

Aprendizagem de Modelagem de Sistemas com UML: Concepção de uma Arquitetura Pedagógica

Romualdo Azevedo, Alberto Castro, Bruno Gadelha

¹Instituto de Computação – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
69.080 – 900 – Manaus – AM – Brasil

{romualdo.costa, alberto, bruno}@icomp.ufam.edu.br

***Abstract.** The difficulty of learning to model systems with diagrams Unified Modeling Language (UML) has been a major factor for many studies. Study results expose from the most common mistakes in learning these models and new ways to approach the modeling in a way that is more appealing to students. In this context, this work presents a phase of creation of a Pedagogical Architecture that uses the active methodology of Peer Review, used during the teaching-learning process of modeling systems with UML. Therefore, there was a diagnostic evaluation of the problem followed by a case study, observing the adoption of the active Peer Review methodology during the system modeling activity in undergraduate classrooms.*

***Resumo.** A dificuldade de aprender modelagem de sistemas com diagramas Unified Modeling Language (UML) tem sido fator preponderante para diversos estudos. Os resultados dos estudos expõem desde os erros mais comuns durante o aprendizado desses modelos a novas maneiras de conduzir a abordagem de modelagem por meio de uma forma mais atrativa aos alunos. Neste contexto, este trabalho apresenta a fase de concepção de uma Arquitetura Pedagógica que se baseia na metodologia ativa de Revisão por Pares, a ser utilizada durante o processo de ensino-aprendizado de modelagem de sistemas com UML. Para tanto, houve uma avaliação diagnóstica do problema seguida de um estudo de caso observando a adoção da metodologia ativa de Revisão por Pares durante a atividade de modelagem de sistemas em salas de aulas de graduação.*

1. Introdução

Modelar sistemas é uma competência requerida por engenheiros de software no exercício de sua profissão que consiste em representar as especificações de um sistema real por meio de diagramas, possibilitando a compreensão das funcionalidades e comportamentos do software antes de implementá-lo [Fowler 2014]. No entanto, a atividade de modelagem de sistemas não é trivial. Os alunos dos cursos de Engenharia de Software enfrentam muitas dificuldades durante o processo de aprendizagem e frequentemente demonstram inabilidades ao não compreenderem a sintaxe e a semântica dos diagramas [Ma 2017].

A modelagem e o desenvolvimento de sistemas são atividades inerentemente colaborativas. Assim, a necessidade de desenvolver a habilidade de trabalho em grupo nos alunos é fundamental. Desta forma, a interação entre pessoas possibilita que os membros do grupo de estudo identifiquem inconsistências e falhas em seu raciocínio ao se depararem com outros pontos de vistas e entendimentos [Quarto et al. 2017]. Esse é o contexto

ideal para a adoção de técnicas de aprendizagem colaborativa, onde os participantes são designados a uma forma de diálogo, onde discutir e maximizar habilidades de críticas e autocríticas contemplam o objetivo da metodologia [Correa 2003].

Neste cenário, técnicas de aprendizagem colaborativa podem ser implementadas para auxiliar na interação dos alunos durante o aprendizado de modelagem de sistemas, possibilitando a melhoria de seu desempenho em relação ao seu aprendizado. A Revisão por Pares é uma dessas técnicas, com ela os alunos trabalham em pares, conversando e descrevendo ideias sobre o trabalho individualmente [Peixoto 2016].

Diante dessas novas formas de ensino-aprendizagem que vêm emergindo ao longo dos anos [KERCKHOVE 2003], diversas pesquisas vêm abordando temas referentes às dificuldades dos alunos durante o processo de ensino-aprendizado de modelagem de software [Jucá 2011] e [Laroza and Seabra 2015]. Portanto, este trabalho tem como objetivo apresentar a concepção de uma Arquitetura Pedagógica (AP) que utiliza a Revisão por Pares de modo a auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de modelagem com UML.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os Trabalhos Relacionados, na Seção 3 é apresentada a Metodologia utilizada na pesquisa; já na seção 4, apresenta-se a Concepção da Arquitetura e na seção 5 apresenta-se a Arquitetura Pedagógica, enquanto, na seção 6, consta a Conclusão.

