

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA

JULIO GONÇALVES RAMOS

**DESENVOLVIMENTO DE UM *CHATBOT* COM BASE EM EVENTOS
USANDO GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

FLORIANÓPOLIS

2024/2

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Informática e Estatística

**DESENVOLVIMENTO DE UM *CHATBOT* COM BASE EM EVENTOS
USANDO GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Ciência da Computação, do Departamento de
Informática e Estatística, do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina, requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da
Computação.

Autor: Julio Gonçalves Ramos

Orientadora: Prof.^a Dr.^a rer. nat. Christiane Gresse von
Wangenheim, PMP,

Coorientador: Prof. Dr. Jean Carlo Rossa Hauck

FLORIANÓPOLIS

2024/2

Julio Gonçalves Ramos

**DESENVOLVIMENTO DE UM *CHATBOT* COM BASE EM EVENTOS
USANDO GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Ciência da Computação, do Departamento de
Informática e Estatística, do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina, requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da
Computação.

Prof.^a Dr.^a rer. nat. Christiane Gresse von Wangenheim, PMP

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Jean Carlo Rossa Hauck

Coorientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Ramon Mayor Martins

Banca

Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Atualmente a computação e a Inteligência Artificial estão muito presentes no nosso dia-a-dia, com um grande crescimento previsto no mercado de trabalho. Isso torna o ensino de computação já na educação básica importante para formar cidadãos aptos tanto no uso cotidiano de computação quanto em tópicos inovadores e em alta. Nesse contexto já existem iniciativas propondo unidades instrucionais como por exemplo o curso “Machine Learning para Todos”, que visa o ensino de conceitos básicos de *Machine Learning* para estudantes do ensino fundamental e médio. Mesmo observando que o curso permite aos estudantes neste estágio educacional aprender esses conceitos, observa-se uma dificuldade em manter os estudantes engajados ao longo de todo o curso. Uma das soluções propostas para mitigar essa dificuldade são Agentes Conversacionais, coloquialmente chamados de “*chatbots*” em conjunto com a gamificação. Como parte do trabalho visa-se levantar o estado da arte em relação a *chatbots* educacionais no ensino de computação, a concepção e implementação de um modelo de *chatbot* usando técnicas de gamificação para o curso “Machine Learning para Todos” integrado na plataforma “Moodle”. Assim espera-se que o resultado deste trabalho contribua para a efetividade do ensino de Inteligência Artificial na educação básica, mantendo os estudantes engajados e assim contribuindo a uma ampla popularização deste conhecimento.

Palavras chave: Educação Básica, *Chatbot*, Gamificação, *Machine Learning*, Moodle.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	6
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
1.3 METODOLOGIA	10
1.3.1 Etapa 1 – Fundamentação teórica	10
1.3.2 Etapa 2 – Estado da arte	10
1.3.3 Etapa 3 – Desenvolvimento do modelo de chatbot	10
1.3.4 Etapa 4 – Desenvolvimento do chatbot	11
1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 MOODLE	12
2.2 ENSINO DE MACHINE LEARNING NA EDUCAÇÃO BÁSICA E O CURSO MACHINE LEARNING PARA TODOS	14
2.3 CHATBOTS EDUCACIONAIS	19
2.4 GAMIFICAÇÃO	21
3. ESTADO DA ARTE	26
3.1 DEFINIÇÃO DO PROTOCOLO DE REVISÃO	26
3.2 EXECUÇÃO DA BUSCA	27
3.3 RESULTADOS DA REVISÃO	28
3.3.1 Quais chatbots deste tipo existem para que unidade instrucional?	28
3.3.2. Quais são as características desses chatbots?	31
3.3.3. Esses chatbots usam elementos de gamificação?	40
3.3.4 Como foram avaliados os chatbots?	40
3.4 DISCUSSÃO	45
4. DESENVOLVIMENTO DO CHATBOT MLCOMPANION	47
4.1 ANÁLISE DE CONTEXTO	47
4.2 ANÁLISE DE REQUISITOS DO CHATBOT	48
4.3 MODELAGEM DO CHATBOT	50
4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO CHATBOT	55
4.4.1 Tecnologia	55
4.4.2 Arquitetura do sistema	56
4.4.3 Design da interface	57
4.4.4 Implementação	58
<i>4.4.4.1 Configurações do ambiente Moodle</i>	<i>58</i>
<i>4.4.4.2 Preparação do curso para a utilização do chatbot</i>	<i>60</i>
<i>4.4.4.3 Configurações do Discord</i>	<i>62</i>
<i>4.4.4.4 Implementação das funcionalidades do chatbot</i>	<i>62</i>

4.4.4.5 Instanciação do chatbot	71
4.5 TESTE DE SISTEMA	71
5. CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A	80

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Atualmente a computação está muito presente no nosso dia-a-dia, com um grande crescimento no mercado de trabalho previsto para até 2029 (Martins e Gresse von Wangenheim, 2024). Dessa forma, o ensino de computação já na educação básica se torna importante para formar cidadãos aptos tanto no uso cotidiano de computação quanto em tópicos inovadores e em alta como a inteligência artificial. Inteligência artificial, ou IA, pode ser definida como “[...] tecnologia que permite que computadores e máquinas simulem o aprendizado humano, compreensão, solução de problemas, tomada de decisões, criatividade e autonomia.” (Stryker e Kavlakoglu, 2024, tradução nossa).

O uso de ferramentas virtuais de ensino teve um crescimento significativo na última década (Assessoria de Comunicação Virtual do Inep, 2022). Isso possibilitou o desenvolvimento de novas metodologias de ensino, como a “Sala de Aula Invertida”. Nessa modalidade, o estudante acessa os conteúdos por conta própria em casa ou até na sala de aula por meio de ambientes virtuais, em que a interação presencial com o professor se torna um espaço para tirar dúvidas (Junior, 2020).

