



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII - GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

IGOR LIMA XAVIER

**UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM SOB A PERSPECTIVA DA
TAXONOMIA REVISADA DE BLOOM**

**PATOS - PB
2021**

IGOR LIMA XAVIER

**UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM SOB A PERSPECTIVA DA
TAXONOMIA REVISADA DE BLOOM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Pablo Roberto Fernandes de Oliveira

**PATOS - PB
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

X3a Xavier, Igor Lima.

Um ambiente virtual de aprendizagem sob a perspectiva da taxonomia revisada de Bloom [manuscrito] / Igor Lima Xavier. - 2021.

50 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2021.

"Orientação : Prof. Me. Pablo Roberto Fernandes de Oliveira, Coordenação do Curso de Computação - CCEA."

1. Ambientes virtuais de aprendizagem. 2. Taxonomia de Bloom. 3. Programação. I. Título

21. ed. CDD 005.3

IGOR LIMA XAVIER

**UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM SOB A PERSPECTIVA DA
TAXONOMIA REVISADA DE BLOOM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 25/05/2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Pablo Roberto Fernandes de Oliveira
(Orientador)



Prof. Pablo Ribeiro Suárez
(Examinador)



Prof. Me. Rômulo Rodrigues de Moraes Bezerra
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio, incentivo e suporte durante a minha trajetória acadêmica, em especial à minha mãe Maria de Fátima de Lima Cabral, ao meu pai Alírio Xavier Cabral e a minha irmã Ellen Lima Xavier.

Ao professor Pablo Roberto Fernandes de Oliveira pela orientação e paciência depositada em mim durante o processo de escrita e desenvolvimento deste trabalho. Obrigado por ter sido sempre prestativo e me motivar a concluir esta tarefa.

Aos meus amigos e colegas que compartilharam comigo essa caminhada, em especial Abmael Bandeira Linhares, Denilo Diniz da Nóbrega e Leandro de Medeiros Rangel. Vocês foram essenciais para que eu pudesse chegar onde estou.

Aos professores da graduação pela dedicação, vivência e ensinamentos passados.

RESUMO

Considera-se importante que exercícios como quizzes possibilitem ao aluno progredir na aprendizagem conforme respondam a diferentes problemas. Organizá-las de forma hierárquica, tornaria a aprendizagem mais efetiva. Além disso, a busca por material educacional e organização desse conteúdo não são tarefas simples por parte do professor. Pensando nisso, esse trabalho apresenta o desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), o ProGame, que organiza questões de forma hierárquica, considerando a teoria da taxonomia de Bloom, no seu domínio cognitivo. O ambiente foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar o professor na organização do conteúdo, reutilização de questões já cadastradas e diagnóstico dos alunos. Por meio de um estudo bibliográfico foi possível adequar a utilização da taxonomia na elaboração de questões, considerando os verbos de cada nível sugeridos pela referida taxonomia Revisada de Bloom. Posteriormente o ProGame foi desenvolvido tendo como principal teoria de aprendizagem a taxonomia de Bloom. Para avaliar a referida ferramenta, considerou-se a sua utilização por alunos e professor de um curso de Computação. Foram cadastradas questões para que fossem reaproveitadas pelos professores e também novas turmas e questões foram adicionadas pelos participantes. A partir dessa utilização foi possível observar que o ProGame auxiliou na correta classificação das questões de programação, considerando a taxonomia de Bloom e também a classificação e desempenho dos alunos na resolução dos quizzes.

Palavras-Chave: Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Taxonomia de Bloom. Programação.

ABSTRACT

It is considered important that exercises such as quizzes allow the student to progress in learning as they respond to different problems. Organizing them hierarchically would make learning more effective. In addition, the search for educational material and organization of this content are not simple tasks on the part of the teacher. With this in mind, this work presents the development of a Virtual Learning Environment, the ProGame, which organizes questions in a hierarchical way, considering Bloom's taxonomy theory, in its cognitive domain. The environment was developed with the objective of assisting the teacher in organizing the content, reusing questions already registered and diagnosing the students. Through a bibliographic study, it was possible to adapt the use of taxonomy in the elaboration of questions, considering the verbs of each level suggested by the aforementioned Revised taxonomy of Bloom. Later, ProGame was developed with Bloom's taxonomy as its main learning theory. To evaluate the referred tool, it was considered its use by students and professors of a Computing course. Questions were registered to be reused by teachers and also new classes and questions were added by the participants. From this use it was possible to observe that ProGame helped in the correct classification of programming questions, considering Bloom's taxonomy and also the classification and performance of students in solving quizzes.

Keywords: Virtual Learning Environments. Bloom's Taxonomy. Programming.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Problema	8
1.2 Proposta de Solução	9
1.3 Justificativa	10
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo geral	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 Metodologia	11
1.6 Organização do trabalho	13
2 CONCEITOS E TRABALHOS RELACIONADOS	14
2.1 Taxonomia de Bloom	14
2.2 Ambientes Virtuais de Aprendizagem	17
2.3 Trabalhos relacionados	18
3 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO	19
3.1 Arquitetura	19
3.2 Funcionalidades	20
3.3 Diagramas	22
3.3.1 Diagramas de Casos de Uso	22
3.3.2 Diagramas de Classes	23
3.3.3 Diagramas de Sequência	26
3.3.4 Diagramas de Atividades	28
3.4 Interface Gráfica das principais funcionalidades	30
4 ESTUDO DE CASO	37
4.1 Dados de utilização	37
4.2 Resultados	37
4.2.1 Percentual de acertos por módulo	38
4.2.2 Estatística para o professor	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
5.1 Sumário de pesquisa	45
5.2 Limitações	46
5.3 Principais contribuições	46
5.4 Trabalhos futuros	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Disciplinas de programação são o alicerce para a maioria das outras disciplinas de cursos da área da computação. Apesar disso, elas tendem a ter um nível de reprovação superior às demais. Para Valaski e Paraiso (2012, *apud* HOED, 2016), vários alunos têm seu primeiro contato com a programação em disciplinas como estas e a necessidade de aprender raciocínio lógico juntamente com uma sintaxe característica da linguagem é algo difícil.

Segundo De Castro et al. (2003), o ensino de programação não é uma missão fácil porque a tarefa de programar também não é. Diante disto, universidades têm procurado alternativas para tentar diminuir o índice de evasão em cursos como Ciência da Computação e Engenharia da Computação.

Existe certa expectativa que as disciplinas de programação devem ser ministradas com conteúdos teóricos e práticos, mais dinâmicos que as demais. Todavia, isso é muitas vezes difícil de alcançar, devido a grande quantidade de alunos nas turmas e poucas ferramentas com feedback qualitativo, ou seja o professor é peça chave no processo de ensino e aprendizagem e seu feedback tem importante impacto na evolução do aluno (OLIVEIRA, 2018a).

Ferrandin e Stephani (2012) declaram que “no ensino de programação, devemos buscar novas formas de ensino, através de ferramentas que auxiliem o aluno a encontrar seu estilo de raciocinar e solucionar problemas”. Contudo, para que isso aconteça, é necessário um grande esforço por parte do docente visto que a busca por conteúdo educacional e sua avaliação não são tarefas simples.

Atualmente, ferramentas de auxílio ao ensino e gerenciamento de turmas, como o Google Sala de Aula (*Google Classroom*)¹ e Edmodo², estão cada vez mais presentes no ambiente acadêmico e através delas é possível atribuir e avaliar tarefas de alunos de forma simples e organizada, facilitando a comunicação entre aluno e professor e também o *feedback* sobre questões e trabalhos. Apesar disso, nota-se que as ferramentas não apresentam um *background* fundamentado em

¹ Site do Google Sala de Aula: <https://classroom.google.com/>

² Site do Edmodo: <https://edmodo.com/>

alguma teoria de aprendizagem, bem como não dispõem de um banco de recursos que possam ser reutilizados pelos professores.

Diante deste contexto, vê-se a oportunidade para a criação de uma ferramenta que auxilia o docente na busca e produção de material educativo de programação para o seu planejamento pedagógico, proporcionando também um *feedback* mais rápido e direcionado a identificar problemas de aprendizagens dos alunos.

Mostra-se viável também a utilização de uma estrutura de organização hierárquica da aprendizagem tal como a taxonomia apresentada por Bloom et al. (1956), um conceito que consiste em mensurar o grau de conhecimento do aprendiz baseado em níveis previamente definidos.

1.1 Problema

O planejamento pedagógico é uma tarefa fundamental para o processo de ensino. Durante o mesmo é possível definir o conteúdo e a metodologia que será posteriormente trabalhada em sala de aula, bem como questões a serem trabalhadas como avaliação contínua da aprendizagem. Porém, de acordo com Ferreira et al. (2015), a busca por recursos educacionais é algo trabalhoso e requer grande esforço por parte do professor, pois existe uma enorme quantidade de conteúdo disponível que estão distribuídos em diversos repositórios.

Dentro das disciplinas de programação, tendo em vista a necessidade de muita prática de programação, cada conteúdo demanda grande quantidade de questões, exercícios e/ou problemas propostos pelo professor. Consequentemente, considerando que as turmas de programação são geralmente numerosas, o esforço empreendido pelo professor na correção e *feedback* de cada resposta torna-se demasiado também. Nem sempre é possível identificar de maneira individualizada as limitações de cada aluno nas resoluções das atividades, essa é uma problemática já apresentada por Salomão e Watanabe (2013) e Alves e Jaques (2014), em seus estudos.

Algumas plataformas utilizam Juízes Online na avaliação de códigos, porém o *feedback* nessas ferramentas sinalizam apenas para o aluno em uma nota se o

mesmo atendeu ao que foi pedido na questão, considerando as entradas dadas pelas ferramentas e a saída oferecida pelo código do aluno. Embora as ferramentas citadas sejam bastante úteis em exercícios de programação, não auxiliam o professor na identificação de problemas de aprendizagem de seus alunos. Bem como os alunos respondem questões aleatórias, sem um direcionamento ou diagnóstico da ferramenta.

Considera-se importante que as questões de programação possibilitem ao aluno progredir na aprendizagem conforme respondam a diferentes problemas. Organizá-las de forma hierárquica, tornaria a aprendizagem mais efetiva.

1.2 Proposta de Solução

À vista do que foi citado anteriormente, a proposta de solução é desenvolver uma ferramenta que possibilite ao professor organizar o conteúdo obedecendo a taxonomia de Bloom, facilitando o processo cadastro e gerenciamento de questões e diagnóstico dos alunos. Desta forma a Taxonomia Revisada de Bloom será utilizada como metodologia de ensino e avaliação, sendo esta a principal teoria aplicada para a seleção de questões que fazem parte do contexto estabelecido pelo professor. A partir dela será possível obter um retorno do aprendizado do aluno e avaliá-lo individualmente com questões adaptadas para cada nível.

O ambiente virtual desenvolvido possibilita ao professor elaborar a sua disciplina e adicionar recursos digitais relacionados a cada conteúdo em forma de feedback.

Questões de avaliação e exercício são o principal meio que o ambiente disponibiliza para permitir o acompanhamento da aprendizagem do aluno, estando estas questões classificadas conforme os objetivos presentes na Taxonomia de Bloom. A classificação das questões permite que o professor perceba, através dos acertos e erros dos alunos, em qual nível cognitivo da Taxonomia de Bloom o aluno se encontra.

1.3 Justificativa

Ferreira et al. (2015) defende que um recurso capaz de interpretar informações cadastradas pelo professor e, através disso, encontrar materiais adequados para o uso de grupos de aprendizes, seria uma alternativa de solução para problemas de aprendizagem.

De Jesus e Raabe (2009) discutem, em seu estudo, o uso desta taxonomia no cenário acadêmico voltado às disciplinas de programação. Nele, os autores indagam como o professor poderia avaliar, de forma precisa, o desempenho de seus alunos em questões de programação, levando em consideração que este desempenho pode ser diretamente resultante de testes demasiadamente fáceis ou difíceis. Com isto em mente, os autores propuseram que a avaliação fosse realizada com base nas classificações delimitadas na Taxonomia Revisada de Bloom, tendo assim, uma referência padrão para avaliar questões de programação.

