80%, o que mostra a capacidade que um recurso educacional aberto tem de apoiar o ensino não somente da UML, mas também de outros conteúdos didáticos necessários para a formação dos estudantes.

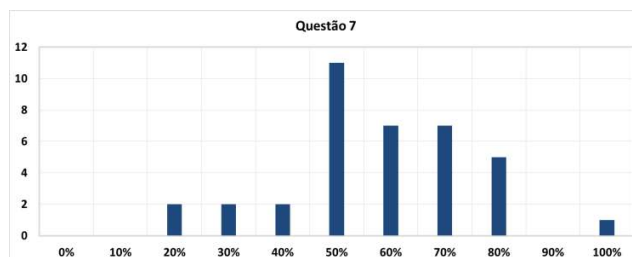


Figura 7: Conhecimento agregado após o uso do REA-UML segundo a visão dos participantes.

Essa distribuição corrobora o potencial exercido pela ferramenta no apoio ao ensino do tema. De acordo com o relato de um dos participantes: “A ferramenta é de grande ajuda para consolidar os conhecimentos passados em sala. Sempre que tenho alguma dúvida na resolução dos exercícios propostos, recorro à ferramenta como apoio e, na maioria das vezes, consigo entender e sanar minhas dúvidas”.

A oitava questão 8 – o REA-UML tornou mais clara a forma de estudar os diagramas da UML? – visou investigar se a ferramenta auxiliou no estudo dos diagramas da UML e se ela foi eficiente em sua proposta. Nesse aspecto, 59% dos participantes concordaram que a ferramenta se apresenta como um método diferenciado que auxilia na aprendizagem da UML. Apenas um aluno respondeu que a ferramenta deixou *pouco* clara a forma de estudar os diagramas, enquanto 38% dos participantes optaram pela resposta *regular*. De acordo com o relato de um dos participantes, “O material disponibilizado é muito bom e ensina de forma dinâmica. Outra vantagem em utilizar uma ferramenta como essa é que os diversos conteúdos ficam muito bem organizados”, pode-se comprovar a facilidade apontada acerca do estudo dos diagramas da UML por meio da ferramenta.

Para investigar a opinião dos estudantes sobre a aplicação desse método ou de formas similares em outras disciplinas, no que compete à questão 9, 89% dos participantes relataram que o uso de ferramentas similares seria de grande proveito no estudo e reforço dos conteúdos ministrados em outras disciplinas (Figura 8).

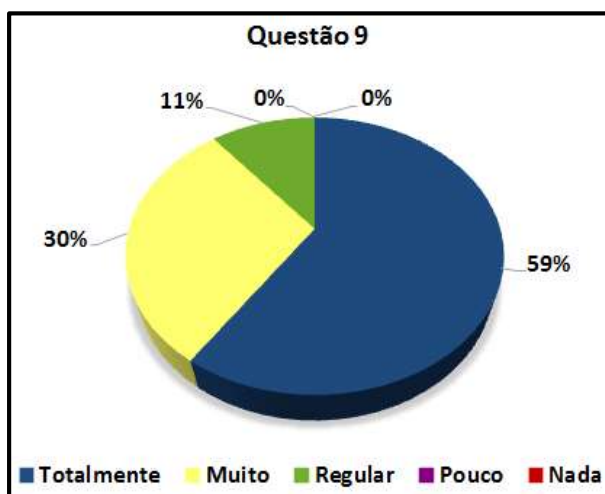


Figura 8: Aprovação do uso de ferramentas similares para reforço dos conteúdos segundo a visão dos participantes.

Ainda nesse contexto, o relato de um estudante, em especial, reforça este resultado: “Achei a ferramenta um meio interessante e eficiente para o estudo em casa e gostaria que outros professores adotassem um método parecido, pois só tem a acrescentar no conteúdo dado em sala de aula”. Com base na ampla aceitação dos participantes no que se refere a essa questão, pode-se concluir que um ensino dinâmico e interativo atrai os alunos e pode se apresentar como uma boa alternativa quando se necessita de um ensino diferenciado. Ademais, projetos futuros podem ser realizados para que discentes e docentes criem e explorem outros recursos educacionais voltados para outras disciplinas.