Ambientes de Aprendizado Virtuais (AVAs), também chamados de *Learning Management Systems (LMS)*, são definidos como:

“[...] um ambiente de comunicação síncrona e assíncrona que permite a aprendizagem em um espaço virtual, o qual possibilita a construção da aprendizagem por meio da interação entre alunos, professores e tutores, através de recursos disponibilizados no ambiente.” (Meyer, 2022, p. 191)

Um exemplo de AVA é o *Moodle*¹ (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) (Universidade Federal de Santa Catarina, 2023), que é usado em diversas instituições de ensino brasileiras, incluindo a Universidade Federal de Santa Catarina². Ele é usado tanto como complemento para as aulas presenciais quanto para o ensino à distância. O Moodle possibilita aos professores disponibilizarem recursos como arquivos de texto e vídeos, e também a criação de atividades no formato de questionários, ambientes de programação e *links* para videoconferências.

Porém, de forma geral, observa-se uma dificuldade em manter os estudantes engajados ao longo dos cursos. Fatores como o atendimento personalizado e a clareza de objetivos quanto aos estudos são difíceis de replicar em um ambiente online (Benotti, 2014). Os AVAs muitas vezes fornecem ferramentas para a comunicação entre alunos e professores (Meyer, 2022) como fóruns e enquetes, mas tais recursos são opcionais e devem ser implementados de acordo com as necessidades de cada curso. A falta de contato com os professores faz com que as dúvidas dos alunos fiquem sem resposta (Benner *et al.*, 2022), o que é um dos fatores que leva à frustração por parte dos alunos. A falta de estrutura no aprendizado pode causar também a desistência dos alunos, algo observado principalmente em cursos remotos (Benotti, 2014).

Uma das soluções propostas para mitigar essa dificuldade são os chamados Agentes Conversacionais, coloquialmente chamados de “*chatbots*” (Benner *et al.*, 2022). *Chatbots* podem ser definidos como:

“[...] sistemas digitais que podem ser interagidos via interfaces de texto ou voz. [...] O seu propósito é automatizar conversações simulando um parceiro conversacional humano e podem ser integrados a softwares, como plataformas online, assistentes digitais, ou interligado com serviços de mensagens” (Wollny *et al.*, 2021, p. 2, tradução nossa).

Com o recente avanço nas tecnologias de inteligência artificial, os *chatbots* também vão ficando cada vez mais avançados usando métodos de processamento de linguagem natural (*NLP*) (Adamopoulou; Moussiaes; 2020).

Foram propostos diversos papéis para os *chatbots*, desde agentes de ensino que agem como professores até agentes que devem ser ensinados pelos alunos para os motivar

¹ <https://moodle.com/>

² <https://presencial.moodle.ufsc.br/>

e reforçar o conteúdo aprendido nas lições (Kuhail *et al.*, 2022). Algumas das funções realizadas por *chatbots* são resposta de perguntas frequentes, aplicação de quizzes, recomendação e informação sobre atividades letivas.

Entretanto, também existem problemas de engajamento mesmo com o uso de *chatbots*. Cursos que implementaram *chatbots* como ferramentas de ensino apontam que o interesse dos estudantes em conversar com os *chatbots* diminuiu após algumas semanas (Hwang, Chang, 2021; Kuhail *et al.*, 2022). Estudantes também tendem a ficar frustrados com o processo de aprendizagem quando o *chatbot* usa um conjunto de dados muito limitado e sentem falta de alguns recursos como informações sobre cursos e departamentos (Kuhail *et al.*, 2022).

Uma estratégia muito utilizada para ajudar com o engajamento de alunos é a gamificação. Gamificação é “a aplicação do design de jogos, inteira ou parcialmente, a problemas do mundo real” (Hidayatulloh *et al.*, 2021). São utilizados elementos dos jogos como *leaderboards*, níveis de experiência, missões e recompensas para representar o progresso dos alunos e os motivar. Com a integração da gamificação em *chatbots*, alguns recursos da gamificação podem ser utilizados para medir o progresso, aprendizagem e diversão dos alunos, como por exemplo o modelo *Hexad* de arquétipos de jogadores (Benner *et al.*, 2022; González-González *et al.*, 2023).

Atualmente os *chatbots* já estão sendo adotados amplamente na prática de assistência médica e atendimento ao cliente (Wollny *et al.*, 2021), mas também possuem grande importância para a educação. Existem diversos estudos recentes sobre a integração de *chatbots* no ensino, principalmente nas áreas de aprendizado de línguas estrangeiras (Hwang, Chang, 2021). Existem também *chatbots* usados para o ensino de computação, abordando tópicos como linguagens de programação e redes de computadores (Kuhail *et al.*, 2022).

Quanto aos *chatbots* que fazem uso de gamificação, existem ainda poucos exemplos. Existe uma falta de fundamentação teórica quanto à implementação dos *chatbots*, com um foco maior para o uso em educação informal por meio de questionários e exercícios de fixação (Benner *et al.*, 2022). O uso de gamificação tem um foco mais motivacional, proporcionando *feedback* e informações úteis, e ajudando na definição de

objetivos (Benner *et al.*, 2022). Portanto, o objetivo deste trabalho é criar um *chatbot* que use técnicas de gamificação para o curso “Machine Learning para Todos”, que é um curso que visa ensinar estudantes do ensino básico os conceitos fundamentais de inteligência artificial e *Machine Learning* (Martins *et al.*, 2023a).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um *chatbot* para auxiliar no ensino de *Machine Learning* (ML) na educação básica. Serão adotadas técnicas de gamificação para manter o aluno engajado nas atividades de aprendizagem. O *chatbot* será acionado por eventos da plataforma Moodle do curso “Machine Learning para Todos” (Gresse von Wangenheim *et al.*, 2023), e a partir destes eventos irá interagir com o estudante enviando mensagens fazendo uso de técnicas de gamificação para o manter engajado no ensino. As mensagens serão enviadas por meio de um aplicativo de mensagens pré-existente, ou em último caso por um aplicativo próprio desenvolvido com App Inventor. O App Inventor é um aplicativo desenvolvido por membros da universidade “Massachusetts Institute of Technology” (MIT), que permite que aplicativos sejam criados com facilidade utilizando um sistema visual de programação em blocos (App Inventor, 2024).