2. Trabalhos Relacionados

Em [Baghaei et al. 2005] os autores desenvolveram o *Collaborative UML*, um tutor inteligente, que propõe um sistema de aprendizagem colaborativa com suporte tecnológico usando a abordagem *Constrain-Based Modeling* (CMB). A técnica CBM foi utilizada para modelar o conhecimento do aluno/grupo e representar o conhecimento do domínio como um conjunto de restrições de sintaxe e semântica. O sistema foi avaliado em uma sala de aula real e os resultados mostram que o desempenho dos alunos melhorou [Baghaei and Mitrovic 2006].

Enquanto em [Marques et al. 2016] os autores desenvolveram uma pesquisa visando contribuir com oportunidades de promover a aprendizagem de programação, baseadas em diferentes soluções e a partir da interação e colaboração entre os alunos, no trabalho os autores apresentam a concepção de um ambiente, baseado em APs, chamado ambiente de aprendizagem de programação. Na pesquisa os autores buscaram contribuições que impactam diretamente na aprendizagem de programação, processos de aprendizagem e educação.

Já [do Espírito Santo and de Menezes 2016] tiveram como foco o cenário oferecido pelas tecnologias digitais que favorecem a realização de atividades à distância e à adoção de práticas pedagógicas ativas, dentro do paradigma cooperativo. De forma geral, o trabalho deles teve como objetivo apresentar o Construtor de Aventuras Pedagógicas Digitais (CAPeD), um ambiente na internet em fase final de implementação, na forma de um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE). Com isso, é possível que professores, alunos (do ensino fundamental e médio) e outros interessados que não saibam programar possam construir e participar de jogos digitais envolvendo aventuras pedagógicas.

Diferente dos trabalhos de [Baghaei et al. 2005], [Marques et al. 2016] e [do Espírito Santo and de Menezes 2016], o foco da presente pesquisa é apresentar a fase

de concepção de uma AP que possa implicar em mudanças positivas durante o ensino-aprendizado de modelagem de sistemas, utilizando a Revisão por Pares como elemento facilitador.

3. Metodologia

De forma a alcançar o objetivo, a metodologia deste trabalho contemplou três passos para conceber a AP, a saber: (i) avaliação diagnóstica, para revisar a literatura e compreender o problema sobre a dificuldade durante o aprendizado de modelagem de sistemas, além de situar a arquitetura diante de conceitos pedagógicos e epistemológicos; (ii) estudo de caso, para averiguar que necessidades teriam que ser aplicadas durante a concepção dos elementos da AP e saber se os mesmos eram factíveis; e (iii) conceituação dos elementos da AP, que é um desenho da arquitetura para futuros testes e avaliação da mesma, o protocolo desta pesquisa está sumarizado na Figura 1:

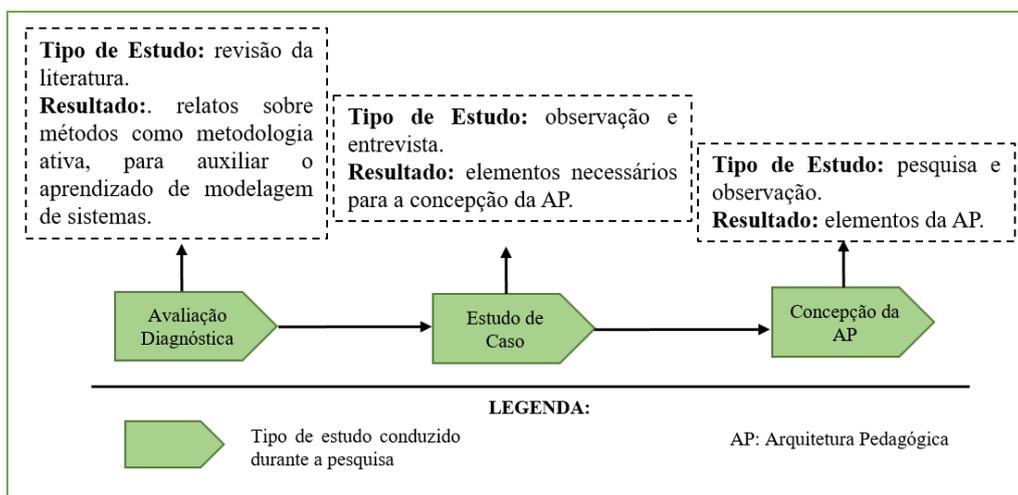


Figura 1. Protocolo de pesquisa utilizado.