Isto posto, a relevância deste estudo se dá pela necessidade de desenvolver uma ferramenta que assista o docente no processo de produção de conteúdo didático, facilitando, ao mesmo tempo, a avaliação dos alunos, considerando o domínio cognitivo da Taxonomia Revisada de Bloom.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta que auxilia o docente no processo de avaliação do aluno e facilita a interpretação de questões sob a perspectiva da taxonomia de Bloom.

1.4.2 Objetivos específicos

- Auxiliar o professor de programação no processo de avaliação por meio da reutilização de questões;

- Utilizar a Taxonomia Revisada de Bloom como base para realizar a avaliação dos discentes;
- Desenvolver um ambiente virtual que auxilie o professor no planejamento pedagógico de sua disciplina e compartilhamento de recursos.

1.5 Metodologia

A metodologia a ser utilizada é a *Design Science*, proposta por Hevner et al. (2004), cujo intuito é utilizar a produção de artefatos para resolver problemas. Segundo Hevner et al. (2004), *Design Science* é um processo rigoroso no qual se cria e avalia artefatos e busca solucionar problemas de organização identificados.

Com base neste paradigma, foi definida a Questão Geral de Pesquisa (QGP), e a partir desta, decompõem-se as Questões Secundárias de Pesquisa (QSP).

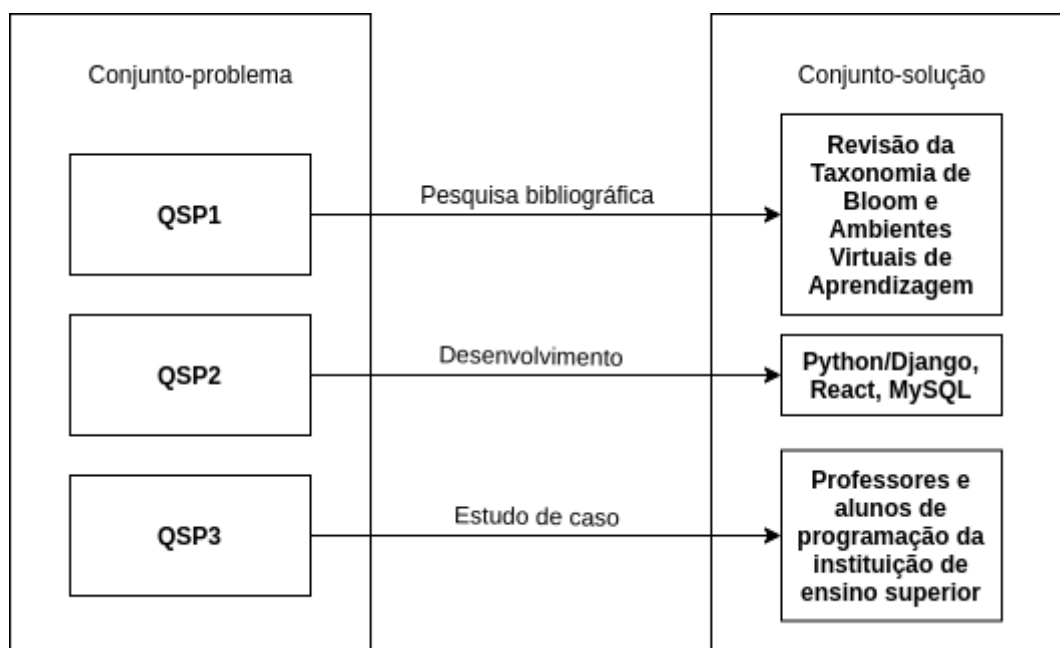
QGP - Como um ambiente virtual de apoio à disciplinas de programação pode proporcionar ao docente novas possibilidades de ensino-aprendizagem?

QSP1 - Como utilizar a Taxonomia de Bloom de maneira a auxiliar a avaliação do discente em um ambiente virtual?

QSP2 - De que modo o sistema poderá classificar os alunos em níveis da Taxonomia de forma consistente?

QSP3 - Como avaliar a ferramenta proposta e analisar a sua utilidade?

Figura 1 - Representação da metodologia de pesquisa baseada no *Design Science*



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 1 é possível identificar um conjunto-problema, onde encontra-se todas as QSP mencionadas anteriormente, bem como um conjunto-solução, que visa responder questões levantadas a partir das seguintes técnicas e recursos:

- **Pesquisa bibliográfica:** Diante dos assuntos e temas abordados neste trabalho, será feita uma revisão bibliográfica a fim de encontrar mais estudos recentes e relacionados a este, bem como sobre os principais conceitos deste estudo.
- **Desenvolvimento:** Para realização desta tarefa será desenvolvido um ambiente virtual de aprendizagem onde alunos poderão ser avaliados e classificados em níveis da Taxonomia através de questionários criados pelo professor.
- **Estudo de caso:** Por fim, será feito com professores e alunos de programação da instituição um estudo de caso, que de acordo com Dooley (2002) é um método de investigação utilizado para, entre outras coisas, desenvolver, produzir e contestar teorias.

1.6 Organização do trabalho

O presente trabalho é organizado em cinco capítulos, contando com o capítulo inicial, no qual foi apresentado a introdução, a problemática, a proposta de solução, a justificativa, os objetivos do estudo e, por fim, a metodologia utilizada. No Capítulo 2 são apresentados os principais conceitos e trabalhos relacionados. No Capítulo 3 são mostrados os aspectos de implementação da ferramenta desenvolvida. No Capítulo 4 é exibido o estudo de caso realizado em uma instituição de ensino superior junto aos seus resultados e dados recolhidos. E, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões deste trabalho, suas limitações, contribuições e sugestões de trabalhos futuros.

2 CONCEITOS E TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo serão abordados os conceitos que fundamentam esta pesquisa, bem como trabalhos relacionados a este. O mesmo está organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 apresenta o conceito de Taxonomia de Bloom; a Seção 2.2 destaca o conceito de Ambientes Virtuais de Aprendizagem; e na Seção 2.3 são exibidos trabalhos similares ao tema apresentado.

2.1 Taxonomia de Bloom

A Taxonomia de Bloom tem como ponto principal classificar objetivos de ordem educacional de forma hierárquica, ela surgiu para tornar fácil o intercâmbio de informações que diz respeito aos desenvolvimento curriculares e os planos de avaliação (LIMA, 2009).

De acordo com Krathwohl (2002), a Taxonomia de Bloom é um sistema de classificação onde são consideradas as seis principais categorias do sistema cognitivo, da mais simples para a mais complexa, onde a mais simples é pré-requisito para a próxima mais complexa. São elas, respectivamente: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação.

Na Tabela 1, é exibido um resumo do domínio cognitivo da taxonomia com seus níveis, desempenhos e suas respectivas amostras de verbos.

Tabela 1 - Resumo do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom

Nível	Desempenho	Amostra de Verbos
Conhecimento	O aluno irá lembrar ou reconhecer idéias aproximadas do que foi aprendido.	cite, identifique, escreva, defina.
Compreensão	O aluno traduz, compreende ou interpreta informações com base no que foi aprendido anteriormente.	ordene, descreva, traduza, ilustre.

Aplicação	O aluno seleciona e usa informações para resolver uma tarefa com um mínimo de supervisão.	use, construa, aplique, desenvolva.
Análise	O aluno consegue diferenciar, classificar e relacionar pressupostos de uma declaração ou questão.	deduza, analise, separe, classifique.
Síntese	O aluno cria, integra e combina novas ideias num produto, plano ou proposta.	elabore hipótese(s), modifique, formule.
Avaliação	O aluno critica ou avalia com base em critérios específicos.	julgue, critique, recomende, argumente.

Fonte: Adaptado de Lima, 2009.

No entanto, apesar de ser a versão mais utilizada, a Taxonomia de Bloom original é frequentemente criticada e vários autores apontam dificuldades em seu uso. Um dos pontos mais contestados é a ordem das categorias análise, síntese e avaliação na hierarquia (FERREIRA, 2019). O que fez com que surgisse uma versão revisada da mesma, e é esta que será utilizada neste trabalho. Abaixo, na Tabela 2 são mostrados seus níveis e verbos (KRATHWOHL, 2002).

Tabela 2 - Níveis da Taxonomia Revisada de Bloom e seus verbos

Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Reconhecer	Interpretar	Praticar	Calcular	Articular	Preferir
Recordar	Exemplificar	Implementar	Organizar	Criticar	Planejar
Enunciar	Reafirmar	Empregar	Atribuir	Julgar	Produzir
Nomear	Sumarizar	Resolver	Debater	Recomendar	Validar
Relatar	Expressar	Demonstrar	Contrastar	Coordenar	Inventar
Escrever	Traduzir	Usar	Separar	Apreciar	Escolher
Apontar	Descrever	Construir	Investigar	Ponderar	Elaborar

					Hipóteses
--	--	--	--	--	-----------

Fonte: Adaptado de Galhardi e Azevedo (2013).

De Jesus e Raabe (2009) apresentam, em seu artigo, exemplos de como os níveis da taxonomia podem ser interpretados e utilizados em testes na programação introdutória. Dentre as várias questões citadas pelos autores, duas podem ser evidenciadas.

A primeira está no nível Aplicar da taxonomia e consiste em um trecho de código no qual é solicitado um valor ao usuário e, após isso, são realizados testes lógicos com o valor informado através de desvios condicionais aninhados. No desvio mais externo ocorre a verificação se o valor é par e no segundo, o aninhado, verifica-se se o valor é positivo. Dentro do desvio condicional mais interno existe um comando que exibe uma mensagem que está omitida, pois o usuário deve informar qual mensagem é a correta para a situação. As alternativas são: **a)** “par e positivo”; **b)** “ímpar e positivo”; **c)** “maior que dois”; e **d)** “positivo ou zero”. Os dois testes lógicos são ilustrados na Figura 2.

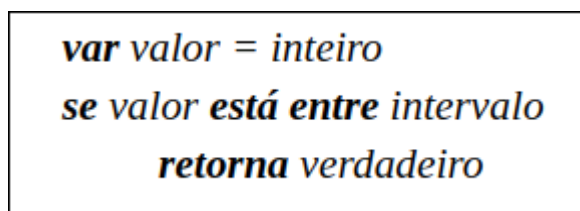
Figura 2 - Desvios condicionais do trecho de código descrito na primeira questão

<p><i>se valor é par</i></p> <p><i>se valor é positivo</i></p> <p><i>imprime mensagem</i></p>

Fonte: Autoria própria.

A segunda questão pertence ao nível Entender, nela os alunos recebem um trecho de código e uma descrição de seu comportamento. O trecho de código analisa se o valor de uma variável numérica está dentro de um certo intervalo através de uma condição não informada. São mostradas ao aluno quatro expressões condicionais que poderiam solucionar o problema apresentado, e cabe a ele apontar a opção correta para que o código funcione de maneira adequada.

Figura 3 - Ilustração da questão número dois



```
var valor = inteiro  
se valor está entre intervalo  
retorna verdadeiro
```

Fonte: Autoria própria.

Desta forma, pode-se observar a aplicação da taxonomia em questões introdutórias de programação e sua efetividade. Conclui-se que os instrumentos de avaliação apresentados possibilitará que outros professores tenham um instrumento padrão para utilizar em seus testes. Dificilmente o instrumento irá se adequar a todas as realidades educacionais, todavia, ainda que isso aconteça, ele pode ser usado como base para a criação de novos instrumentos (DE JESUS; RAABE, 2009).

2.2 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) consiste em uma opção de mídia que está sendo utilizada para mediar o processo ensino-aprendizagem a distância (PEREIRA; SCHMITT, 2007). Segundo os autores, os AVAs possibilitam o acesso à informação através da internet por meio de:

- Objetos de aprendizagem e materiais didáticos armazenados e disponibilizados;
- Comunicação síncrona e assíncrona;
- Desenvolvimento de atividades individuais e em grupo.

Corroborando com isso, Ribeiro e Mendonça (2007) definem AVA como "softwares educacionais via internet destinados a apoiar as atividades de educação a distância". Além disso, destaca-se também o crescimento da educação a distância (EAD) e que o estabelecimento de tecnologias computacionais de comunicação permitiu a criação de AVAs como novos meios de suporte a tal formato de educação.