1.2.2 Objetivos Específicos

- O1. Analisar a fundamentação teórica sobre ensino de *Machine Learning* na educação básica, *chatbots*, Moodle e gamificação.
- O2. Analisar o estado da arte em relação a *chatbots* na educação básica (voltados ao ensino de computação/IA).
- O3. Definição de um modelo de interação via *chatbot* no curso “Machine Learning para Todos” usando gamificação.
- O4. Desenvolver o *chatbot* integrado à plataforma Moodle e aplicativo de mensagens para automatizar a interação no contexto educacional.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho é dividida nas seguintes etapas.

1.3.1 Etapa 1 – Fundamentação teórica

Na etapa inicial é feita a análise quanto aos conceitos principais do trabalho, entre eles o ensino de *Machine Learning* na educação básica, uso de *chatbots* para o ensino, e gamificação com base em uma análise da literatura. Esta etapa possui as seguintes atividades:

A1.1 - Análise teórica sobre ensino de ML na educação básica e o curso Machine Learning para Todos

A1.2 - Análise teórica sobre *chatbots* educacionais

A1.3 - Análise teórica sobre o Moodle

A1.4 - Análise teórica sobre gamificação

1.3.2 Etapa 2 – Estado da arte

Nesta etapa é realizado um mapeamento sistemático da literatura seguindo o processo proposto por Petersen et al. (2008) para identificar e analisar *chatbots* educacionais atualmente sendo utilizados (no contexto do ensino de computação na Educação Básica). Esta etapa é dividida nas seguintes atividades:

A2.1 – Definição do protocolo da revisão

A2.2 – Execução da busca e seleção de artigos relevantes

A2.3 – Extração e análise de informações relevantes

1.3.3 Etapa 3 – Desenvolvimento do modelo de chatbot

Para o desenvolvimento do modelo de *chatbot* foi analisada a metodologia de desenvolvimento de *chatbots* proposta por Cameron *et al.* (2018) junto com o *framework* concebido por Wongso, Rosmansyah e Bandung (2018) para sistemas de e-learning e é baseado em engajamento social, Web 2.0 (era da internet em que surgiram novos meios de interação entre os usuários) e principalmente gamificação.

A3.1 - Analisar o contexto

- A3.2 - Analisar os requisitos do *chatbot*
- A3.3 - Desenvolver os mecanismo de acionamento
- A3.4 - Definir o *feedback* do *chatbot*

1.3.4 Etapa 4 – Desenvolvimento do chatbot

Nesta etapa é desenvolvido o *chatbot* seguindo um processo de desenvolvimento iterativo e incremental:

- A4.1 - Iteração da implementação de *chatbot* 1 (respostas proativas)
- A4.2 - Iteração da implementação de *chatbot* 2 (gamificação)
- A4.3 - Teste da implementação do *chatbot*

1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Na seção 2 são apresentados os conceitos essenciais para esse trabalho. Na seção 3 é feito um mapeamento sistemático do estado da arte dos *chatbots* educacionais integrados ao Moodle. Na seção 4 é detalhado o desenvolvimento do *chatbot* MLCompanion, sendo ele dividido em análise de contexto e requisitos, modelagem e implementação. Finalmente, na seção 5 é apresentada a conclusão deste trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados conceitos importantes para este trabalho. Estes são: a plataforma Moodle, o ensino de *Machine Learning* na educação básica e o papel do curso Machine Learning para Todos, as características dos *chatbots* educacionais e o conceito de gamificação.

2.1 MOODLE

O Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) é um projeto de código aberto criado em 2001 por Martin Dougiamas (History, 2020). Ele é considerado um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) que proporciona diversos recursos para facilitar uma aprendizagem colaborativa e gratuita (Vasconcelos; Jesus; Santos, 2020). Ele já foi traduzido para mais de 120 línguas, e pode ser personalizado para melhor se adequar a cada instituição que o implementa (Fontes *et al.*, 2021). O Moodle está sendo utilizado também na UFSC tanto para acompanhar os cursos presenciais quanto os cursos de extensão.

O ambiente principal do Moodle é dividido em cursos ou matérias, cada um com seu espaço próprio. Existem diversas ferramentas para a gerência do curso, e diversas formas de interagir e avaliar os alunos. Os administradores de cada curso podem personalizar a sua página de diversos modos, adicionando materiais instrucionais como imagens, vídeos, *links* para recursos externos e outros materiais relevantes.

Podem ser adicionadas também atividades de diversos tipos (Tabela 1).

Tabela 1. Exemplos de atividades no Moodle

Tipo de atividade	Descrição
Questionário	Atividade não avaliativa para a coleta de informações sobre os alunos
Tarefa	Atividade avaliativa simples consistindo de uma entrega de arquivos ou texto
Conteúdo Interativo (H5P)	Formato que possibilita a inclusão de diversas mídias em uma mesma apresentação, como slides, imagens, vídeos e quizzes com diversas opções (múltipla ou única escolha, número variável de tentativas, correção automática, etc.)

Os instrutores podem também realizar a avaliação das atividades via Moodle. A nota pode ser exibida com categorias de letras (A para notas até 80%, por exemplo) ou seguindo tipicamente o padrão utilizado no Brasil de notas de 0 até 10. A correção de algumas atividades como quizzes e exercícios de programação pode ser automática e com a nota sendo exibida logo após a conclusão do curso, ou em uma data futura configurável.