Avaliação Diagnóstica: realizada para elencar os conceitos necessários desta pesquisa, buscando abordagens sobre o problema e fornecendo uma estrutura conceitual para o desenvolvimento do estudo, bem como a situação da AP no entorno de modelos pedagógicos e epistemológicos.

Estudo de Caso: realizado com o objetivo de verificar a adequação da Revisão por Pares na aprendizagem de modelagem de sistemas, verificando se a abordagem de uma arquitetura neste contexto é factível e obtendo experiência prática para então definir os elementos da AP. Este estudo aconteceu em duas etapas, a saber: (a) Análise em sala de aula: referente à observação da abordagem de modelagem com UML utilizando a Revisão por Pares em sala de aula, sem auxílio tecnológico; e (b) Análise utilizando o Moodle: referente à aplicação da Revisão por Pares utilizando o recurso “Laboratório de Avaliação” que consiste na Revisão por Pares disponibilizada na plataforma do Moodle.

Conceituação dos Elementos da AP: nesta fase foram elencados os elementos da AP para o ensino-aprendizado de modelagem de sistemas.

4. Concepção da Arquitetura Pedagógica

Esta seção contém a avaliação diagnóstica sobre o problema, de modo a situar a pesquisa ao problema de aprendizado de modelagem de sistemas e aos modelos pedagógicos e epistemológicos dispostos na literatura. Ainda nesta seção apresenta-se o relato do estudo de caso, que teve como objetivo verificar se a técnica de Revisão por Pares era satisfatória durante o aprendizado de diagramas UML. É importante ressaltar que a Revisão por Pares aplicada neste estudo trata-se de uma estratégia pedagógica onde alunos interagem entre si e o professor atua como mediador da aprendizagem.

4.1. Avaliação Diagnóstica

Durante a avaliação diagnóstica foi realizada uma busca na literatura sobre as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de modelagem de sistemas. A mesma aponta a existência de diferentes tipos de erros durante o processo, ao longo dos anos, como: relação, identificação, abstração, dependência, interpretação, confusão, redundância, inconsistência, abstração e omissão [Pow-Sang 2003].

[Sien 2011] identificou fatos de que os alunos tinham dificuldades em reconhecer os conceitos relacionados com o problema de domínio, onde a maioria não conseguiu produzir diagramas de classes com todas as classes esperadas ou colocavam nomes das classes inapropriados ou as associações estavam inadequadas ou ausentes, e ainda não compreendiam as relações entre as várias estruturas e diagramas UML, pois dentro do estudo, eles foram incapazes de conectar adequadamente diagramas de classe e sequência. Portanto, evidenciou-se que os alunos de graduação têm alguns problemas com a abstração de conceitos para representar através da modelagem.

Já [Leung and Bolloju 2005] conseguiu identificar os erros mais frequentes em diagramas de classes como os: sintáticos, semânticos, pragmáticos. Com essa identificação é possível que na maioria das vezes, sejam encontrados erros de: cardinalidade, redundâncias de atributos, falta de operações ou hierarquias. Os autores apresentam contribuição significativa para o ensino análise de sistemas ou para profissionais na área haja vista que a análise dos erros cometidos frequentemente pode servir de base para o aprendizado de modelagem de sistemas.

Dentre os aspectos da aprendizagem de UML destacam-se: (i) o tempo investido a elaboração de um diagrama é importante para a condução do processo de aprendizagem. [Teles 2017], [Laitenberger et al. 2000]; e (ii) a boa modelagem é primordial para a averiguação de necessidades ou resolução de defeitos na fase inicial do desenvolvimento de software [Kalinowski 2008]. Diante da averiguação das dificuldades e da importância de aprender modelar sistemas, foram verificados quais os modelos utilizados atualmente para conduzir o aprendizado de modelagem de software.