De acordo com Dos Santos (2002), os AVA integram interfaces de forma a permitir a criação de materiais e canais variados de comunicação. Outrossim, essas características tornam viável a interação entre sujeitos geograficamente dispersos.

2.3 Trabalhos relacionados

Ferreira (2019) escreveu um trabalho intitulado “Uma Ontologia para Representação da Taxonomia de Bloom em Questões de Algoritmos”. Nele, a autora propõe a construção de uma ontologia com o intuito de auxiliar na classificação de questões de programação de acordo com níveis da Taxonomia Revisada de Bloom. A ontologia é definida nas linguagens OWL³ e RDF⁴ e suporta o idioma português. Sua função consiste em identificar verbos em questões de programação classificando-as em um dos níveis cognitivos da taxonomia.

Dos Santos (2016), apresenta em seu trabalho um MOOC (*Massive Open Online Course*) que busca auxiliar o docente na elaboração do planejamento de ensino além de oferecer outras vantagens como a auto avaliação do professor diante do curso lecionado, permitindo um melhor rendimento das tecnologias em geral.

Com base nesses trabalhos, o presente estudo visa desenvolver um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) onde o docente possa definir o conteúdo que será abordado nas disciplinas lecionadas através de questionários e que os alunos possam resolvê-los e serem classificados de acordo com níveis cognitivos da taxonomia. Além disso, o AVA também deve possibilitar ao docente a avaliação de alunos com base no desempenho exibido durante a solução dos quizzes, permitindo identificar alunos que apresentam dificuldade em conteúdos específicos.

³ OWL é uma linguagem para definição e instanciação de ontologias (FERREIRA, 2019).

⁴ RDF é um método para descrição ou modelagem conceitual de informações que são implementadas em recursos da Web (FERREIRA, 2019).

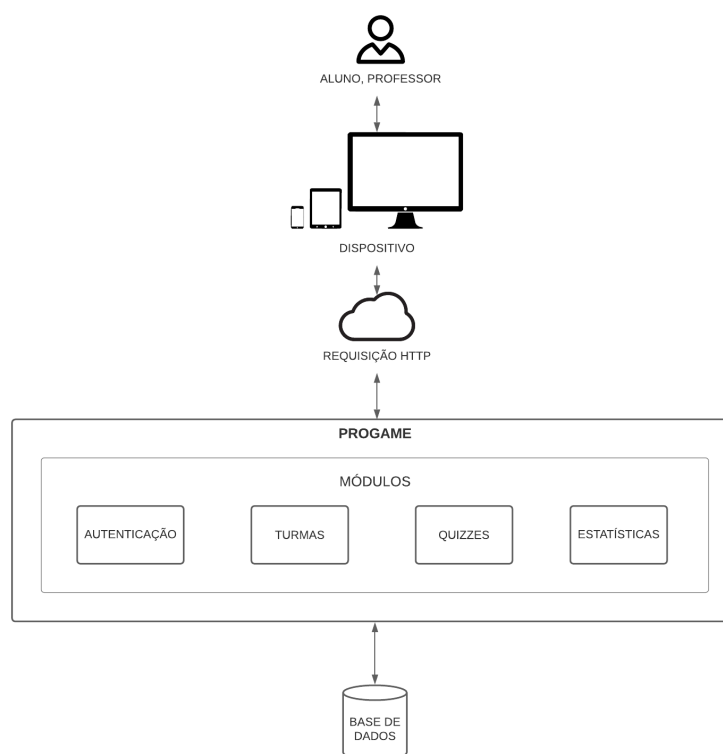
3 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Considerando a problemática apresentada, este capítulo mostra os aspectos de implementação da ferramenta produzida ProGame. A Seção 3.1 aborda a arquitetura da ferramenta; a Seção 3.2 descreve suas funcionalidades; na Seção 3.3 são apresentados diagramas que demonstram funções e comportamentos do sistema; e, na Seção 3.4 são mostradas algumas das interfaces da ferramenta.

3.1 Arquitetura

O ProGame é uma aplicação *web* desenvolvida com a linguagem de programação Python junto ao Django no *backend*, um *framework web* de alto nível escrito em Python que incentiva o desenvolvimento rápido. É gratuito e de código aberto (DJANGO, 2021). Para o *frontend* em grande parte da aplicação é utilizado o *template engine* Django Template.

Figura 4 - Representação da arquitetura da ferramenta



Fonte: Autoria própria.

Para a funcionalidade de resolver quiz, por se tratarem de telas que precisam ser mais responsivas e mostrem um *feedback* - quase que - instantâneo para o usuário, a linguagem e biblioteca escolhidas para o *frontend* foram, respectivamente, Javascript e Reactjs. Tal *frontend* consome uma API REST escrita também em Python/Django.

Como apresentado na Figura 4, o projeto possui quatro módulos internos permitindo uma menor acoplação. Sua arquitetura segue o padrão MVT (*Model-View-Template*) imposto pelo *framework*, muito similar ao padrão amplamente conhecido MVC (*Model-View-Controller*).

A base de dados da aplicação utiliza MySQL, um SGBD relacional *open source* (MYSQL, 2021), que integra-se facilmente às tecnologias *backend* citadas anteriormente.

3.2 Funcionalidades

A ferramenta desenvolvida trata-se de um ambiente virtual de aprendizagem onde alunos e professores são os usuários principais. Professores podem criar turmas, módulos e questões e também realizar o acompanhamento do aluno na plataforma através do módulo de estatísticas, no qual é possível visualizar o desempenho individual de seus alunos na turma. O aluno, por sua vez, pode ingressar em turmas e nelas resolver quizzes de forma gradual e ser classificado de acordo com a taxonomia.

As funcionalidades são listadas e descritas detalhadamente na tabela a seguir (Tabela 3).

Tabela 3 - Funcionalidades da ferramenta

Funcionalidade	Tipo de usuário	Descrição
Autenticação	Aluno e Professor	Permite que usuário crie sua conta de acesso ao sistema e consiga se autenticar no mesmo, bem como acessar turmas, módulos e quizzes caso possua autorização.

Funcionalidade	Tipo de usuário	Descrição
Editar perfil	Aluno e Professor	Permite que o usuário altere suas informações pessoais na ferramenta.
CRUD de turma	Professor	Cadastro, visualização, edição e exclusão de turmas.
CRUD de módulo	Professor	Cadastro, visualização, edição e exclusão de módulos na turma.
CRUD de questão	Professor	Cadastro, visualização, edição e exclusão de questões no módulo da turma.
Importar questão	Professor	Permite a importação de questões já cadastradas na plataforma para uma turma.
CRUD de links de estudo	Professor	Cadastro, visualização, edição e exclusão de links de estudo nos quizzes do módulo.
Bloquear/Desbloquear quiz	Professor	Possibilita o bloqueio e desbloqueio de quizzes do módulo. O aluno não conseguirá responder o quiz caso o mesmo esteja bloqueado.
Visualizar estatísticas da turma	Professor	Possibilita ao usuário visualizar as estatísticas de suas turmas, bem como as estatísticas de cada aluno em cada módulo/quiz específico.
Entrar na turma	Aluno	Permite ao usuário ingressar em uma turma previamente criada através de um código de acesso único.

Funcionalidade	Tipo de usuário	Descrição
Visualizar links de estudo	Aluno	Permite ao usuário visualizar e acessar links de estudo para cada quiz, cadastrados pelo professor.
Responder quiz	Aluno	Possibilita que o usuário responda quizzes caso desbloqueados e o usuário esteja classificado no nível adequado da taxonomia no módulo.
Visualizar seu nível na turma/módulo	Aluno	Permite que o usuário visualize em qual nível da Taxonomia de Bloom ele está. Tanto no módulo quanto na turma.

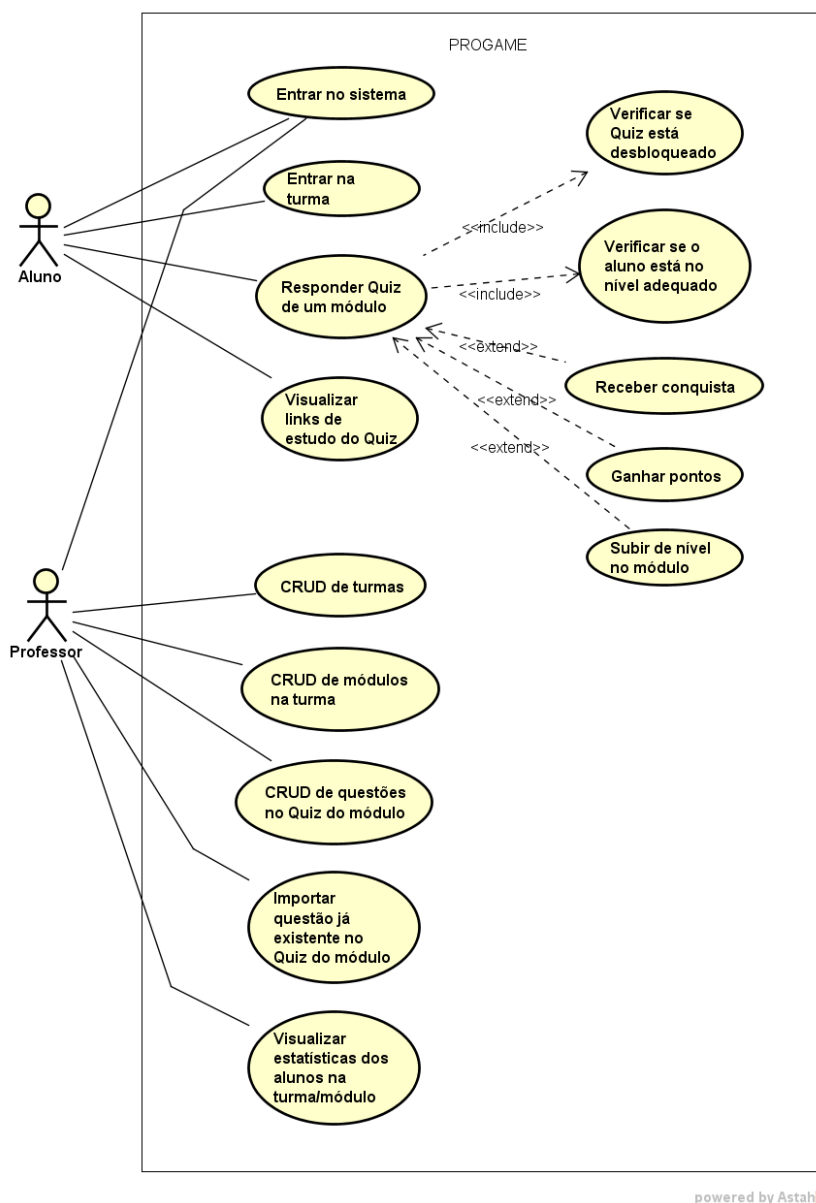
Fonte: Autoria própria.

3.3 Diagramas

3.3.1 Diagramas de Casos de Uso

Na Figura 5 pode-se visualizar as principais funcionalidades da plataforma descritas no formato de casos de uso, onde os atores Aluno e Professor podem desempenhar tarefas no AVA.