Além da interação entre alunos e professores, existem também ferramentas que possibilitam que os alunos interajam entre si. O fórum é um espaço onde os alunos e professores podem conversar de forma assíncrona, podendo haver vários tópicos de discussão diferentes. Ele também é usado como uma central de avisos dos professores para os alunos. Outra atividade popular (Gamage *et al.* 2022) é o *workshop* (laboratório de avaliações), que permite aos alunos avaliarem os trabalhos de seus colegas. Também há uma opção de mensagens em tempo real, que permite que alunos conversem entre si individualmente ou em grupo, e que professores enviem mensagens para todos os participantes de um curso ao mesmo tempo. Isso é diferente da atividade “chat”, que é uma sala de chat em grupo somente acessível para os integrantes de um curso específico.

O Moodle também possui suporte para materiais e *plugins* externos, existindo mais de 2.000 atualmente³. Alguns dos mais populares são:

- “*BigBlueButton*”, para conferência web;
- “*Interactive Content - H5P*”, para a integração de conteúdos multimídia em HTML5 incluindo slides, vídeos interativos com quizzes;
- “*Attendance*”, para o registro de presença;

Também existem vários *plugins* que alteram a aparência do Moodle como “*Moove*”, “*Adaptable*” e “*Academi*”. Há um plugin que permite a adição de elementos de gamificação a um curso, chamado de “*Level Up XP - Gamification*”.

O Moodle possui também ferramentas para o acompanhamento do progresso dos alunos. Além das notas e presença, é possível obter logs sobre o acesso às atividades,

³ Desenvolvido pela empresa Branch Up. Disponível em: <https://www.levelup.plus/xp/>

visualização de materiais, entregas de tarefas e até mesmo horários em que o usuário se loga na plataforma.

O Moodle fornece também suporte para uma API de *Web Services*⁴. É necessário que um usuário autorizado obtenha uma *token* de segurança para poder fazer requisições por meio dos protocolos “REST”, “JSON”, “SOAP” ou “XMLRPC”. Cabe aos administradores de cada instância do Moodle escolherem quais funções serão implementadas. Algumas das ações possíveis por meio desse sistema são: obter e modificar dados dos cursos, ver as atividades feitas pelos alunos, mandar mensagens pelo chat e fórum, entre outras.

2.2 ENSINO DE *MACHINE LEARNING* NA EDUCAÇÃO BÁSICA E O CURSO *MACHINE LEARNING* PARA TODOS

O ensino de computação na educação básica é importante para familiarizar os estudantes desde cedo com as ferramentas que vem sendo cada vez mais utilizadas nos dias atuais, mas também para instigar neles o interesse por áreas inovadoras e em alta como a inteligência artificial. O uso da inteligência artificial está se tornando cada vez mais comum, mas a sua produção ainda é considerada complexa e inacessível por muitos (Gresse von Wangenheim *et al.*, 2023). É crucial que os jovens estejam familiarizados com essa área o quanto antes, para poderem responder à demanda atual por inteligência artificial e especialmente *Machine Learning* (Martins *et al.*, 2023a).

A iniciativa “*Artificial Intelligence for K-12*” (AI4K12, 2020) propõe um conjunto de diretrizes que sugere um currículo para o ensino de inteligência artificial na educação básica. Os alunos devem começar por aprenderem conceitos gerais da computação, como codificação e estruturas de dados, e então estudam conceitos específicos da área de *Machine Learning* como reconhecimento de padrões, treinamento de modelos e ajuste de pesos. É importante não somente ensinar conceitos técnicos básicos, mas também as questões éticas e morais envolvidas no seu uso como violações de privacidade causadas por IA, impacto no mercado de trabalho e possibilidade de solução de problemas sociais (AI4K12, 2020).

⁴ <https://moodledev.io/docs/4.5/apis/subsystems/external>

Um exemplo de uma unidade instrucional para ensinar IA na educação básica é o curso Machine Learning para Todos (Martins *et al.*, 2023a). Ele visa o ensino de conceitos básicos de inteligência artificial, mais especificamente na área de *Machine Learning*. Ele é voltado para estudantes que não possuem nenhum conhecimento sobre inteligência artificial em geral (Tabela 2). O curso é voltado para estudantes entre 10 a 14 anos, mas também pode ser usado para introduzir estudantes mais velhos à área com algumas modificações sugeridas como plataformas de *Machine Learning* mais convencionais (Martins *et al.*, 2023a).

Tabela 2. Objetivos de aprendizagem do curso Machine Learning para Todos

ID	Objetivo de aprendizagem
OA1	Conhecer e identificar exemplos de aplicações de <i>ML</i>
OA2	Descrever conceitos básicos de <i>ML</i> : o que é e como funcionam as redes neurais, processos de <i>ML</i>
OA3	Coleta, filtragem e rotulagem de dados para o treinamento de um modelo de <i>ML</i> ; entender como algoritmos de <i>ML</i> são influenciados por dados
OA4	Treinar um modelo de <i>ML</i>
OA5	Avaliar a performance de um modelo de <i>ML</i>
OA6	Discutir preocupações éticas e o impacto de <i>ML</i> na sociedade
OA7	(Ciências) Propor iniciativas individuais e coletivas para resolver os problemas ambientais na cidade ou comunidade, baseado na análise de consumo bem-sucedido e ações sustentáveis

Fonte: Gresse von Wangenheim *et al.*, 2023.

A parte inicial do curso tem um foco teórico e é voltada para o ensino de conceitos básicos de inteligência artificial, por meio de ilustrações e vídeos sobre *Machine Learning*. Também são mostrados exemplos de aplicações práticas, como o jogo “*Quick Draw!*” desenvolvido pela *Google*, usando uma inteligência artificial que reconhece desenhos feitos pelo jogador. Após isso, os estudantes são guiados a criar o seu próprio modelo de *Machine Learning* seguindo um processo básico de desenvolvimento de modelo de *Deep Learning*. No início os alunos preparam um conjunto de imagens e as rotulam de acordo com as categorias (vidro, plástico, etc.). Eles também eliminam quaisquer imagens que não sejam adequadas, como as que não são suficientemente nítidas. O conjunto de imagens então é usado para treinar um modelo de *Machine Learning* usando a ferramenta visual “*Teachable*

Machine” (<https://teachablemachine.withgoogle.com/>), desenvolvido pela Google. Em seguida os estudantes avaliam o desempenho do modelo treinado em relação à acurácia e matriz de confusão e testam o modelo com novas imagens que não foram utilizadas durante o treinamento. Com base nos resultados, os estudantes são motivados para iterativamente melhorar o conjunto de imagens e/ou modificar os parâmetros de treinamento para melhorar o desempenho até que o modelo obtenha resultados aceitáveis (Martins *et al.*, 2023a).