No geral, existem três tipos de pedagogia sendo a diretiva, a não-diretiva e a relacional ou construtivista [Becker 1994]. A relacional é o modelo adotado para a elaboração da AP deste trabalho. Diferente da diretiva, onde o professor é centro absoluto do conhecimento, a relacional permite que os alunos construam a cada dia a sua discência, ensinando novas habilidades aos seus colegas e ao professor. Com a pedagogia relacional o aluno aprende por meio de estabelecimentos de relações entre os conceitos pela realização de processos ativos. Este modelo é o mais indicado para se trabalhar em sala de aula, pois tem por objetivo a relação, a interatividade, a participação e o trabalho em

conjunto. Defendida por diversos autores, como base em diversas experiências positivas como [Pinto et al. 2011] e [de Oliveira 2018], nesta pedagogia acredita-se que professor e aluno possam contribuir com o aprendizado.

Para o modelo pedagógico em questão existe um compartilhamento de conhecimento entre professor (sujeito) e aluno (objeto). Com isso, seria possível representar o modelo epistemológico como: "sujeito ora é objeto" e "objeto ora é sujeito". Dado o exposto, o construtivismo é a base para a pedagogia relacional onde professor e aluno têm papéis de aprender e ensinar.

4.2. Estudo de Caso

O estudo de caso ocorreu em disciplinas do curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Amazonas. As disciplinas eram Fundamentos de Engenharia de Software (FES) e Engenharia de Requisitos e Análise de Sistemas (ERAS). As disciplinas eram do primeiro e quinto período da graduação, respectivamente, e foram acompanhadas de modo a observar eventuais necessidades durante a abordagem de modelagem com UML. Nas disciplinas em questão foi aplicada a técnica de Revisão por Pares em sala de aula e à distância com mediação do *Moodle*. A técnica foi aplicada utilizando os diagramas de casos de uso e classes selecionados por representarem as visões mais comuns da UML, a visão funcional (diagrama de casos de uso) e a visão estrutural (diagrama de classes) [Silva et al. 2018].

No início da pesquisa um termo de consentimento livre e esclarecido foi disponibilizado aos participantes pelos pesquisadores que explicaram aos estudantes que eles poderiam não disponibilizar seus dados para o estudo apesar de realizar a atividade. Todos os estudantes presentes nas duas turmas assinaram o termo. A partir de então, foram observadas as formas de abordagem dos diagramas por parte do professor da disciplina, verificando quais seus objetivos com as aulas, e como os alunos se portavam diante de temas abstratos. Durante a elaboração dos diagramas de casos de uso e classes os alunos utilizaram a Revisão por Pares como ferramental para auxiliá-los durante o aprendizado, desenvolvendo capacidades de críticas e autocríticas.

Em FES, os alunos participaram realizando Revisão por Pares em diagramas de casos de uso em sala de aula. Como os alunos não tinham experiência no assunto, foi utilizado como *peer review information* um *checklist* com os erros mais comuns nesse tipo de diagrama para auxiliá-los na revisão. Já em ERAS, ofertada ao quinto período, 11 alunos participaram da revisão por pares utilizando atividades referentes ao diagrama de casos de uso em sala de aula; 9 alunos participaram da aplicação da revisão por pares em atividades envolvendo o diagrama de classes; e 13 alunos participaram utilizando o recurso "Laboratório de Avaliação" que consiste na ferramenta de Revisão por Pares disponibilizada no ambiente *Moodle*.