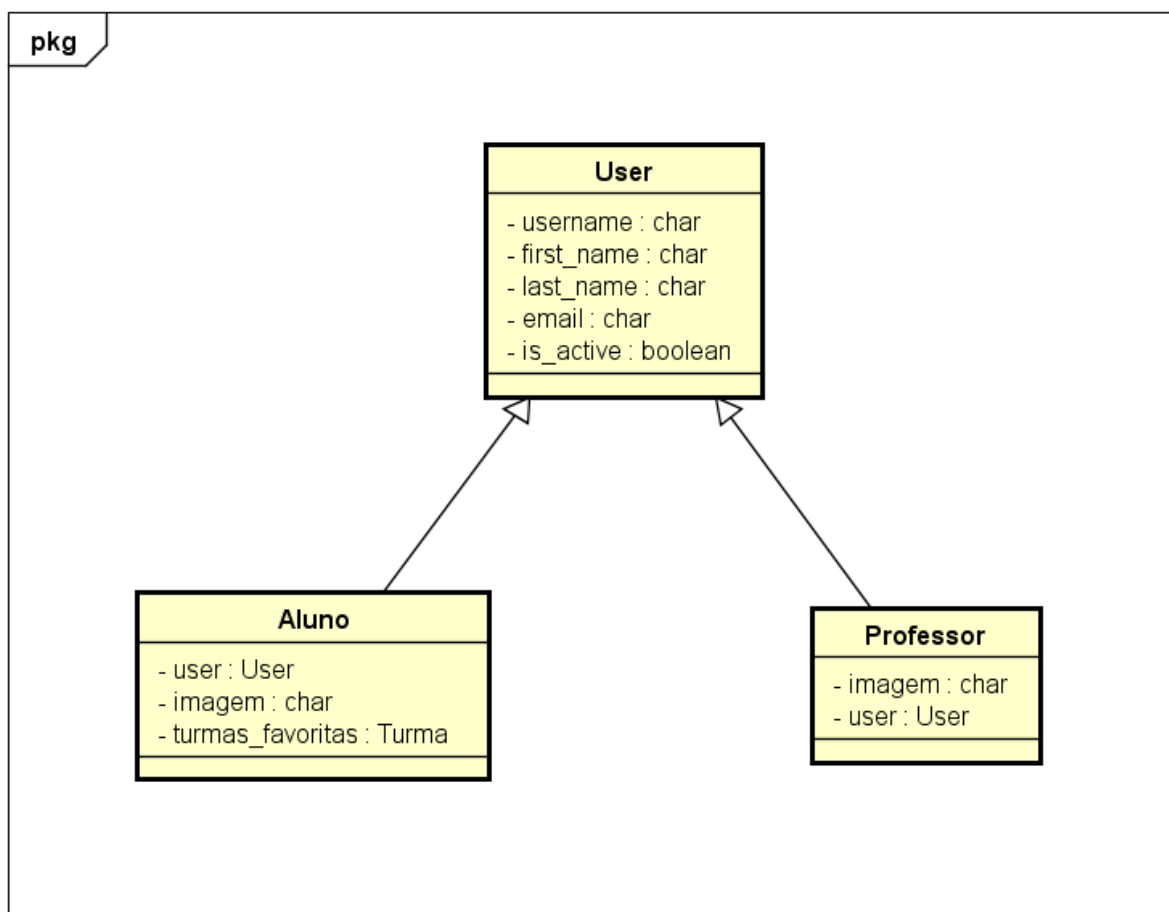
Figura 5 - Diagrama de casos de uso - principais funcionalidades do sistema



Fonte: Autoria própria.

3.3.2 Diagramas de Classes

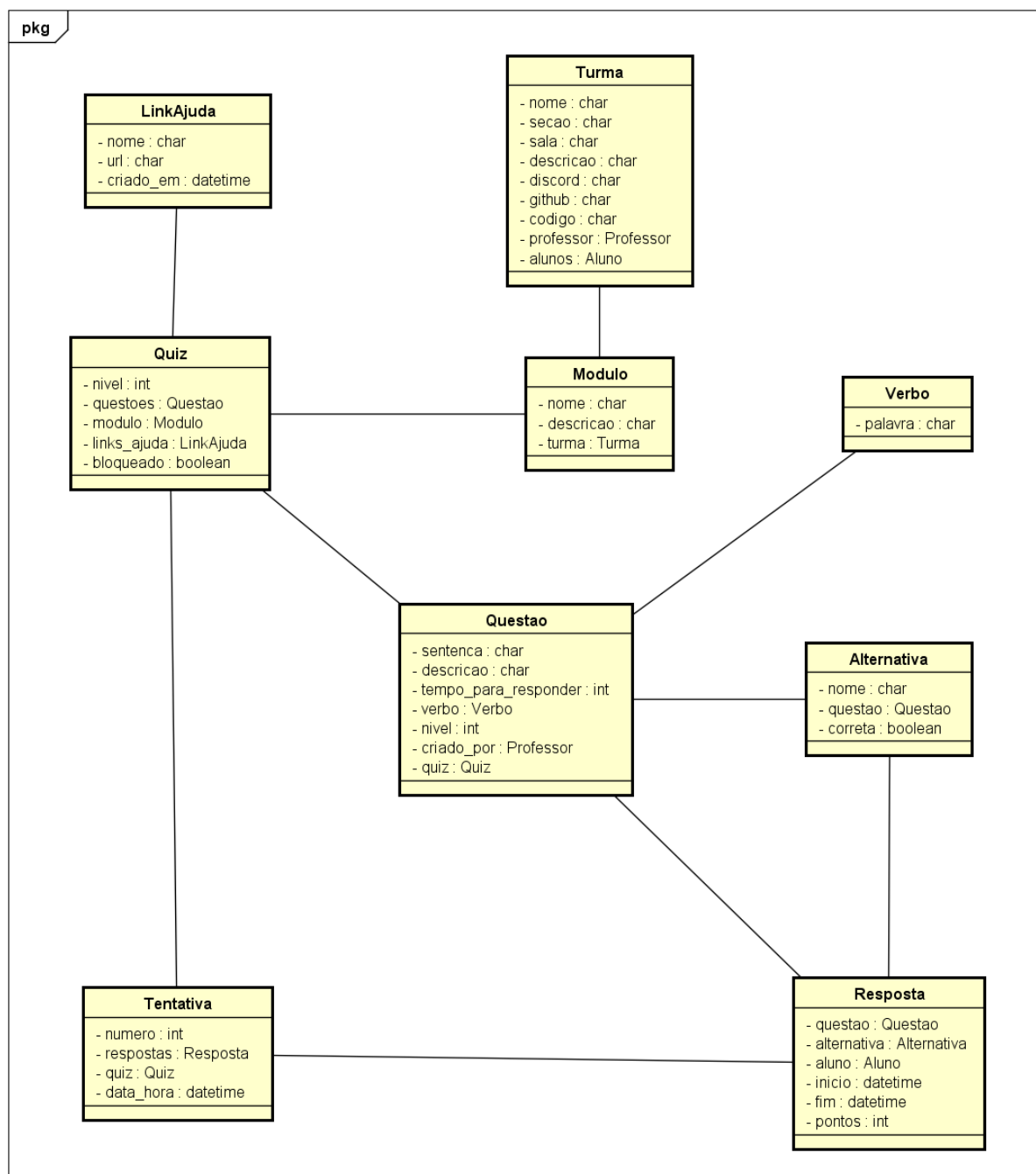
O sistema foi implementado seguindo o paradigma Orientado a Objetos onde cada entidade é mapeada em uma classe e cada classe possui atributos próprios, como pode ser visto nas Figuras 6 e 7 abaixo.

Figura 6 - Diagrama de classes - escopo dos usuários do sistema

powered by Astah

Fonte: Autoria própria.

Figura 7 - Diagrama de classes - escopo dos módulos Turma e Quizzes

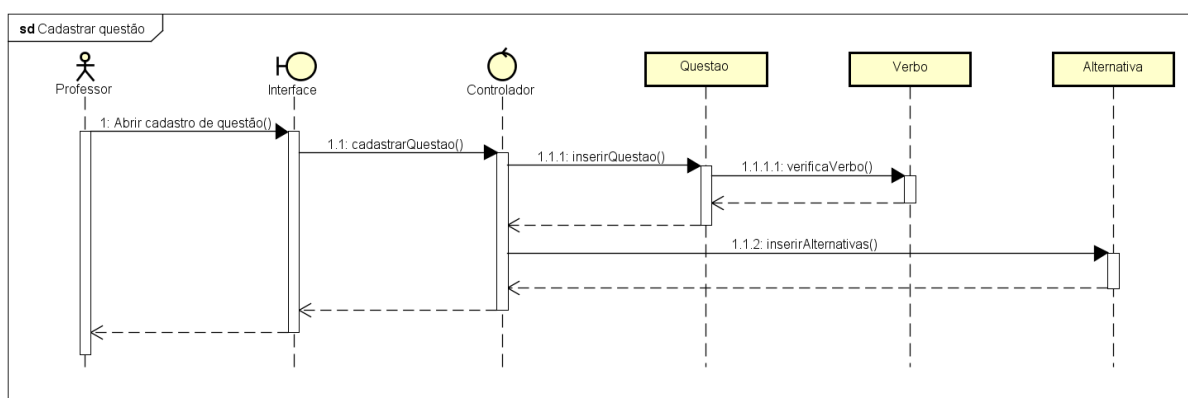


Fonte: Autoria própria.

3.3.3 Diagramas de Sequência

Na Figura 8 é possível visualizar o diagrama de sequência da funcionalidade de cadastro de questão. O processo consiste na interação do usuário com o sistema através da inserção e seleção dos dados e por fim a submissão deles. Uma vez submetidos, estes serão validados e uma mensagem de sucesso ou erro será retornada.

Figura 8 - Diagrama de sequência - funcionalidade de cadastro de questão (professor)

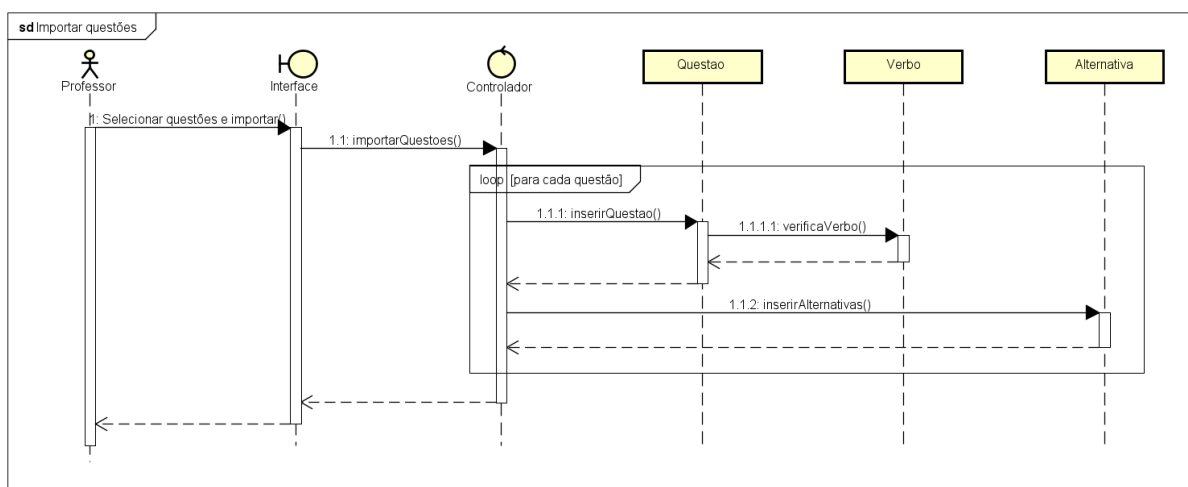


powered by Astah

Fonte: Autoria própria.

Para a funcionalidade de importação de questões (Figura 9), o usuário irá acessar a tela correspondente e selecionar questões que irão ser importadas para a turma. O sistema então irá, para cada questão, realizar a validação necessária e importá-la.