No final do curso, são trabalhadas as questões éticas sobre o uso de inteligência artificial no dia-a-dia. Para isso é utilizado o site “*Moral Machine*”, que contém uma série de situações difíceis que encorajam discussões éticas entre os alunos. O plano de ensino do curso é detalhado na Tabela 3.

Tabela 3. Plano de ensino do curso Machine Learning para Todos

Aula	Tópico	Duração	Conteúdo	Objetivo(s) de aprendizagem	Métodos instrucionais	Materiais instrucionais	Avaliação da aprendizagem
1	Noções gerais e importância	2h	Motivação sobre IA e aplicações no dia-a-dia	OA1, OA6	Aula expositiva*, discussão, demonstração prática	Slides interativos, vídeo, demonstração: aplicativo “ <i>Object Detector and Classifier</i> ”, jogo “ <i>QuickDraw!</i> ”, vídeo: “ <i>Deteção e segmentação de objetos</i> ”	Quiz 1
2	Conceitos básicos	2h	Conceitos básicos de <i>ML</i> : o que significa “aprender”, processo de <i>ML</i> : preparação de dados (coleta, filtragem, rotulagem), engenharia de recursos, treinamento	OA2, OA4	Aula expositiva*, atividade desplugada	Slides interativos, vídeo	Quiz 2
3	Criando o seu primeiro modelo de <i>ML</i>	1h	Classificação de recicláveis; preparação de dados (filtragem e rotulagem)	OA3, OA7	Aula expositiva*, atividade prática	Slides interativos, vídeo, conjunto de dados de imagens de lixo reciclável (via <i>Google Drive</i>), relatório de preparação	Quiz 3, avaliação do treinamento do modelo baseada em performance

						de dados (formulário <i>online</i>)	
4		1h	Treinamento e avaliação do modelo	OA4, OA5	Aula expositiva*, atividade prática	Slides interativos, vídeo, <i>Google Teachable Machine</i> , treinamento do modelo e relatório de avaliação de performance (formulário <i>online</i>)	Quiz 4, avaliação do treinamento do modelo baseada em performance
5	Revisão do conteúdo e processo de <i>ML</i>	1h	Revisão dos conceitos e processo de <i>ML</i>	OA1, OA2, OA3	Aula expositiva*, discussão	Slides interativo, vídeo	Quiz 5
6	Problemas éticos e impacto social	1h	Problemas éticos à respeito de <i>IA/ML</i> , limitações, riscos e oportunidades de emprego	OA1, OA6	Aula expositiva*, aprendizagem baseado em jogos* , discussão	Slides interativos, vídeo, jogo de cartas "IA Dilema" demonstração: " <i>MIT Moral Machine</i> "	Quiz 6

* Quando aplicado presencialmente

Fonte: Gresse von Wangenheim *et al.*, 2023.

Tanto os quizzes quanto as perguntas incluídas nos slides interativos do formato H5P são avaliados de forma automática e inseridos diretamente no relatório de notas do aluno na plataforma Moodle. A avaliação do modelo de *machine learning* também é feita de forma automática pela ferramenta CodeMaster (<http://apps.computacaonaescola.ufsc.br/codemaster/>) seguindo os critérios da rubrica apresentada na Tabela 4 (Rauber *et al.*, 2023). Para o critério de rotulação, é analisada uma amostra contendo apenas 10% das imagens para reduzir o tempo de processamento e assim proporcionar um *feedback* instantâneo.

Tabela 4. Rubrica de pontuação

ID	Item/Variáveis observáveis	Níveis de desempenho			
		Não submetido - 0 pontos	Fraco - 1 ponto	Aceitável - 2 pontos	Bom - 3 pontos
	Gerenciamento de dados (OA3)				
I1	Quantidade de	Nenhum arquivo	Menos de 20	21 a 35 imagens	Mais que 35

	imagens	GTM (.tm) submetido para avaliação	imagens por categoria	por categoria	imagens por categoria
12	Distribuição do conjunto de dados	Nenhum arquivo GTM (.tm) submetido para avaliação	O número de imagens em cada categoria varia muito. Mais de 10% de variação em pelo menos uma categoria (relativo ao total)	O número de imagens em cada categoria varia entre 3% e 10%	Todas as categorias possuem o mesmo número de imagens (menos que 3% de variação)
13	Rotulagem das imagens (amostrando 10% das imagens para testar através de modelo de <i>Machine Learning</i> de alta precisão)	Nenhum arquivo GTM (.tm) submetido para avaliação	Menos que 20% das imagens foram rotuladas corretamente	Entre 20% e 95% das imagens foram rotuladas corretamente	Mais que 95% das imagens foram rotuladas corretamente
Treinamento do modelo (OA4)					
14	Treinamento	Nenhum arquivo GTM (.tm) submetido para avaliação	O modelo não foi treinado.	O modelo foi treinado utilizando parâmetros padrão	O modelo foi treinado utilizando parâmetros ajustados (época, tamanho de lotes, taxa de aprendizado)
Interpretação do desempenho (OA5)					
15	Análise de precisão por categoria	Sem informações submetidas sobre categorias e/ou interpretação	Categorias com baixa precisão não foram identificadas	–	Todas as categorias com baixa precisão foram identificadas corretamente
16	Interpretação da precisão	Sem informações submetidas sobre categorias e/ou interpretação	Interpretação incorreta da análise de precisão do modelo	–	Interpretação correta da análise de precisão do modelo
17	Análise da matriz de confusão	Sem informações submetidas sobre matriz de confusão e/ou interpretação	Identificação incorreta de erros de classificação (mais que 2 erros)	Identificação incorreta de um ou dois erros de classificação	Identificação correta de todos os erros de classificação
18	Interpretação da matriz de confusão	Sem informações submetidas sobre matriz de confusão e/ou interpretação	Interpretação incorreta da análise do modelo por matriz de confusão	–	Interpretação correta da análise do modelo por matriz de confusão
19	Ajustes/Melhorias feitas	Sem informações submetidas sobre melhorias	Nenhuma nova iteração de desenvolvimento foi relatada	Uma nova iteração com mudanças no conjunto de dados e/ou parâmetros de treinamento foi relatada	Várias iterações com mudanças no conjunto de dados e/ou parâmetros de treinamento foram relatadas
110	Teste com novos objetos	Sem informações submetidas sobre	Nenhum objeto novo testado	1-3 objetos testados	Mais que 3 objetos testados