A análise em ambiente real ou análise em sala de aula foi realizada em duas turmas. Um dos pesquisadores explicou como funcionava a elicitação de requisitos para uma AP e que a mesma utilizaria a técnica de Revisão por Pares como ferramental para definição de seu suporte tecnológico. Desta forma, houve uma abordagem sobre Revisão por Pares por parte dos pesquisadores, descrevendo a técnica e tirando dúvidas sobre seu funcionamento e em seguida houve a aplicação nas duas turmas. Os alunos dispuseram de 15 minutos para elaborar o diagrama e 10 minutos para realizar a revisão no diagrama

dos colegas. De posse dos comentários realizados pelos colegas, os alunos dispuseram de mais 15 minutos para realizar as correções sugeridas. Apesar do nível dos alunos serem diferentes o enunciado utilizado para a pesquisa foi o mesmo nas duas turmas. Tratava-se da elaboração de um diagrama de casos de uso de acordo com uma pequena descrição de um cenário.

Como na turma de FES os alunos não tinham conhecimento sobre diagramas da UML, os pesquisadores decidiram que eles participassem de apenas uma das rodadas de Revisão por Pares. Os alunos da turma de ERAS participaram da Revisão por Pares em casos de uso em duas rodadas, na primeira utilizando um *checklist* como *peer review information* e na segunda sem o *checklist* uma vez que tinham conhecimento prévio necessário por já estarem no quinto período e familiarizados com o diagrama. Os passos de aplicação da técnica foram os mesmos para os dois diagramas. No entanto, o tempo para resolução foi maior para o diagrama de classes pois o professor da disciplina o considerava mais trabalhoso.

Após as rodadas de Revisão por Pares, os alunos foram entrevistados. Esta entrevista objetivou explicitar o ponto de vista dos próprios alunos acerca da estratégia de aprendizagem de modelagem com UML adotada. Como vantagens da estratégia adotada, os alunos relataram que a técnica os estimulou a pensar sobre o problema a ser resolvido e que contribuiu para a aprendizagem sobre os diagramas modelados. Os alunos, porém, continuavam com dúvidas acerca da concepção dos modelos [Costa et al. 2019]. A razão disso é que a técnica realmente não ensina como desenvolver os modelos, mas sim incentiva a colaboração dos alunos perante o aprendizado [Barkley et al. 2014].

A maioria dos alunos relatou que seguir as diretrizes da técnica foi fácil, se divertiram durante a utilização da técnica e o uso da técnica mostrou-se adequado para a utilização nesta disciplina. Conclui-se que a Revisão por Pares é uma estratégia adequada para ser utilizada durante o aprendizado de modelagem de sistemas já que possibilita aos alunos uma nova forma de desenvolver soluções e aprender a fazer críticas e autocríticas. Desta forma, buscou-se ferramental para a definição do suporte tecnológico da arquitetura. O estudo de caso buscou verificar como o componente de Revisão por Pares do *Moodle* funcionava, pois um dos elementos da AP é o suporte tecnológico. Neste caso, foi estudado o *Moodle*, de forma a obter ideias para definir o suporte tecnológico a ser utilizado nesta AP, no aprendizado de diagramas UML.

As etapas de aplicação da técnica no *Moodle* foram as mesmas cumpridas na sala de aula. No entanto apenas a turma de ERAS, do quinto período, participou. Os alunos deveriam submeter seus diagramas de casos de uso no *Moodle* e em seguida os alunos revisavam os diagramas da UML de seus colegas. Para esta etapa cada aluno deveria avaliar dois diagramas de outros dois colegas. E, por fim, adaptavam seus diagramas de acordo com as observações feitas pelos revisores. No total houve 13 submissões de diagramas. Com a aplicação da técnica foi possível observar algumas limitações existentes no componente atual como, por exemplo, não poder fazer anotações no próprio diagrama e não poder enviar a versão corrigida como versão final [Costa et al. 2019]. Porém, verificou-se que o mesmo pode ser utilizado como suporte tecnológico para a arquitetura proposta.

5. Arquitetura Pedagógica

Contrapondo os métodos tradicionais de ensino, a AP elaborada neste trabalho baseia-se na pedagogia relacional e seu pressuposto epistemológico [Samá and Porciúncula 2017]. Tendo como objetivo um trabalho em conjunto, no qual a construção do conhecimento se dá por meio da reflexão. Para diversos autores como [Becker 1994] o professor construirá, a cada dia, a sua docência, dinamizando seu processo de aprender e os alunos construirão, a cada dia, a sua discência, ensinando aos colegas e ao professor novas coisas.