Figura 9 - Diagrama de sequência - funcionalidade de importação de questões (professor)

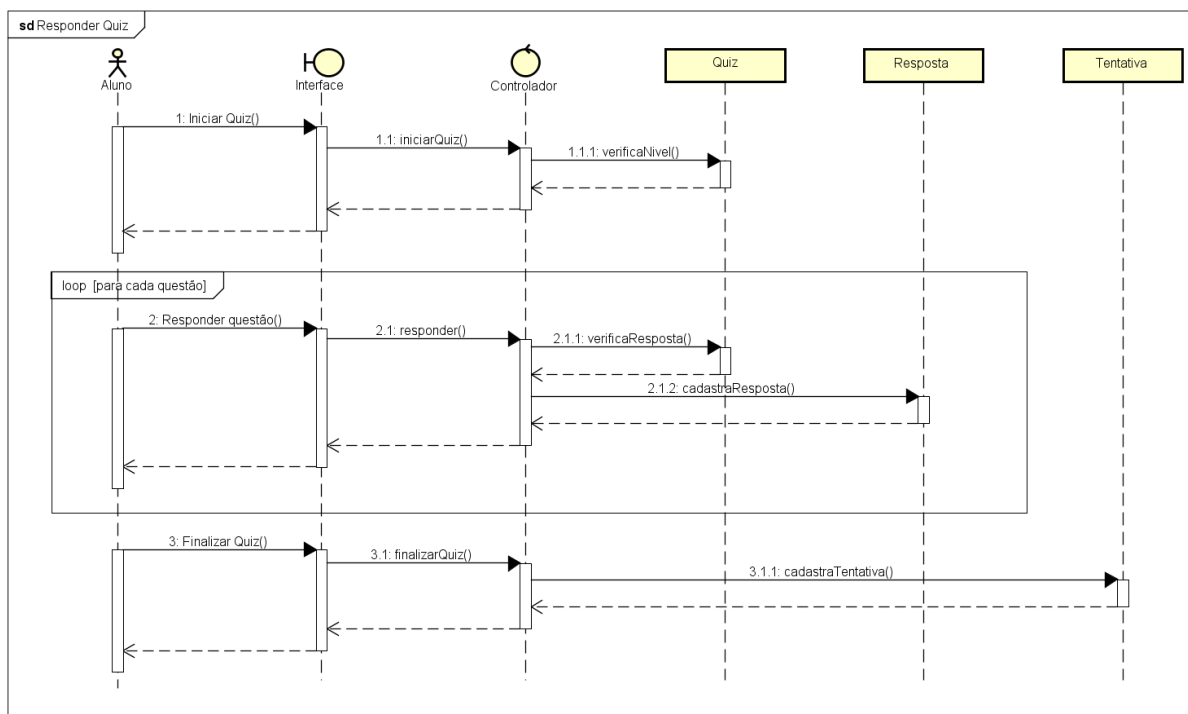


powered by Astah

Fonte: Autoria própria.

Dentre as funcionalidades da ferramenta, a de responder quiz é a mais complexa. Na Figura 10 percebe-se três conjuntos de interações: na primeira o usuário acessa o função de iniciar o quiz, e nela é realizada a verificação se ele está no nível adequado; em seguida o quiz é iniciado e questões são apresentadas ao aluno em sequência, onde para cada questão respondida uma verificação é feita e um retorno de acerto ou erro é apresentado; a terceira interação resume-se na finalização do quiz, no qual o aluno irá responder uma última questão e os resultados serão exibidos em tela.

Figura 10 - Diagrama de sequência - funcionalidade de responder quiz (aluno)



powered by Astah

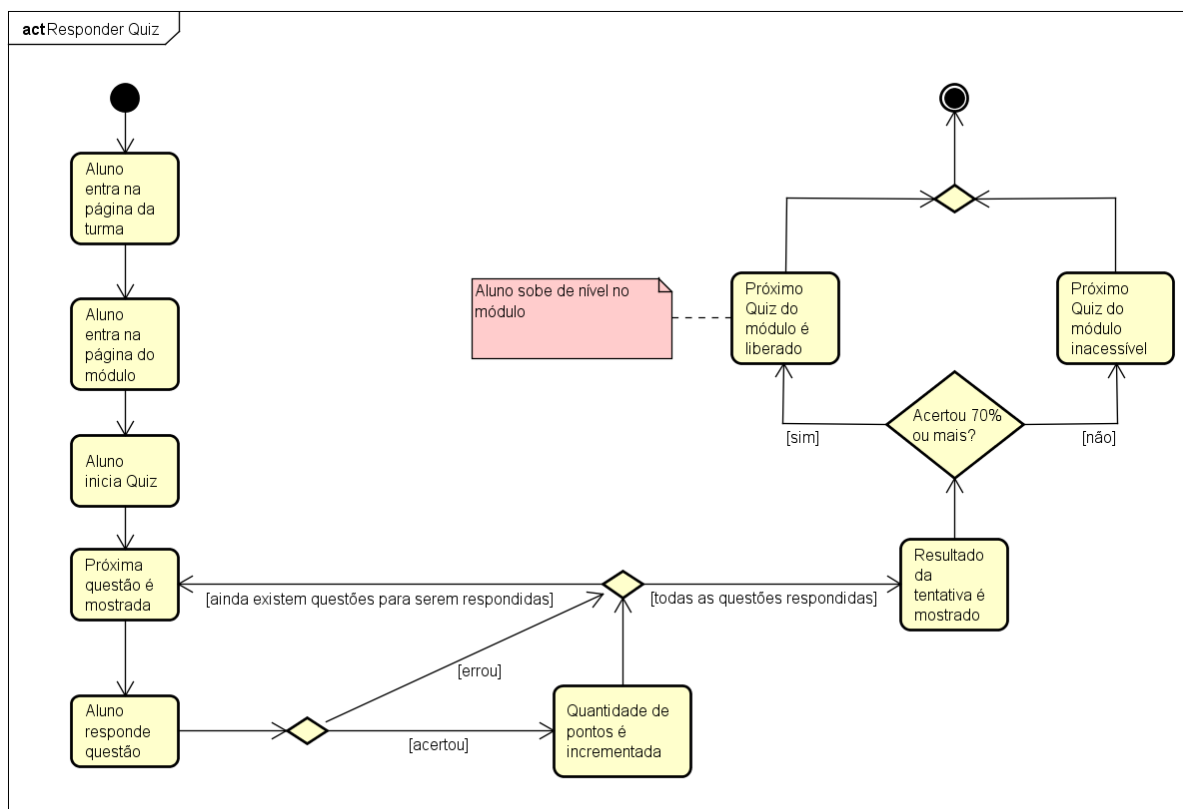
Fonte: Autoria própria.

3.3.4 Diagramas de Atividades

Os diagramas de atividades descreverão o que é necessário acontecer no sistema diante de determinadas entradas ou decisões do usuário.

Na Figura 11 é representado este tipo de diagrama para a funcionalidade de responder quiz. Aqui, dois possíveis resultados são apresentados: no primeiro, o aluno atinge a quantidade de acertos necessária para prosseguir para o próximo nível e o quiz imediatamente posterior é liberado; no segundo o oposto acontece e o mesmo terá de realizar uma nova tentativa a fim de liberar o próximo quiz.

Figura 11 - Diagrama de atividades - funcionalidade de responder quiz (aluno)

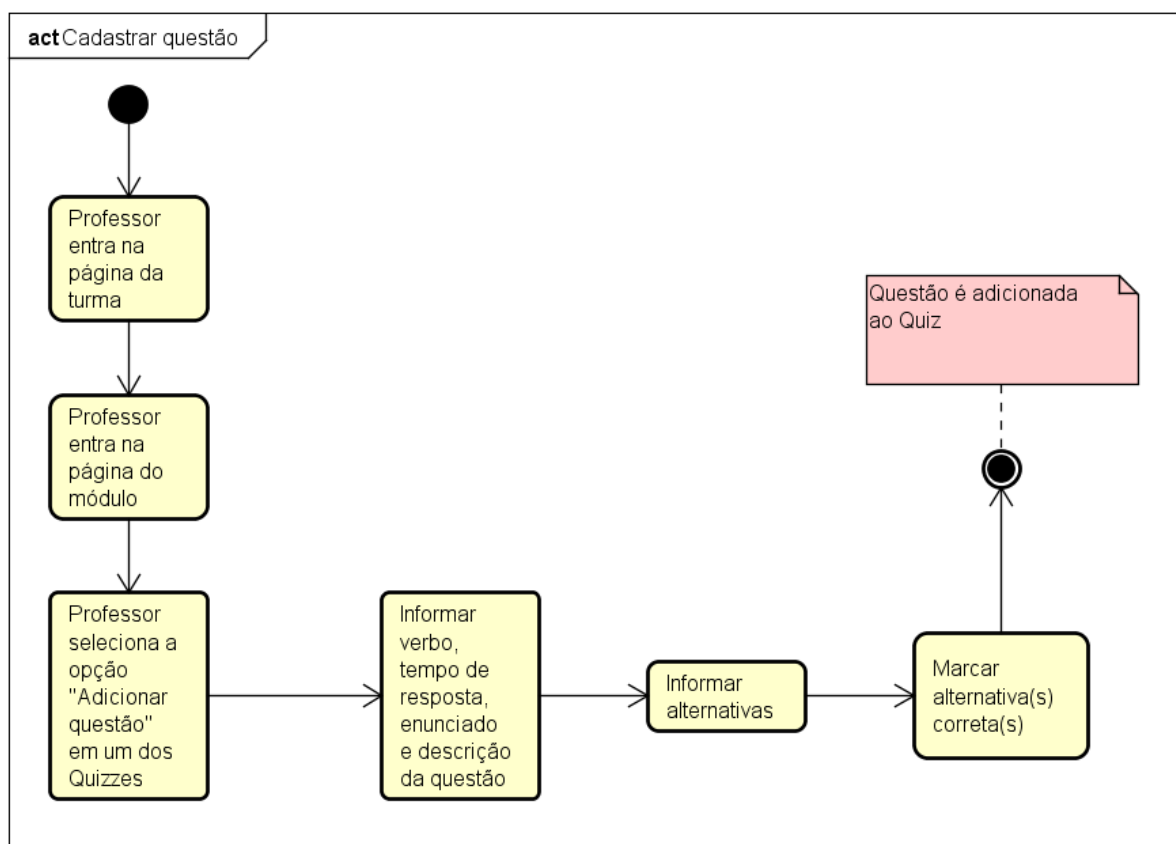


powered by Astah

Fonte: Autoria própria.

A Figura 12 demonstra o fluxo seguido durante a funcionalidade de cadastro de questão em um quiz, onde o usuário é o professor.

Figura 12 - Diagrama de atividades - funcionalidade de cadastrar questão (professor)



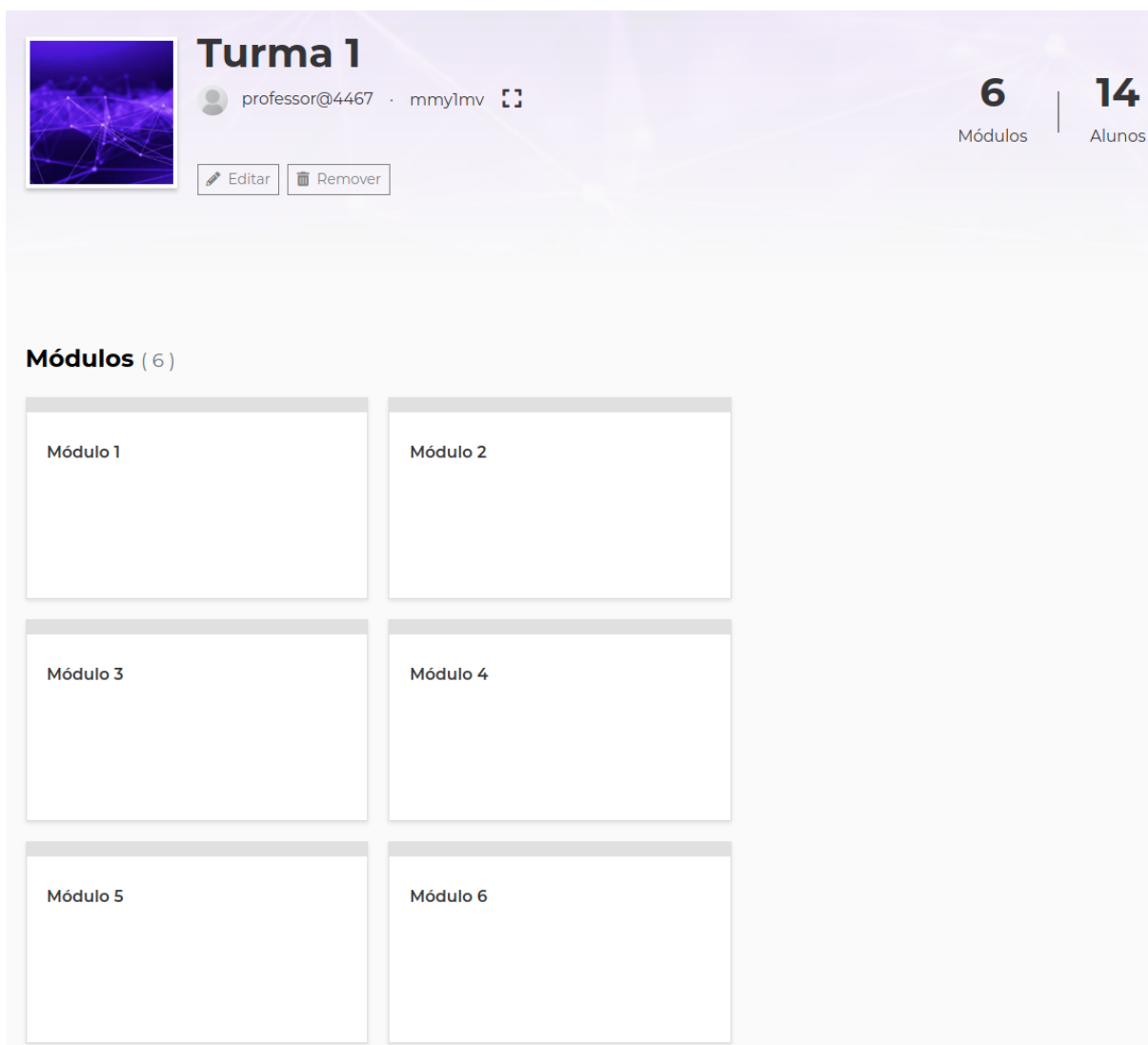
powered by Astah

Fonte: Autoria própria.