		testes e/ou interpretação			
I11	Análise de resultados dos testes	Sem informações submetidas sobre testes e/ou interpretação	Indicação incorreta do número de erros nos testes	–	Indicação correta do número de erros nos testes
I12	Interpretação de resultados dos testes	Sem informações submetidas sobre testes e/ou interpretação	Interpretação errada dos resultados dos testes	–	Interpretação correta dos resultados dos testes

Fonte: Rauber et al., 2023, tradução nossa.

2.3 CHATBOTS EDUCACIONAIS

Um *chatbot*, também chamado de agente conversacional, é um sistema de inteligência artificial (Adamopoulou; Moussiaes; 2020) que simula a interação humana por meio de texto ou voz (Ramandanis; Xinogalos; 2023) em conversas gerais ou pertinentes a um tópico ou domínio específico (Smutny; Schreiberova; 2020). A inteligência artificial é um campo muito amplo e está presente nos *chatbots* em diversas formas, desde casos simples de pergunta-resposta pré-definidos (*pattern matching*), até programas complexos para a identificação e processamento de linguagem chamados de Processamento de Linguagem Natural ou NLP (*Natural Language Processing*) (Adamopoulou; Moussiaes; 2020).

Os *chatbots* podem ser implementados em uma aplicação própria, como um serviço web, ou integrados a outras aplicações (Smutny; Schreiberova; 2020). Eles podem ser desenvolvidos do zero utilizando uma linguagem de programação qualquer, ou fazendo uso de plataformas de terceiros (Adamopoulou; Moussiades; 2020).

Os *chatbots* comumente seguem o mesmo processo de comunicação usando dois tipos de interação (Dye, 2016): *pull* e/ou *push*. O tipo *pull* necessita que o usuário inicie todas as interações, e são o tipo mais comum em ambientes corporativos. Isso pode ocorrer com o usuário p.ex fazendo uma pergunta ou apertando algum botão, e o *chatbot* então responde a essa interação Já no tipo *push* o *chatbot* envia uma informação proativamente, de acordo com algum mecanismo de gatilho (*trigger*) como um evento ou um horário pré-determinado, a qual o usuário pode ou não responder.

Smutny e Schreiberova (2020) os classificam de acordo com a aplicação em que eles são integrados, assim como pela sua forma de interação com o usuário:

- Baseado em botões: escolhas pré-definidas apresentadas por meio de botões, como p.ex. opções de resposta pré-definidas para uma pergunta feita pelo *chatbot*.
- Reconhecimento de palavras-chave: *chatbot* reconhece uma palavra-chave na entrada e emite resposta pré-definida, como p.ex. mudar o tópico da conversa para certo assunto ao identificar o seu nome na mensagem do usuário.
- Contextual: uso de técnicas de *Machine Learning* para reconhecer o contexto e formular uma resposta, como p.ex. novas tecnologias como o “*ChatGPT*”.
- Habilitado por voz: uso de reconhecimento de voz para responder perguntas ou realizar tarefas, como p.ex. Alexa e Siri.

Adamopoulou e Moussiades (2020) trazem uma série de categorias possíveis para a classificação:

- Domínio de conhecimento aberto ou fechado: determina se o *chatbot* é capaz de conversar sobre tópicos gerais ou se é focado em uma área específica.
- Foco informativo, conversacional ou baseado em tarefas: determina se o objetivo principal do *chatbot* é providenciar informação, conversar de forma natural, ou realizar tarefas de acordo com o contexto da conversa.
- Entrada baseada em regras, recuperação (*retrieval*) ou generativa: a resposta do *chatbot* pode acontecer por meio de regras que correspondem a padrões pré-definidos, fazendo a recuperação de respostas anteriores por meio de APIs, ou utilizando *Machine Learning* para gerar respostas.

Os *chatbots* podem realizar diversas funcionalidades úteis quando empregados na área da educação. Eles podem ser utilizados para automatizar tarefas, providenciar aos estudantes informações sobre seus cursos, realizar tarefas administrativas e/ou avaliar os estudantes (Okonkwo; Ade-Ibijola, 2021). Eles podem ser utilizados também para responder perguntas frequentes e enviar materiais didáticos de acordo com os tópicos mais pesquisados por assunto (Ramandanis; Xinogalos, 2023). A maioria dos *chatbots* feitos

para o aplicativo Facebook Messenger pesquisados por Smutny e Schreiberova (2020) aplicam quizzes e respondem dúvidas, e alguns enviam lembretes para os usuários para mantê-los engajados em seus estudos.