Neste contexto, a evolução crítica de docentes e discentes imersos na pedagogia relacional adotada neste trabalho está relacionada com a aplicação da técnica de aprendizagem colaborativa Revisão por Pares. Este tipo de técnica desperta nos alunos, como relatado no estudo de caso, a capacidade de crítica dos mesmos, fazendo com que pesquisem para sanar dúvidas e então atuem como avaliadores dos diagramas dos colegas. Os elementos desta AP foram situados em conceitos de autores como [Jófilí 2002], [Berger 1992] e [de Menezes et al. 2013] e também nas experiências adquiridas na avaliação diagnóstica e no estudo de caso, onde foi aplicada a Revisão por Pares em sala de aula. Diante disso, apresentam-se os elementos da AP deste trabalho:

(i) Domínio de Conhecimento: processo de ensino/aprendizagem de modelagem de software através da adoção de técnicas de aprendizagem colaborativa como, por exemplo, a Revisão por Pares. Os professores devem ter capacidade de mediação da aprendizagem para auxiliar no desenvolvimento da capacidade de crítica e autocrítica dos seus alunos, enquanto os alunos devem ter interesse em modelagem de sistemas além de saber a importância de desenvolver suas habilidades de pesquisa para adquirir autonomia e originalidade em suas tarefas.

(ii) Objetivos Educacionais: desenvolver nos alunos a capacidade de pensamento abstrato, de realizar e lidar com críticas em seu trabalho e de desenvolver estruturas técnicas para a realização de atividades relacionadas ao desenvolvimento de software como a modelagem de sistemas utilizando UML. Dotar o professor de ferramentas pedagógicas e tecnológicas para a utilização de técnicas de aprendizagem colaborativa durante o processo de ensino/aprendizagem de modelagem de sistemas.

(iii) Conhecimento Prévio: é necessário que os alunos tenham conhecimentos fundamentais de engenharia de software como os de processo e desenvolvimento de sistemas e suas metodologias. Tal conhecimento se faz necessário para que os alunos consigam verificar o momento ideal, durante o desenvolvimento de software, para o uso de cada modelo da UML aprendido durante o curso.

(iv) Dinâmicas Interacionista-Problematizadoras: será utilizado um intercâmbio social. Diante disto, suas capacidades cognitivas tendem a ser expandidas, as relações uns com os outros tendem a tornar-se mais estruturadas e mais estáveis, tornando-se colaborativas.

(v) Mediações Pedagógicas Distribuídas: a cada novo tipo de diagrama UML abordado em sala de aula pelo professor será sugerida uma atividade de modelagem sobre o mesmo. Com isso, haverá pelo menos uma rodada de Revisão por Pares sobre a atividade de modelagem do diagrama entre os alunos.

(vi) Avaliação Processual e Cooperativa das Aprendizagens: diante da peda-

gogia relacional, a avaliação será por meio de catalogação das cooperações, partindo de registros sobre a atuação dos alunos e revisores dos diagramas. Portanto, a forma de avaliação e a aprendizagem nesta técnica se dá pelos seguintes fatores: (a) Aumento da capacidade de crítica dos alunos enquanto revisores dos diagramas dos colegas; e (b) Uso da técnica de Aprendizagem Colaborativa de Revisão por Pares. Assim, a forma de avaliação de um aluno participante da aplicação desta AP está atrelada bem mais a perceber à evolução da capacidade de crítica do mesmo em relação dos diagramas dos colegas do que na elaboração de modelos corretos. Isto se dá com a capacidade de crítica aumentada, acredita-se que automaticamente os alunos irão elaborar melhores Modelos de Sistemas.