3.4 Interface Gráfica das principais funcionalidades

Este tópico apresenta a interface das principais funcionalidades da ferramenta na perspectiva de dois tipos de usuários: aluno e professor.

A Figura 13 mostra a página de uma turma, onde é possível visualizar informações básicas sobre ela como nome, descrição, professor, código de acesso, alunos e módulos.

Figura 13 - Página da Turma (Aluno e Professor)

Fonte: Autoria própria.

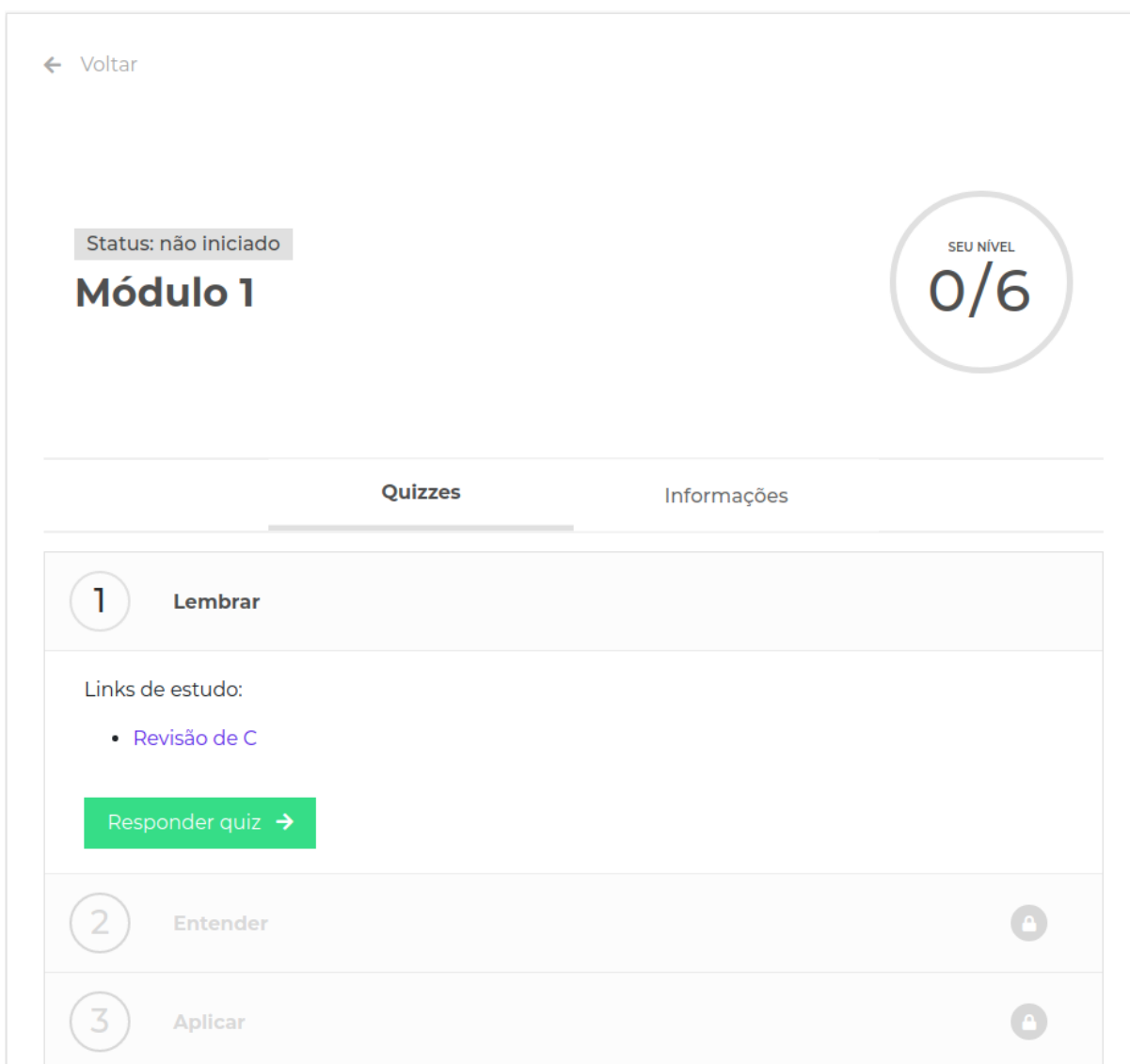
Abaixo nas Figuras 14 e 15 pode-se visualizar detalhes de um módulo, como a listagem de níveis e questões. Caso o usuário seja um professor (Figura 14), essa tela dará opções de bloquear/desbloquear nível, cadastrar link de ajuda para o nível, importar e cadastrar questões. Já sob a perspectiva do aluno (Figura 15), a página informará seu status/nível neste módulo, os links de ajuda, caso cadastrados pelo professor e o botão de responder quiz de acordo com o nível atual do aluno.

Figura 14 - Página do Módulo (Professor)

The screenshot shows a user interface for a module page. At the top left, there is a back arrow and the text 'Voltar'. At the top right, there are three buttons: 'Estatísticas' (with a bar chart icon), 'Editar' (with a pencil icon), and 'Remover' (with a trash can icon). Below this is the main heading 'Módulo 1'. Underneath, there are two tabs: 'Quizzes' (which is active, indicated by a blue underline) and 'Informações'. The 'Quizzes' section contains two items:

- 1 Lembrar**: This item has a circular icon with the number '1', the title 'Lembrar', and four icons on the right: a lock, a link, a document, and a plus sign. The question text is: 'Em quais linhas do trecho de código a seguir, é possível localizar os comando de entrada e saída da linguagem C.' Below the question is a list of four options:
 - 5,7
 - 2,7
 - 5,8
 - 3,5
- 2 Entender**: This item has a circular icon with the number '2', the title 'Entender', and the same four icons on the right as the first item.

Fonte: Autoria própria.


Figura 15 - Página do Módulo (Aluno)


Fonte: Autoria própria.

Conforme mostrado em seguida na Figura 16, a página de cadastro de questões conta com um formulário onde o professor terá de informar o verbo correspondente, o enunciado, as alternativas e, opcionalmente, a descrição. Este verbo deve ser inserido de forma obrigatória e a lista foi adicionada à ferramenta considerando o estudo bibliográfico da taxonomia Revisada de Bloom, no seu domínio Cognitivo, em que cada verbo é mapeado na hierarquia com vista a atender o comportamento/habilidade esperada do aluno.










Figura 16 - Página de Cadastro de questão (Professor)


Cadastro de questão
Informe o verbo, sentença (enunciado), descrição e alternativas


Verbo*  Enunciado da questão*

listar 

Descrição da questão

Estilo | Formata... | **B** *I* U ~~S~~ ← →       | A- A+ |    Código-Fonte

Alternativas* 



Cadastrar Cancelar

Fonte: Autoria própria.

A Figura 17 apresenta a tela de importação de questões, onde o professor poderá reutilizar questões previamente cadastradas por outros docentes ou ele mesmo. Nesta página, o usuário possui acesso a uma listagem de questões equivalentes ao nível e verbo optados e, após selecionar, poderá importar uma ou mais questões para o módulo. Para esta versão da ferramenta, o contexto do AVA considera questões de programação apenas, então o banco de questões adicionadas eram de questões de programação e algoritmos.

Figura 17 - Página de Importação de questões (Professor)








← Voltar

Questão

Verbo

🔍 Buscar

Selecione as questões que deseja importar


Nível	Verbo	Sentença	Professor
1	localizar	Em quais linhas do trecho de código a seguir, é possível localizar os comando de entrada e saída da linguagem C.	
1	identificar	Identifique a sintaxe correta para a estrutura de decisão switch	
1	relembrar	Relembre a utilização das estruturas de repetição na linguagem C e marque a alternativa correta.	
1	nomear	Sobre funções, no código a seguir, como podemos nomear a chamada à função fat que acontece no main.	
1	reconhecer	Reconheça a correta declaração de uma matriz bidimensional.	
1	relembrar	Recorde a declaração de estruturas, considerando o trecho a seguir. Marque a alternativa que apresenta a declaração correta.	
1	identificar	Identifique o tipo de estrutura condicional que o código a seguir representa	

Fonte: Autoria própria.







A seguir, a Figura 18 exibe a página de estatísticas de um módulo. Nela, é possível acompanhar o progresso dos alunos a partir de seu nível e tentativas realizadas. Para alcançar o último nível, o aluno precisa obrigatoriamente ter realizado com sucesso o último nível, ou seja, acertado a questão daquele nível.

Figura 18 - Página de Estatísticas do módulo (Professor)

[Voltar](#)


Módulo 1
Cadastrado em 21/08/2020

✔ 12 Alunos finalizaram⏸ 0 Alunos estão em andamento❗ 2 Alunos ainda não iniciaram

Aluno	Última tentativa	Questões respondidas	Nível Atual	Status
 Aluno A	8 de Setembro de 2020 às 12:53	6/6	(6) CRIAR	✔
 Aluno B	11 de Setembro de 2020 às 14:48	6/6	(6) CRIAR	✔
 Aluno C	8 de Setembro de 2020 às 11:02	6/6	(6) CRIAR	✔
 Aluno D	11 de Setembro de 2020 às 17:21	6/6	(6) CRIAR	✔
 Aluno E	9 de Setembro de 2020 às 08:50	6/6	(6) CRIAR	✔
 Aluno F	Nunca	0/6	0	❗

Fonte: Autoria própria.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo expõe o estudo de caso realizado, que conta com a participação de um grupo de alunos e professores. A Seção 4.1 relata os dados inseridos precedentes aos testes; e a Seção 4.2, os resultados de tais testes.

4.1 Dados de utilização

No total foram utilizadas 3 turmas de programação do curso de ensino superior em Ciência da Computação e nelas, 2 professores junto a 30 alunos, contabilizando assim 32 indivíduos.

Durante a realização do experimento as três turmas foram populadas com dados iniciais, cada uma contendo seis módulos e cada módulo, seis questões. As questões foram organizadas por quizzes dentro dos módulos, onde cada quiz representa um nível da taxonomia.

Cada nível da taxonomia possui um conjunto de verbos específicos que determinam o escopo do nível, tais verbos foram incorporados no AVA e ordenados adequadamente, separados de acordo com o quiz. Portanto, durante o cadastro de questões elas foram categorizadas tanto por quiz (nível) quanto pelo verbo.

Uma turma modelo foi adicionada com uma quantidade mínima de questões por cada nível. Isso para que, ao criar uma nova turma, ou módulo, o professor pudesse aproveitar esse banco de questões e importá-las para aquele módulo.

4.2 Resultados

Neste tópico serão apresentados os resultados referentes ao experimento realizado com as três turmas. A Seção 4.2.1 exhibe o aproveitamento dos alunos por módulo em cada turma; e, na Seção 4.2.2 são mostrados dados recolhidos no módulo de estatísticas.