A última questão investigada apenas reforça os dados sobre a eficácia da ferramenta no processo de ensino e aprendizagem da UML. Neste âmbito, 26 alunos (70%) responderam que a ferramenta foi eficaz. Por sua vez, 11 estudantes foram imparciais quanto a este quesito ao emitirem opinião *regular*.

5 Discussão

A partir dos dados apresentados nos resultados da avaliação qualitativa, constata-se que, de modo geral, houve a aprovação dos estudantes com relação ao uso do recurso educacional. Os comentários manifestados por alguns participantes comprovam esse resultado com variados elogios. Em contrapartida, a maioria das poucas críticas relatadas refere-se à falta de exercícios disponíveis na ferramenta e a falsa ideia de que o REA-UML deveria fornecer um local para que o estudante pudesse realizar a modelagem de diagramas.

Contrariamente a essa opinião, vale lembrar que o foco principal da ferramenta apresentada é auxiliar o processo de ensino e aprendizagem da UML e não fornecer um

software de modelagem, haja vista a vasta quantidade de opções disponíveis na literatura da área para essa finalidade. Sobre a falta de exercícios, vale salientar também que, independente do relato de alguns alunos, o professor responsável pela disciplina disponibilizou várias oportunidades, na forma de exercícios e situações dentro e fora da sala de aula, no sentido de exercitar o raciocínio dos estudantes acerca dos aspectos envolvidos na modelagem. A cada aula ministrada, o docente disponibilizou uma série de exercícios impressos na sala de aula e outros que foram enviados para a lista de e-mails das turmas envolvidas no estudo.

Considerando não apenas os resultados observados mediante à avaliação qualitativa satisfatória da ferramenta segundo a visão da maioria dos estudantes participantes da pesquisa experimental, o estudo ainda envolveu uma comparação dos desempenhos de estudantes que cursaram regularmente a mesma disciplina nos dois últimos semestres, a saber: segundo semestre de 2014 e primeiro semestre de 2015.

Nesse sentido, os desempenhos dos estudantes considerados na análise quantitativa correspondem a duas diferentes turmas, denominadas nesta oportunidade por A e B. No segundo semestre de 2014, a turma A assistiu as aulas pelo método tradicional, sem o uso da ferramenta apresentada nesta pesquisa. Somente a turma B (objeto de estudo) foi submetida ao tratamento diferenciado relatado nesta pesquisa.

O objetivo envolvido nesta comparação consistiu em isolar os possíveis ganhos obtidos na aprendizagem dos estudantes da turma B a partir de seus desempenhos, se comparados aos alunos da turma A, pelo simples fato de terem usufruído da oportunidade de acesso aos materiais diferenciados.

A distribuição dos estudantes em cada turma se deu conforme os dados apresentados na Tabela 2.

Turma	Ano	Mulheres	Homens	Total
A	2014	9	19	28
B	2015	6	31	37

Tabela 2: Distribuição dos participantes em cada turma.

Tradicionalmente, cada turma foi submetida a duas avaliações (P1 e P2). Ambas as avaliações compreenderam todo o conteúdo estudado na disciplina. A diferença entre elas é que no caso da segunda avaliação (P2), os estudantes a realizaram após terem trabalhado intensamente na modelagem de um sistema (projeto), com base em uma lista de requisitos a serem atendidos e que foram estabelecidos pelo docente responsável pela disciplina. Neste contexto, os estudantes tiveram a oportunidade de dedicar um mês do curso para a realização da referida modela-

gem. Por conseguinte, o fato de trabalhar intensivamente na aplicação dos conceitos teóricos estudados durante o curso no desenvolvimento do projeto, por si só, caracteriza uma possível explicação para um melhor desempenho dos estudantes na segunda avaliação. Visando eliminar um possível viés experimental, não houve diferença de conteúdo da avaliação P1 entre as turmas A e B. O mesmo procedimento foi aplicado no caso da P2.

O gráfico presente na Figura 9 ilustra os desempenhos dos estudantes pertencentes às turmas investigadas. O eixo horizontal corresponde ao intervalo de pontuação em ambas as avaliações (0 a 100).