(vii) **Suporte Tecnológico Envolvido:** o suporte tecnológico a ser utilizado nesta arquitetura é uma ferramenta que media a Revisão por Pares. Para esta arquitetura sugere-se a utilização do laboratório do *Moodle*. A Figura 2 apresenta a visão da configuração de uma atividade no *Moodle*:

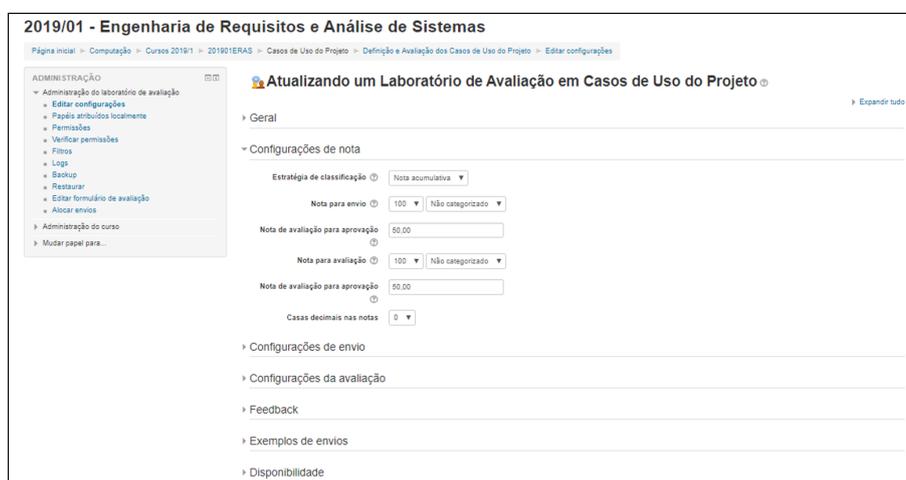


Figura 2. Laboratório de Avaliação do Moodle

Nesta tela o professor poderá configurar notas, envios e formas de avaliações disponíveis aos alunos. Por exemplo, configurar que as notas das atividades serão entre 100 (cem) e 0 (zero), configurar as datas dos envios e ainda como os revisores deverão atuar, se utilizando *checklists* ou manuais pré-estabelecidos.

6. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo elaborar uma AP para o ensino de modelagem de sistemas. Para tanto, foi necessário verificar a viabilidade da técnica de Revisão por Pares durante o aprendizado de modelagem de sistemas com UML. Nesse sentido, a técnica foi aplicada em três rodadas nas disciplinas do curso de Engenharia de Software e os participantes responderam a um questionário sobre a sua experiência. Apesar de alguns alunos relatarem que preferem outros métodos de ensino, bem mais parecidos com as pedagogias tradicionais, outros responderam que a técnica foi eficiente durante a aprendizagem e contribuiu para melhor compreensão do tema em estudo.

Com a experiência prática sobre a técnica, foi possível elicitar os requisitos para a concepção da AP elaborada neste trabalho para ser utilizada durante o aprendizado

de diagramas UML. Então, foi possível conceber um esboço da AP em questão. Como trabalhos futuros é possível conceber uma ferramenta que realize a Revisão por Pares de diagramas com UML para atuar no elemento de suporte tecnológico desta AP, bem como utilizar em cenário real a AP elaborada nesta pesquisa, atuando de forma distinta da pedagogia diretiva, verificando sua adequação considerando pontos de vista tanto dos alunos quanto dos professores de disciplinas de modelagem de software.