4.2.1 Percentual de acertos por módulo

Aqui, exibe-se o percentual de acertos de alunos por módulo, obtido através da divisão entre a quantidade de questões acertadas e respondidas pelo aluno (Figura 19). Em certos módulos alguns alunos não realizaram nenhuma tentativa e isso é representado na tabela com um hífen (-). Os dados são exibidos nas Tabelas 4, 5 e 6 e correspondem às turmas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 4 - Percentual de acertos de alunos por módulo (Turma 1)

Aluno	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6
A	100%	60%	66.7%	100%	85.7%	75%
B	75%	54.5%	54.5%	85.7%	66.7%	54.5%
C	85.7%	100%	60%	85.7%	85.7%	66.7%
D	85.7%	85.7%	75%	60%	60%	66.7%
E	100%	54.5%	60%	75%	85.7%	75%
F	-	-	-	-	-	-
G	75%	75%	75%	75%	50%	54.5%
H	85.7%	60%	54.5%	50%	60%	66.7%
I	60%	50%	75%	66.7%	50%	60%
J	85.7%	-	-	-	-	-
K	85.7%	60%	60%	60%	50%	54.5%
L	100%	100%	85.7%	100%	100%	100%
M	100%	85.7%	66.7%	85.7%	60%	85.7%
N	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5 - Percentual de acertos de alunos por módulo (Turma 2)

Aluno	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6
A	87.5%	100%	100%	100%	100%	100%

B	80%	85.7%	85.7%	70%	75%	66.7%
C	100%	75%	85.7%	85.7%	100%	71.4%
D	88.9%	66.7%	75%	81.8%	54.5%	60%
E	100%	77.8%	60%	72.7%	58.3%	60%
F	77.8%	75%	66.7%	75%	60%	66.7%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 - Percentual de acertos de alunos por módulo (Turma 3)

Aluno	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6
A	85.7%	100%	66.7%	63.6%	54.5%	75%
B	75%	75%	60%	66.7%	85.7%	85.7%
C	100%	87.5%	75%	85.7%	66.7%	100%
D	-	-	-	-	-	-
E	50%	-	-	-	-	-
F	75%	66.7%	54.5%	54.5%	75%	75%
G	60%	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-
I	75%	60%	50%	33.3%	-	-
J	85.7%	60%	60%	54.5%	66.7%	75%

Fonte: Autoria própria.

Conforme apresentado nas Tabelas 4, 5 e 6, grande parte dos usuários consegue alcançar o nível máximo da taxonomia, enquanto poucos deles não conseguem ou não chegam a executar nenhuma tentativa.

É importante observar que esse percentual não possui relação com o nível do aluno no módulo, pois esse valor é alcançado através do total de tentativas do usuário registradas no módulo, enquanto o nível considera apenas a que foi aprovado. Não seria viável calcular tal percentual através da única tentativa que o

indivíduo obteve êxito visto que aqui é buscado seu aproveitamento total ao longo do módulo.

O cálculo aplicado para alcançar estes valores é detalhado abaixo na Figura 19 junto ao exemplo utilizando um único aluno (Aluno E, Turma 1). Vale lembrar que para essa turma, todos os módulos possuem 6 questões.

Figura 19 - Cálculo utilizado para obter aproveitamento do aluno no módulo

$$(questões\ acertadas / total\ de\ respostas\ registradas) * 100$$

Fonte: Autoria própria.

Para o Módulo 1, o aluno acertou 100% das questões respondidas, assim, foram registradas 6 questões e todas elas corretas.

No Módulo 2, o aluno apresentou dificuldade nos níveis 1 e 3 (Figura 20), realizando 5 tentativas no nível 1 até ser aprovado e 2 no nível 3. Neste módulo, o usuário registrou um total de 11 questões respondidas, sendo 6 corretas e 5 incorretas. Portanto, seu aproveitamento é de 54.5%.

No Módulo 3, foram realizadas 10 tentativas para alcançar 6 acertos, totalizando 60% de aproveitamento.

Para o Módulo 4, seu aproveitamento foi de 75%, com 6 acertos em 8 tentativas.

No Módulo 5 houveram 7 tentativas e 6 questões corretas, totalizando um percentual de 85.7% de acertos.

E finalmente, no sexto e último Módulo, o aluno repetiu o percentual de acertos do Módulo 4 (75%), com a mesma quantidade de tentativas e questões corretas.

Figura 20 - Tentativas realizadas pelo Aluno E (Turma 1) no Módulo que apresentou maior dificuldade (Captura de tela em página da ferramenta, Módulo 2)

Quiz nível 1 - Lembrar

Tentativa	Data	Acertos	Erros
1	10/09/2020 09:35	0	1
2	10/09/2020 09:35	0	1
3	10/09/2020 09:35	0	1
4	10/09/2020 09:37	0	1
5	10/09/2020 09:37	1	0

Quiz nível 2 - Entender

Tentativa	Data	Acertos	Erros
1	10/09/2020 09:37	1	0

Quiz nível 3 - Aplicar

Tentativa	Data	Acertos	Erros
1	10/09/2020 09:38	0	1
2	10/09/2020 09:38	1	0

Fonte: Autoria própria.

Através da Figura 20 é possível observar que o aluno teve dificuldade na resolução da questão do nível Lembrar. Esse dado pode auxiliar o professor na tomada de decisão em sala de aula e identificar possíveis dificuldades de aprendizagem do aluno.

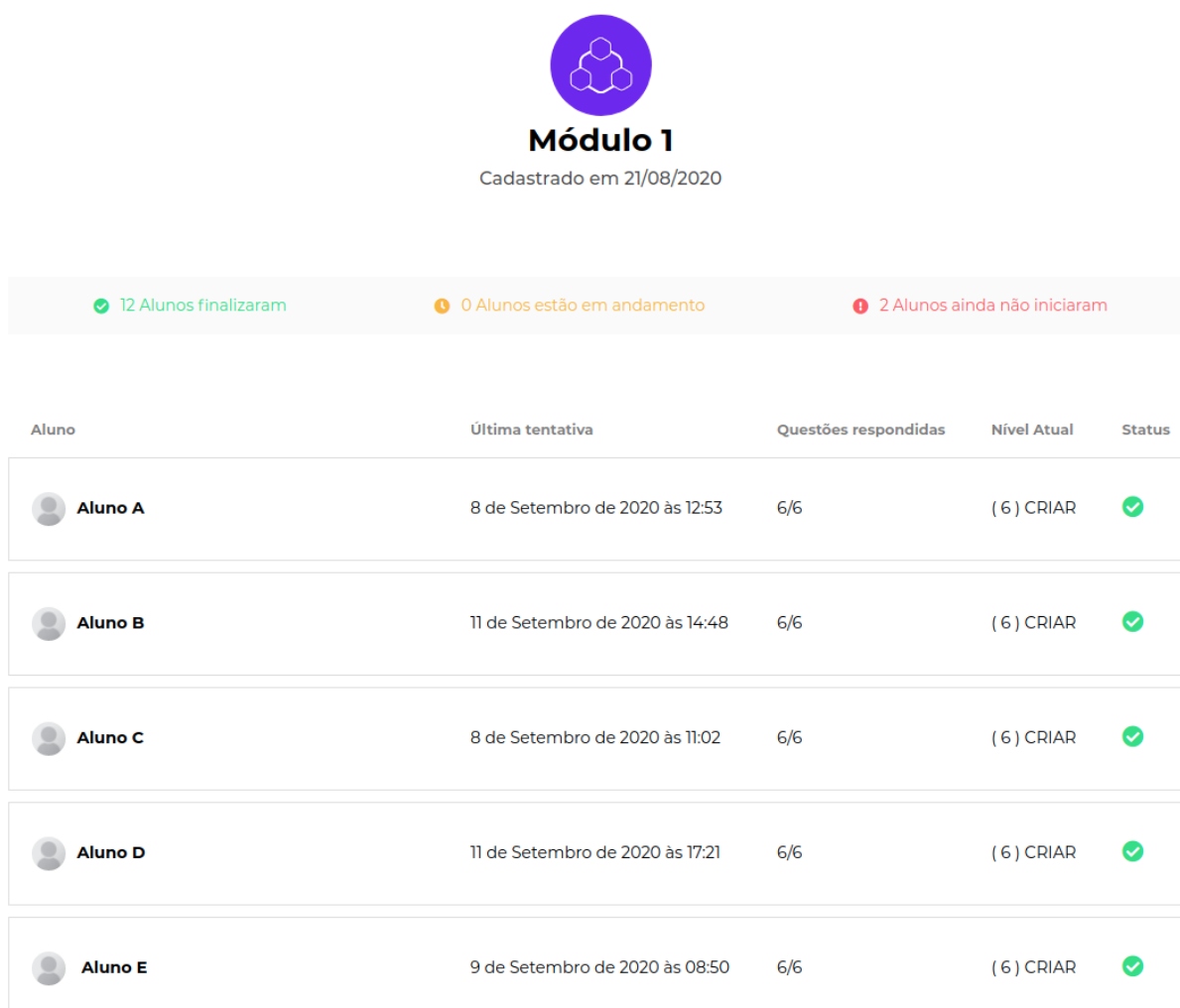
4.2.2 Estatística para o professor

Após alunos responderem os quizzes, dados relacionados a estas respostas são expostos no módulo de estatísticas e podem ser visualizados pelo professor. Dentre os dados, estão:

- Quizzes finalizados, em andamento e não iniciados;
- Nível dos alunos em cada módulo;
- Informações sobre cada tentativa de cada aluno, como data e hora, quantidade de questões corretas e incorretas;
- Porcentagem de seleção de alternativas.

A Figura 21 apresenta as estatísticas de parte dos alunos da Turma 1, Módulo 1. Nota-se aqui que os alunos A, B, C, D e E junto a outros 7 alunos alcançam o nível máximo desse módulo, enquanto 2 alunos não chegam a sequer iniciá-lo.

Figura 21 - Página de estatísticas de um módulo



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 22 é mostrado os detalhes de um nível específico daquele módulo, o nível 2. Pode-se perceber abaixo o percentual de escolha das alternativas de cada questão (esse nível possui apenas 1). Este dado pode ser crucial para a identificação de conteúdo não assimilado pela turma. O professor observando isso pode identificar problemas de aprendizagem em determinado nível ou ainda problemas na questão utilizada.

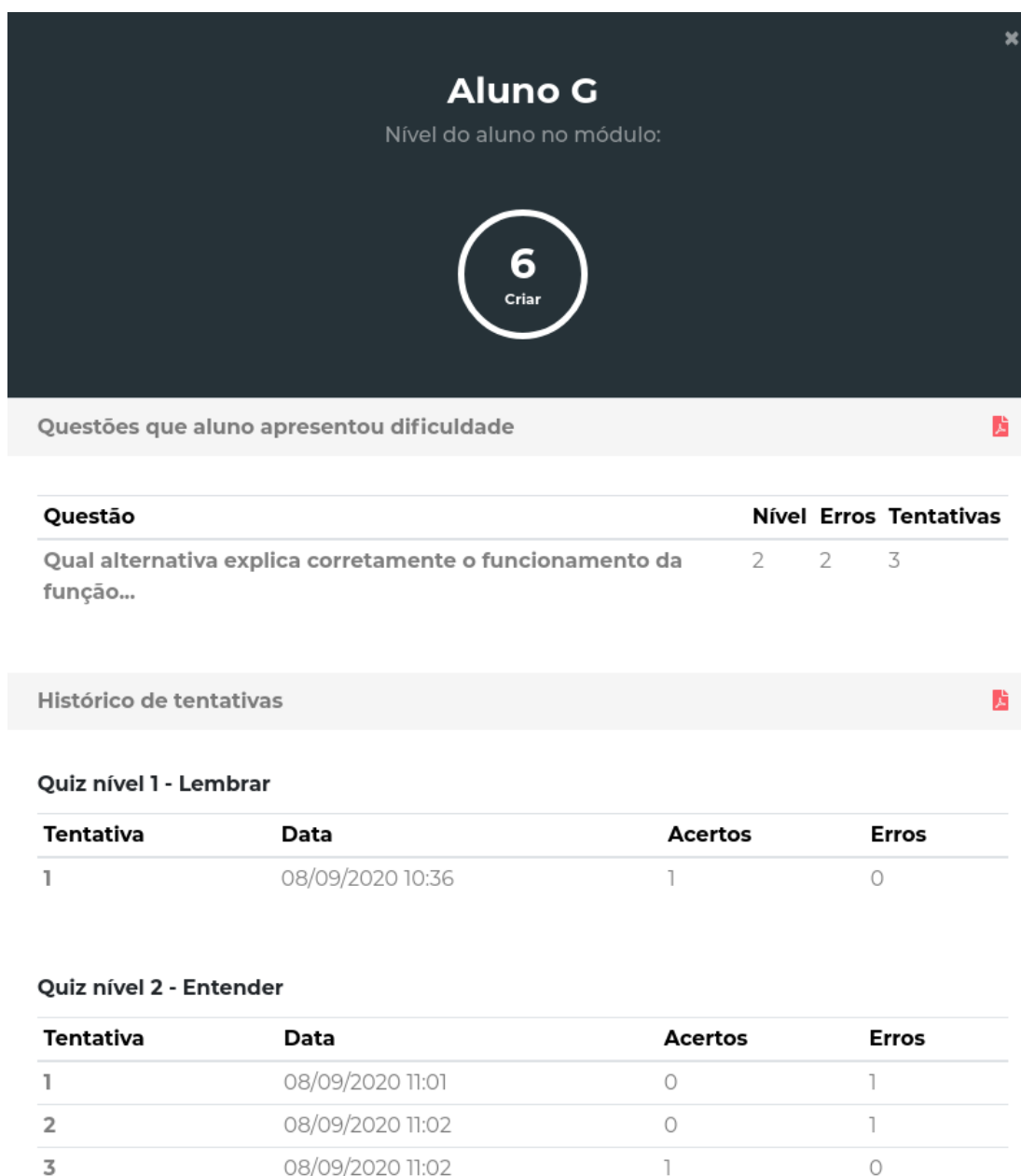
Figura 22 - Página de estatísticas de um nível específico do módulo



Fonte: Autoria própria.