Cameron et al. (2018) definem um *framework* para facilitar o desenvolvimento de *chatbots*. Ele é uma versão modificada do modelo de ciclo de vida do desenvolvimento de um chatbot proposto pelo periódico “Chatbots Magazine”. Ele incorpora aspectos da construção de sistemas especialistas, fazendo uso do modelo “*CommonKADS*” (*Knowledge Analysis and Documentation System*) para estruturar o conhecimento a ser inserido no *chatbot*. Além das etapas definidas (requisitos, especificações, *script*, arquitetura, desenvolvimento, testes, *deploy*, publicação, monitoramento, promoção, análise), ele sugere a coleta de conhecimento e o teste de usabilidade. A coleta de conhecimento deve ser feita por meio de especialistas do domínio em que o *chatbot* irá basear suas conversas. Já os testes de usabilidade devem assegurar as melhores práticas quanto ao desenvolvimento de um *software*, como a comunicação clara dos limites do *chatbot* e um *feedback* adequado ao usuário.

2.4 GAMIFICAÇÃO

A gamificação pode ser definida como a aplicação de elementos de jogos em problemas do mundo real (Hidayatulloh et al., 2021), com o objetivo de engajar ou motivar usuários (Polat, 2023). Sobre as vantagens de um ambiente *gamificado* bem planejado, pode-se afirmar que:

Pesquisas sugerem que um ambiente *gamificado* bem planejado pode trazer uma série de benefícios cognitivos e emocionais, como melhoria nas habilidades de solução de problemas, habilidades colaborativas e resiliência perante a desafios (Christopoulos e Mystakidis, 2023, tradução nossa).

Segundo Polat (2023), os elementos mais utilizados na gamificação são a pontuação, insígnias que destacam as conquistas dos usuários, e *leaderboards*.

A pontuação é considerada essencial para a gamificação (Christopoulos; Mystakidis; 2023), já que serve como fonte de *feedback* e motivação extrínseca para os usuários (Polat, 2023). Os jogadores recebem pontos por cumprir objetivos e metas, mas também podem ser entregues aleatoriamente ou como forma de motivação (Christopoulos;

Mystakidis; 2023). Os pontos podem ser divididos em diversos tipos, como os pontos de experiência, que fazem parte do sistema de níveis (*levels*) que medem o progresso dos usuários, ou também pontos que podem ser gastos para adquirir recompensas (Strmečki *et al.*, 2015).

As insígnias, ou *badges*, são uma representação visual das conquistas dos usuários, e agem como uma forma de compartilhar as conquistas de cada um (Polat, 2023). É importante que as insígnias de um usuário sejam visíveis para todos os outros em seu perfil para servir como um motivador (Strmečki *et al.*, 2015).


Os *leaderboards* ou *rankings* classificam os usuários com base em alguma métrica, geralmente sua pontuação, e comparam o desempenho ou progresso entre eles. Os usuários que estão nas últimas posições do *leaderboard* podem se sentir desmotivados, então devem ser empregadas estratégias como categorias diferentes ou ocultar a quantidade exata de pontos dos usuários (Strmečki *et al.*, 2015).


As missões ou desafios (*quests/challenges*) são uma série de objetivos, geralmente interconectados, que guiam os usuários e os dão recompensas ao completá-los. Estas missões podem ser conferidas por personagens não jogáveis, ou *NPCs* (*non-player characters*), que também podem servir como guias e dar suporte aos usuários (Christopoulos; Mystakidis, 2023).


Existem exemplos de *plugins* que adicionam elementos de gamificação a sistemas que não os possuíam originalmente. Um desses é o plugin “*Level Up XP - Gamification*” para a plataforma Moodle. Ele adiciona um sistema de níveis, que são alcançados quanto mais pontos de experiência (XP) os estudantes adquirem ao realizarem atividades do curso. Os jogadores recebem notificações e novas insígnias após cada nível alcançado, assim como acesso a conteúdos adicionais, e também é implementado um *leaderboard* ao curso para exibir o progresso de cada estudante.

Figura 1. Painel do plugin “*Level Up XP - Gamification*”

Level up!






TOTAL **984** 

next level in **101** 




RANKING



6 **7** 8

+192 -67

RECENT REWARDS

3 	Section completed	32m
20 	Activity completed	32m
45 	Discussion created	32m

 Info  Leaderboard








Fonte: Página do plugin “Level Up XP - Gamification”⁵




Figura 2. Relatório do plugin “Level Up XP - Gamification”

Info Leaderboard **Report** Levels Points Settings XP+

Report

Log

First name / Surname	Level	Total	Progress
 Ellie de Morgan	9	3,514 ^{XP}	 next level in 328 ^{XP}
 Jon Ford	9	2,973 ^{XP}	
 Benjamin Franklin	8	2,824 ^{XP}	
 Gavin Jackson	7	1,660 ^{XP}	 next level in 450 ^{XP}
 Séléna Garnier	6	1,331 ^{XP}	 next level in 200 ^{XP}
 Delfino Fernandes	6	1,176 ^{XP}	 next level in 355 ^{XP}

-  Award points
-  Edit
-  View logs
-  Delete

⁵ Disponível em: https://moodle.org/plugins/block_xp

Fonte: Página do plugin “*Level Up XP - Gamification*”⁶

Existem diversos *frameworks* usados para o desenvolvimento de sistemas *gamificados* (Christopoulos e Mystakidis, 2023). Dentre eles se destaca o *framework* MDA (*Mechanics - Dynamics - Aesthetics*) criado por Hunicke et al. (2004), que separa os sistemas gamificados em três elementos estruturais:

- As mecânicas são os elementos técnicos dos sistemas gamificados, como os algoritmos e estruturas de dados.
- As dinâmicas são o resultado dos jogadores interagindo com as mecânicas dos sistemas gamificados.
- As estéticas representam as emoções sentidas pelos jogadores enquanto jogam.

MDA é expandido pelo “*framework 6-11*” de Dillon (2011), que traz uma taxonomia que possibilita um maior detalhamento das estéticas dos jogos. Ele divide a estética do jogo em emoções (medo, raiva, alegria, orgulho, tristeza e entusiasmo) e instintos (sobrevivência, auto identificação, colecionar, ganância, proteção, agressividade, vingança, competição, comunicação, exploração e apreciação às cores) mais comuns à toda a população.