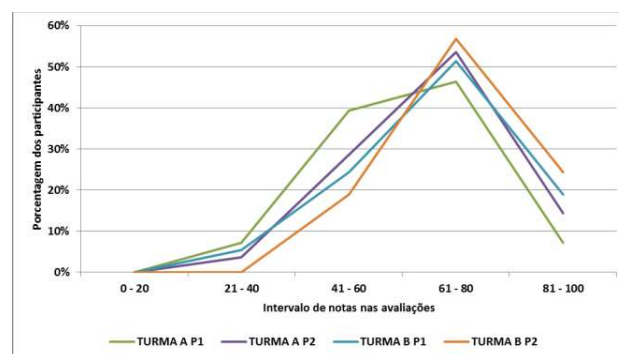


Figura 9: Desempenho das turmas nas avaliações.

De modo geral, a Figura 9 revela que a maioria dos estudantes obteve pontuação no intervalo de 61 a 80 pontos em ambas as avaliações. Além disso, fica evidente o bom desempenho das duas turmas na segunda avaliação (P2) se a pontuação for comparada à P1. Deste modo, conclui-se que, independente do tratamento empregado, houve aumento do desempenho dos participantes nas duas turmas.

A Tabela 3 apresenta os resumos estatísticos para cada turma.

Turma		P1	P2
A	<i>Intervalo potencial</i>	0-100	0-100
	<i>Intervalo obtido</i>	39-92	40-85
	<i>Pontuação média</i>	62,15	67,88
	<i>Desvio-padrão</i>	14,49	11,5
B	<i>Intervalo potencial</i>	0-100	0-100
	<i>Intervalo obtido</i>	37-90	45-90
	<i>Pontuação média</i>	66,19	72,25
	<i>Desvio-padrão</i>	14,28	12,4

Tabela 3: Resumo estatístico segundo as turmas.

A partir da melhora detectada (Tabela 3), o estudo se

concentrou em tratar mais uma questão importante referente aos ganhos médios observados em cada turma. Nesse sentido, esperava-se que o ganho médio obtido pela turma B (submetida ao uso da ferramenta) fosse maior que o ganho observado na turma A. Tal suposição considerou a possível influência de algumas variáveis significativas agregadas ao processo, tais como a motivação em relação ao uso de uma nova ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, bem como o apoio oferecido por ela na compreensão dos conteúdos. Ao contrário do que se esperava, não foi verificada uma diferença significativa que apoiasse essa suposição.

Foi verificado que apesar dos valores máximos obtidos no intervalo de pontuação disponível apresentarem leve decréscimo na P2 no caso da turma A, as médias apresentaram ganhos representativos para as duas turmas. No caso da turma A, o ganho médio foi de 5,72 pontos; para a turma B, o ganho foi de 6,06 pontos. Salienta-se também que a turma B apresentou média superior à turma A nas duas avaliações. Este resultado, por si só, pode indicar a possível influência do REA-UML no desempenho dos estudantes da turma B.

A próxima etapa da análise envolveu a subdivisão de cada turma em cinco subgrupos (SG), classificados de acordo com o intervalo de pontuação das avaliações e identificados como: (SG1) *péssimo* – desempenho de 0 a 20; (SG2) *ruim* – desempenho de 21 a 40; (SG3) *regular* – desempenho de 41 a 60; (SG4) *bom* – desempenho de 61 a 80; (SG5) *excelente* – desempenho de 81 a 100. Em seguida, foram analisadas as transições dos participantes entre os subgrupos de cada turma.

No que se refere a essa análise, de acordo com as Figuras 10 e 11, foi detectado que houve maior transição no número de participantes do SG4 para o SG5 na turma B (21,05%). Em termos proporcionais aos tamanhos das turmas, outro índice que desperta a atenção se refere à maior transição dos estudantes do SG3 para o SG5, novamente na turma B (22,22%).

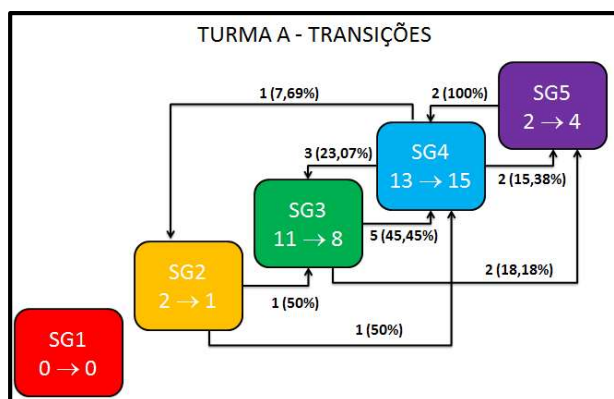


Figura 10: Transições dos participantes entre os subgrupos (turma A).