Referências

- Baghaei, N. and Mitrovic, A. (2006). A constraint-based collaborative environment for learning uml class diagrams. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, pages 176–186. Springer.
- Baghaei, N., Mitrovic, A., and Irwin, W. (2005). A constraint-based tutor for learning object-oriented analysis and design using uml. In *ICCE*, volume 2005, pages 11–18.
- Barkley, E. F., Cross, K. P., and Major, C. H. (2014). *Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty*. John Wiley & Sons.
- Becker, F. (1994). Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação e realidade*, 19(1):89–96.
- Berger, G. (1992). A investigação em educação: modelos sócio-epistemológicos e inserção institucional. *Revista de Psicologia e de Ciências da Educação*, 3(4):23–36.
- Correa, L. M. Z. (2003). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal y en red. *Contexto Educativo*, 28:1–citation.lastpage.
- Costa, R., Chourio, P., Castro, A., and Gadelha, B. (2019). Revisão por pares na aprendizagem de modelagem de sistemas: concepção de uma ferramenta de suporte. In *SBIE 2019 - Trilha 5* ().
- de Menezes, C. S., Aragón, R., Ziede, M. L., and Charczuk, S. B. (2013). Arquiteturas pedagógicas para a aprendizagem em rede no contexto do seminário integrador. *RENTE*, 11(2).
- de Oliveira, L. J. D. G. (2018). O modelo pedagógico relacional no ensino de ciências por investigação. *Simpósio Tecnologias e Educação a Distância no Ensino Superior*, 1(1).
- do Espírito Santo, D. and de Menezes, C. (2016). Um ambiente para autoria e realização de aventuras pedagógicas digitais. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 588.
- Fowler, M. (2014). *UML Essencial: um breve guia para linguagem padrão*. Bookman editora.
- Jófli, Z. (2002). Piaget, vygotsky, freire e a construção do conhecimento na escola. *Educação: teorias e práticas*, 2(2):191–208.
- Jucá, S. C. S. (2011). A relevância dos softwares educativos na educação profissional. *Ciências & Cognição*, 8.
- Kalinowski, M. (2008). Introdução à inspeção de software. *Revista Engenharia de Software: Qualidade de software*, 1.

- KERCKHOVE, D. d. (2003). A arquitetura da inteligência: interfaces do corpo, da mente e do mundo. *Arte e vida no século XXI-tecnologia, ciência e criatividade*, Edited by D. Domingues. São Paulo: Editora UNESP, pages 15–26.
- Laitenberger, O., Atkinson, C., Schlich, M., and El Emam, K. (2000). An experimental comparison of reading techniques for defect detection in uml design documents. *Journal of Systems and Software*, 53(2):183–204.
- Laroza, J. and Seabra, R. (2015). Rea-uml: Recurso educacional aberto para ensino da uml. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 11.
- Leung, F. and Bolloju, N. (2005). Analyzing the quality of domain models developed by novice systems analysts. In *Proceedings of the 38th annual Hawaii international conference on system sciences*, pages 188b–188b. IEEE.
- Ma, Z. (2017). An approach to improve the quality of object-oriented models from novice modelers through project practice. *Frontiers of Computer Science*, 11(3):485–498.
- Marques, G., Almeida, R., Junior, R. M., and Tavares, O. (2016). Ambiente para aprendizagem de programação fundamentado em arquiteturas pedagógicas. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 1275.
- Peixoto, A. G. (2016). O uso de metodologias ativas como ferramenta de potencialização da aprendizagem de diagramas de caso de uso. *Outras Palavras*, 12(2).
- Pinto, S. S., Silva, M. M. P. d., and Silva, J. A. d. (2011). Modelo pedagógico relacional na educação estatística.
- Pow-Sang, J. (2003). La especificación de requisitos con casos de uso: buenas y malas prácticas. In *II Simposio Internacional de Sistemas de Información e Ingeniería de Software en la Sociedad del Conocimiento-SISOFT*. Retrieved from.
- Quarto, C. C., Bercht, M., Nascimento, E., Veras, N., de Sousa Moraes, D., Busson, A., and Silva, F. (2017). Hermes: Um sistema de apoio à formação de grupos em ambientes de aprendizagem colaborativa. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 1697.
- Samá, S. and Porciúncula, M. (2017). Percepção dos estudantes em relação ao ensino de estatística fundamentado no modelo pedagógico relacional. *Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional*, 10(1).
- Sien, V. Y. (2011). An investigation of difficulties experienced by students developing unified modelling language (uml) class and sequence diagrams. *Computer Science Education*, 21(4):317–342.
- Silva, W., Gadelha, B., Steinmacher, I., and Conte, T. (2018). What are the differences between group and individual modeling when learning uml? In *Proceedings of the XXXII Brazilian Symposium on Software Engineering*, pages 308–317. ACM.
- Teles, V. M. (2017). *Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. Novatec Editora.