Também é possível acompanhar as tentativas de um aluno no módulo. A Figura 23 exibe as tentativas do Aluno G nos níveis 1 e 2 do Módulo 1, Turma 1. Também é destacado a questão que o aluno apresentou maior dificuldade, junto a quantidade de erros e tentativas nela.

Figura 23 - Página de estatísticas do Aluno G em um módulo



Fonte: Autoria própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais deste trabalho, onde na Seção 5.1 serão retratadas a Questão Geral de Pesquisa (QGP) junto às Questões Secundárias de Pesquisa (QSP); na Seção 5.2, as limitações encontradas ao longo de seu desenvolvimento; a Seção 5.3 exibirá as principais contribuições após os resultados; e, por fim, na Seção 5.4 sugestões de trabalhos futuros.

5.1 Sumário de pesquisa

Sobre a questão de pesquisa **QSP1** - Como utilizar a Taxonomia de Bloom de maneira a auxiliar a avaliação do discente em um ambiente virtual? A plataforma permite ao professor ter uma visão geral do desempenho do aprendiz, bem como níveis e questões no qual este apresentou maior dificuldade, apoiando assim, a sua avaliação. A taxonomia interpretada e implementada no AVA permite que o professor organize as questões de forma hierárquica, possibilitando perceber o nível de maior dificuldade de um aluno.

Com relação a **QSP2** - De que modo o sistema poderá classificar os alunos em níveis da Taxonomia de forma consistente? Para responder essa pergunta foi realizada a integração do módulo de Quizzes, onde o aluno responde questões definidas previamente pelo professor, respeitando o verbo do nível correspondente. A utilização do verbo na questão permite a correta aplicação do nível cognitivo da taxonomia de Bloom, quando o mesmo é utilizado de forma única em determinado nível.

A respeito da questão de pesquisa **QSP3** - Como avaliar a ferramenta proposta e analisar a sua utilidade? Foram realizados testes com professores e alunos de disciplinas de programação a fim de avaliar a adequação da ferramenta. A partir dos testes foram recolhidos dados, explanados no tópico 4.2. Foi possível observar que os professores conseguiram utilizar questões já cadastradas no ambiente, bem como inserir recursos de auxílio ao aluno. Notou-se que principalmente os alunos conseguiram utilizar e realizar a maioria das atividades disponibilizadas pelo professor no ProGame.

Por fim, com relação a **QGP** - Como um ambiente virtual de apoio à disciplinas de programação pode proporcionar ao docente novas possibilidades de ensino-aprendizagem? O apoio à disciplina se dá pela possibilidade do reaproveitamento de questões que já haviam sido pré-cadastradas no ambiente virtual, mas principalmente na utilização da taxonomia de Bloom, com a seleção dos verbos alinhados aos níveis e relacionados a questões de programação, conforme sugeriu (FERREIRA, 2019).

5.2 Limitações

Entre as funcionalidades elementares de Ambientes Virtuais de Aprendizagem não implementadas, estão:

- A possibilidade de discutir ideias e tirar dúvidas sobre as atividades programadas;
- A recomendação de conteúdos e materiais de aprendizagem para o acadêmico, tendo observado a dificuldade em algum conteúdo ou nível.
- A amostra de dados poderia ter sido maior

5.3 Principais contribuições

Utilizar e implementar de forma correta a taxonomia de Bloom exige atenção. O ProGame auxilia o professor a aplicar de forma correta os verbos relacionados a determinado nível, alinhando-os aos objetivos de aprendizagem.

Como pode-se perceber ainda, o ProGame não está limitado a sua utilização apenas em questões de programação. Embora a base de questões seja para a área de programação, outras áreas poderão utilizar a plataforma, uma vez que um sistema de recomendação pode ser implementado para direcionar as questões conforme a área.

Avaliar o conhecimento teórico do aluno é tão importante como o prático, tendo em vista a relação teórico-prática. Bem como desenvolver habilidades de observação, análise, comparação, etc., com o auxílio do mapeamento dos verbos da taxonomia de Bloom, tornam o processo de elaborar enunciados de questões e

avaliar o desempenho da turma mais fácil. E essa é uma das principais contribuições da ferramenta desenvolvida.

5.4 Trabalhos futuros

Diante das limitações apresentadas não solucionadas no ProGame, sugere-se como trabalhos futuros os itens a seguir:

- Desenvolver um fórum onde alunos poderão debater entre si ou com professores sobre dificuldades apresentadas em quizzes específicos;
- Desenvolver um sistema de recomendação de objetos de aprendizagem baseados no módulo ou quiz atual do aluno;
- Integrar uma ontologia capaz de identificar verbos em questões e classificá-las de acordo com níveis da taxonomia de Bloom;
- Aperfeiçoar a visualização dos dados no módulo de estatísticas através de gráficos, além de exportação para arquivos externos;

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mauricio B.; BAX, Marcello P. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção**. Ciência da informação, v. 32, n. 3, p. 7-20, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19019>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ALVES, Fábio P.; JAQUES, Patrícia. **Um ambiente virtual com feedback personalizado para apoio a disciplinas de programação**. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2014. p. 51. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/3171>. Acesso em: 01 nov. 2019.

BEZERRA, Sidney Danilo Firmino. **Sistema de recomendação ubíquo integrando hipermídias baseadas em ontologias para ambientes de aprendizagem**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/913>. Acesso em: 27 out. 2019.

BLOOM, Benjamin S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David McKay, 1956. v. 1. p.262.

DE CASTRO, Thais Helena Chaves et al. **Utilizando programação funcional em disciplinas introdutórias de computação**. Anais do WEI, 2003. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2002/0015.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

DE FREITAS, Frederico Luiz Gonçalves. **Ontologias e a web semântica**. Jornada de Mini-Cursos em Inteligência Artificial, SBC, v. 8, 2003.

DE JESUS, Elieser Ademir; RAABE, André Luis Alice. **Interpretações da Taxonomia de Bloom no Contexto da Programação Introdutória**. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2009. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1151/1054>. Acesso em: 26 out. 2019.

DJANGO. **Django: The Web framework for perfectionists with deadlines**. 2021. Disponível em: <https://www.djangoproject.com>. Acesso em: 24 abr. 2021.

DOOLEY, Larry M. **Case study research and theory building**. Advances in developing human resources, v. 4, n. 3, p. 335-354, 2002.

DOS SANTOS, Edméa Oliveira. **Ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias livres, plurais e gratuitas**. Educação e Contemporaneidade, v. 11, n. 18, p. 424, 2002.

DOS SANTOS, Rennê Stephany Ferreira. **Inserindo a Taxonomia Revisada de Bloom em um MOOC**. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência

da Computação) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

FERRANDIN, Mauri; STEPHANI, Simone Lilian. **Ferramenta para o ensino de programação via Internet**. Anais SULCOMP, v. 1, 2012. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/sulcomp/article/viewFile/794/745>. Acesso em: 21 out. 2019.

FERREIRA, Luis Gustavo Araujo et al. **UbiGroup: Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos Dinâmicos de Aprendizes**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 23, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/viewFile/2870/4470>. Acesso em: 19 out. 2019.

FERREIRA, Yasmim Costa. **Uma Ontologia para representação da Taxonomia de Bloom em questões de algoritmo**. 2019. Dissertação (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2019.

GALHARDI, Antonio César; AZEVEDO, Marília Macorin de. **Avaliações de aprendizagem: o uso da taxonomia de Bloom**. In: Anais do VII Workshop Pós-graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza, São Paulo. 2013. p. 237-247.

GUARINO, Nicola (Ed.). **Formal ontology in information systems: Proceedings of the first international conference (FOIS'98)**, June 6-8, Trento, Italy. IOS press, 1998.

HEVNER, Alan et al. **Design science research in information systems**. MIS quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

HOED, Raphael Magalhães. **Análise da evasão em cursos superiores: o caso da evasão em cursos superiores da área de Computação**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2016.

KRATHWOHL, D. R. **A revision of Bloom's taxonomy: an overview**. Theory in Practice, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

LICHTNOW, Daniel et al. **O uso de técnicas de recomendação em um sistema para apoio à aprendizagem colaborativa**. Brazilian Journal of Computers in Education, v. 14, n. 3, 2006. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/46/40>. Acesso em: 28 out. 2019.

LIMA, Rommel Wladimir de. **Mapa de Conteúdos e Mapa de Dependências: Ferramentas Pedagógicas para uma Metodologia de Planejamento baseada em Objetivos Educacionais e sua Implementação em um Ambiente Virtual de Aprendizagem**. 2009. 119 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15144>. Acesso em: 27 out. 2019.

MYSQL. **MySQL 8.0 Reference Manual**. 2021. Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>. Acesso em 25 abr. 2021.

OLIVEIRA, Pablo Roberto Fernandes de. **Técnicas para Prover Feedback Qualitativo para Alunos de Cursos Introdutórios de Programação**. Plano de Projeto de Doutorado – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2018a.

OLIVEIRA, Pablo Roberto Fernandes de. **Uma ontologia para classificação de objetos de aprendizagem considerando o domínio cognitivo da taxonomia de bloom**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró - RN, 2018b. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/917>. Acesso em: 05 nov. 2019.

PEREIRA, André Luiz Vizine. **Agrupamento de dados baseado em predições de modelos de regressão: desenvolvimentos e aplicações em sistemas de recomendação**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-21112016-163506/en.php>. Acesso em: 27 out. 2019.

PEREIRA, Alice Theresinha Cybis; SCHMITT, Valdenise; DIAS, M. R. A. C. Ambientes virtuais de aprendizagem. **AVA-Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, p. 4-22, 2007.

RIBEIRO, Elvia Nunes; MENDONÇA, Gilda Aquino de Araújo; MENDONÇA, Alzino Furtado. **A importância dos ambientes virtuais de aprendizagem na busca de novos domínios da EAD**. In: Anais do 13º Congresso Internacional de Educação a Distância. Curitiba, Brasil. 2007.

SALOMÃO, L. F. S.; WATANABE, R. H. (2013) **Evasion in distance education courses offered by an organization of Brazilian Army: Actions to reduce**. In: International Conference on Information Systems and Technology Management (CONTECSI), 10., 2013, São Paulo. Anais... São Paulo: 2013.

SILVA, Salatiel Dantas. **Knowledgemon hunters: um jogo sério com geolocalização para apoiar a aprendizagem de crianças com autismo e dificuldades de aprendizado**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/916>. Acesso em: 05 nov. 2019.