Em relação às quedas de desempenho na segunda avaliação, novamente a turma B (Figura 10) apresenta melhores resultados (com índices menores). A queda dos desempenhos dos participantes do SG5 para o SG4 na turma B representa apenas 43,85% do total de estudantes pertencentes a esse grupo, enquanto na turma A o índice alcança 100%. Se forem consideradas as transições do SG4 para o SG3, novamente a turma B apresenta melhor resultado, com apenas 5,26% dos participantes. Na turma A, esta medida representa 23,07% dos participantes. Finalmente, ao considerar as quedas totais dos desempenhos dos estudantes nas duas turmas, isto é, indivíduos que pertenciam a um subgrupo após a P1 e passaram a pertencer a outro subgrupo de menor desempenho após a P2, a turma A apresenta maior índice (21,42%), enquanto na turma B este índice representa 13,51% dos participantes.

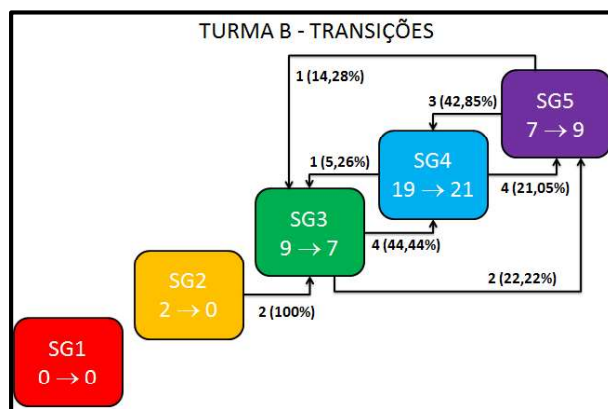


Figura 11: Transições dos participantes entre os subgrupos (turma B).

Os resultados anteriores, associados às opiniões manifestadas na avaliação qualitativa, privilegiam o uso do REA-UML em relação ao desempenho dos estudantes da turma B.

Ainda no que tange à discussão, a Tabela 4 apresenta, resumidamente, os aspectos metodológicos contemplados nos trabalhos correlatos e as iniciativas identificadas em cada proposta.

Referências	Iniciativas Identificadas
Grützner e Bunse [15]	Abordagem de ensino misto envolvendo a modalidade presencial com a <i>online</i> . Não há registro do uso de uma ferramenta específica direcionada ao ensino da UML.
Paiva e Medeiros [9]	Uso de ferramentas de interação e compartilhamento para a prática do ensino de engenharia de software. Não há registro do uso da UML no estudo.

Silva et al. [16]	Uso de tabelas Excel para representação dos diagramas UML. O estudo foi aplicado somente a um estudante com deficiência visual. Não há registro da modelagem de todos os diagramas da UML.
Luque et al. [17]	Estabelece requisitos e identifica soluções que permitam a inclusão de estudantes cegos em atividades de aprendizagem virtual da UML. Pesquisa teórica, sem envolver a modelagem de diagramas UML.
Tanaka [5]	Uso de <i>workflows</i> e mapas conceituais para a modelagem dos diagramas. Modelagem e uso de apenas quatro diagramas UML no estudo.
Rodrigues [18]	Exploração e interação de modelos UML com visualização 3D. A solução apresentada necessita de dispositivos de projeção e visualização.
Cera, Forno e Vieira [19]	Emprego da Aprendizagem Baseada em Problemas no estudo da disciplina de engenharia de software. Não há registro do uso da UML no estudo, havendo apenas situações envolvendo práticas de engenharia de software.

Tabela 4: Análise comparativa das metodologias e iniciativas identificadas com base nos trabalhos correlatos.

A partir das iniciativas identificadas nos trabalhos correlatos, pode-se ressaltar que a ferramenta proposta nesta oportunidade (REA-UML) apresenta alguns diferenciais, tais como: uso simultâneo de variados recursos estruturados na forma de hipermídia *online* adaptável; custo zero para sua utilização, isto é, o uso da ferramenta não envolve qualquer dispositivo adicional para a visualização dos conteúdos disponibilizados; oferece a modelagem de diagramas UML pertencentes às treze categorias existentes na linguagem; a partir dos recursos sonoros disponíveis na ferramenta, estudantes com deficiência visual também podem se beneficiar de seu uso; as explicações disponíveis na ferramenta relativas ao ensino da UML baseiam-se em um problema único central; e, finalmente, a possibilidade de exploração de diferentes categorias de mídias pode favorecer os mais variados estilos de aprendizagem.

6 Considerações Finais

Esta pesquisa apresentou detalhes inerentes ao desenvol-

vimento de uma ferramenta para apoio ao ensino da UML em uma aplicação educacional aberta baseada em recursos hipermídia.

Recursos educacionais abertos, em síntese, são materiais de ensino, aprendizado e pesquisa disponibilizados em qualquer suporte ou mídia. Em geral, são apresentados sob domínio público, permitindo que sejam acessados, utilizados e adaptados para temas educacionais específicos conforme a necessidade. Existem diversos projetos de recursos educacionais que foram desenvolvidos para atender desde a educação infantil até a educação superior. O REMIIO surge nesse contexto com o objetivo de disponibilizar uma aplicação educacional tecnológica de simples criação ou adaptação, se caracterizando em um recurso viável a qualquer professor que deseja inserir um meio alternativo e dinâmico ao ensino.

Com base na dificuldade apresentada por parte dos estudantes no estudo e modelagem da linguagem UML, faz-se necessária a utilização de meios alternativos para apoiar o processo de ensino e aprendizagem tradicionalmente explorado nas universidades. Por esta razão, o foco deste estudo consistiu na criação de um recurso educacional baseado na estrutura do REMIIO, que tivesse a capacidade de auxiliar os estudantes no estudo da linguagem UML e possibilitasse sua melhor aprendizagem.

O desenvolvimento da ferramenta ocorreu em duas etapas. A primeira etapa consistiu da escolha de um dos *templates* disponibilizados do REMIIO e sua adaptação com a finalidade de acomodar os recursos e conteúdos necessários ao ensino da UML. A segunda etapa envolveu a criação dos conteúdos e materiais disponibilizados na ferramenta, com base em um cenário problema utilizado para a modelagem dos diagramas. Para cada diagrama da UML foram criados os seguintes elementos: um texto explicativo (teoria); uma vídeo aula com um exemplo de modelagem no *software* Astah; uma imagem que esboça o diagrama modelado referente ao cenário proposto; e uma narração elucidativa do diagrama. Em um bloco específico do REA-UML, apresentou-se a descrição do cenário modelado e um tutorial de uso da ferramenta.

Após sua criação, o recurso educacional aberto foi disponibilizado via Internet para que os participantes do estudo pudessem ter fácil acesso. O docente disponibilizou vários exercícios e situações dentro e fora da sala de aula no sentido de exercitar o raciocínio dos estudantes acerca dos aspectos envolvidos na modelagem, sempre orientando a utilização da ferramenta.

A partir dos recursos oferecidos pela aplicação da ferramenta REA-UML foi possível verificar que o ensino da UML pode ser explorado utilizando métodos diferenciados em sala de aula e por meio de atividades extraclasses que vão além dos livros didáticos tradicionais habitualmente adotados. Acrescenta-se ainda o fato de que ao

explorar diferentes categorias de mídias, a ferramenta pode proporcionar maiores ganhos na aprendizagem de estudantes que, possivelmente, apresentem diferentes estilos de aprendizagem.

Os resultados observados a partir da avaliação da ferramenta constataam que, de modo geral, houve aprovação dos estudantes com relação ao uso do REA-UML. Os comentários relatados pelos participantes da pesquisa corroboram o resultado por meio de inúmeras opiniões positivas. Em contrapartida, a maioria das críticas relatadas se refere a dois aspectos principais: falta de exercícios propostos na ferramenta e a ideia de que o REA-UML deveria fornecer um local para que o estudante possa realizar a modelagem de diagramas. No entanto, vale ressaltar que o objetivo principal da ferramenta é oferecer uma alternativa de fácil acesso ao aprendiz para o estudo da UML, e não se apresentar como uma ferramenta de modelagem devido à comprovada existência de variadas ferramentas eficientes e disponíveis na literatura para esta finalidade.

A pesquisa realizada ainda levanta novas possibilidades de trabalhos futuros que podem ser tratadas para melhorar a qualidade dos recursos desenvolvidos, a saber: inserção de exercícios no REA-UML para serem resolvidos pelos estudantes; revisão dos conteúdos e recursos disponibilizados na ferramenta com base nos resultados obtidos; aplicação de uma nova pesquisa experimental visando reforçar ainda mais os resultados alcançados nesta oportunidade.

Referências

- [1] A. M. Nicolaci-da-Costa. Revoluções tecnológicas e transformações subjetivas. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 18, n. 2, p. 193-202, 2002.
- [2] G. Booch; J. Rumbaugh; I. Jacobson. *UML: guia do usuário*. Rio de Janeiro: Elsevier, 521p, 2012.
- [3] S. Furgeri. *Modelagem de sistemas orientados a objetos*. São Paulo: Érica, 304p, 2013.
- [4] C. Larman. *Utilizando UML e padrões*. Porto Alegre: Bookman, 696p, 2007.
- [5] S. S. Tanaka. *O poder da tecnologia de workflow e dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem da UML*. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- [6] S. Flint; H. Gardner; C. Boughton. Executable/translatable UML in computing education. *Proceedings of the Sixth Australasian Conference on Computing Education*, v. 30, p. 69-75, 2004.
- [7] L. Kuzniarz; J. Börstler. Teaching modeling – an initial classification of related issues. *Proceedings of the 7th Educators' Symposium @ Models 2011: Software Modeling in Education*, v. 52, 2011.
- [8] P. Bera. Analyzing the cognitive difficulties for developing and using UML class diagrams for domain understanding. *Journal of Database Management*, v. 23, n. 3, p. 1-29, 2012.
- [9] S. Paiva; A. Medeiros. ESCollab: uma metodologia colaborativa voltada para o ensino de engenharia de software. *Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE*, Aracaju, 2011.
- [10] G. T. A. Guedes. *UML 2: uma abordagem prática*. São Paulo: Novatec Editora, 484p, 2011.
- [11] J. P. Laroza; R. D. Seabra. REA-UML: recurso educacional aberto para ensino da UML. *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE*, Maceió, 2015.
- [12] A. C. Melo. *Desenvolvendo aplicações com UML 2.2: do conceitual à implementação*. 3 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 320p, 2010.
- [13] B. Santana; C. Rossini; N. L. Pretto. Recursos educacionais abertos: práticas colaborativas e políticas públicas. *Revista Teias*, v. 13, n. 30, p.391-412, 2012.
- [14] A. I. Santos. Recursos educacionais abertos no Brasil: o estado da arte, desafios e perspectivas para o desenvolvimento e inovação. 1 ed. São Paulo: CETICbr, 2013.
- [15] I. Grützner; C. Bunse. Teaching object-oriented design with UML – a blended learning approach. *Proceedings of 16th European Conference on Object-Oriented Programming – ECOOP 2002*, Spain, 2002.
- [16] C. E. Silva et al. Ensinando diagramas UML para estudantes cegos. *Anais do XVIII CIESC–XXXVI CLEI*, Assunção, 2010.
- [17] L. Luque et al. Are you seeing this? What is available and how can we include blind students in virtual UML learning activities. *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE*, Dourados, 2014.
- [18] C. S. C. Rodrigues. *Visar3D – uma abordagem baseada em tecnologias emergentes 3D para o apoio à compreensão de modelos UML*. 166f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e

- Computação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- [19] M. C. Cera; M. H. D. Forno; V. G. Vieira. Uma proposta para o ensino de engenharia de software a partir da resolução de problemas. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 20, n. 3, p. 116-132, 2012.
- [20] C. Kirner. A educação permeando a tecnologia em aplicações educacionais abertas baseadas em hipermídia e realidade aumentada. *Revista Contemporaneidade, Educação e Tecnologia*, v. 1, n. 3, p. 76-87, 2013.
- [21] A. S. S. D. Silva. *Uso de recurso educacional com mídias interativas e integradas on-line em ensino e aprendizagem*. 120f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.
- [22] R. D. Seabra; V. P. Romano; N. Oliveira. Uma abordagem no ensino de variação linguística em uma aplicação educacional aberta baseada em hipermídia. *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE*, Dourados, 2014.
- [23] F. M. C. Torres. *Trabalho colaborativo baseado em recursos educacionais abertos: uma experiência no ensino de ciências*. 121f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014.