Embora MDA e 6-11 são *frameworks* para a análise geral de jogos, não sendo específicos para a gamificação, eles são bastante populares na indústria e também aplicados para sistemas gamificados (Pedroso *et al.* 2018). O *framework* concebido por Wongso, Rosmansyah e Bandung (2018) foi feito para sistemas de *e-learning* e é baseado em engajamento social, *Web 2.0* (era da internet em que surgiram novos meios de interação entre os usuários) e principalmente gamificação. Este *framework* define cinco etapas no desenvolvimento de sistemas gamificadas no *e-learning*:

- Análise: são escolhidos os recursos da *Web 2.0* e gamificação a serem implementados no sistema.

⁶ Disponível em: https://moodle.org/plugins/block_xp

- Design: os recursos da *Web 2.0* escolhidos na etapa anterior são detalhados e divididos em partes menores em preparação para a sua implementação.
- Desenvolvimento: os recursos da *Web 2.0* são combinados aos elementos de gamificação escolhidos na etapa da análise.
- Implementação: os recursos são implementados a um sistema de *e-learning* e ajustados de acordo com suas especificações.
- Avaliação: o sistema de *e-learning* é utilizado para extrair os dados de uso dos usuários para avaliar o sucesso dos recursos implementados.

3. ESTADO DA ARTE

Para levantar o estado da arte sobre quais *chatbots* existem para ensinar IA/ML na educação básica integrado ao Moodle, foi conduzido um mapeamento sistemático seguindo os procedimentos propostos por Petersen *et al.* (2008).

3.1 DEFINIÇÃO DO PROTOCOLO DE REVISÃO

O objetivo desta revisão é responder à seguinte questão: Quais *chatbots* existem para ensinar IA/ML na educação básica integrados ao Moodle? Com base no objetivo desta revisão, a pergunta de pesquisa é refinada nas seguintes questões de análise:

QA1. Quais *chatbots* deste tipo existem para que unidade instrucional?

QA2. Quais são as características desses *chatbots*?

QA3. Esses *chatbots* usam elementos de gamificação?

QA4. Quais os efeitos e pontos fortes e fracos observados no uso destes *chatbots*?

Critérios de inclusão/exclusão. Foram consideradas somente *chatbots* voltados ao ensino nesta pesquisa, focando no suporte do processo de aprendizagem do aluno. *Chatbots* exclusivamente voltados ao suporte a aspectos administrativos no contexto educativos e/ou para outros fins foram excluídos. Enfocando nesta pesquisa especificamente no AVA Moodle, foi limitada a inclusão de artigos também somente a estudos que apresentam soluções integradas ao Moodle. Observando uma falta de *chatbots* especificamente para ensinar IA/ML, foram incluídos estudos apresentando soluções para o ensino de qualquer competência. Foram também incluídas propostas de *chatbots* para qualquer estágio escolar, não somente na educação básica. Foram considerados somente materiais publicados em inglês e português disponíveis gratuitamente via Portal Capes.

Critérios de qualidade. Foram considerados apenas artigos ou materiais com informações suficientes relacionadas à descrição dos *chatbots*.

Fontes dos dados. Foram examinados todos os materiais e artigos publicados em inglês e português e disponíveis no *Scopus* sendo uma das mais importantes bibliotecas

digitais acessíveis por meio do Portal Capes. Foi também realizada uma busca via *Google Scholar*, por indexar um grande conjunto de dados de diferentes fontes (Haddaway *et al.* 2015), já que nessa área emergente não foram necessariamente publicados artigos científicos das extensões criadas.

Definição da *string* de busca . A *string* de busca foi composta dos principais conceitos relacionados à questão de pesquisa e os critérios de inclusão/exclusão.

Tabela 5. Termos de busca

Termo chave	Sinônimos
chatbot	"conversational agent"
moodle	-

Dessas palavras chave, a *string* de busca foi adaptada para cada fonte de dados apresentada na Tabela 1.

Tabela 6. *String* de busca para cada fonte.

Fonte	String de busca
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ((chatbot OR "conversational agent") AND moodle)
Google Scholar	chatbot moodle

3.2 EXECUÇÃO DA BUSCA

A pesquisa foi realizada entre fevereiro e março de 2024 pelo autor e revisada pela orientadora (Tabela 2). Não foram encontrados muitos resultados pelo Scopus mesmo depois de deixar os termos da pesquisa mais amplos. A pesquisa feita no Google Scholar trouxe muito mais resultados, mas de relevância variável.

Tabela 7. Número de artigos identificados por repositório e por fase de seleção.

Fonte	No. de resultados da busca	No. de resultados analisados	No. de resultados potencialmente relevantes	No. de resultados relevantes
SCOPUS	30	30	10	8

Google Scholar	3.530	100	20	8
Total (sem duplicados)				16

Na primeira fase de análise, foram encontrados 30 artigos potencialmente relevantes, dos quais apenas 16 foram selecionados como certamente relevantes. Uma grande parte dos artigos foi excluída pela falta de integração com o Moodle e falta de informações ou por trazer somente uma proposta superficial sem nenhum detalhe concreto da implementação. Foram também excluídos trabalhos acadêmicos (TCCs, dissertações e teses).

3.3 RESULTADOS DA REVISÃO

De acordo com as perguntas de análises, as informações relevantes foram extraídas dos materiais encontrados.

3.3.1 Quais chatbots deste tipo existem para que unidade instrucional?

Ao final foram encontrados 13 *chatbots* conforme listados na Tabela 8.

Tabela 8. *Chatbots* encontrados.

Referência	Nome do <i>chatbot</i>	Domínio	Nível de ensino	Idioma	Comentário
Alencar, M. A. S., Netto, J. F. Melhorando a Colaboração em um Ambiente Virtual de Aprendizagem usando um Agente Pedagógico Animado 3D. Proc. of Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Recife, Brasil, 2017.	Tucumã	Aprendizado autorregulado	Educação superior	Português	Analisa sentimentos do estudante
Gaglo, K., Degboe, B. M., Kossingou, G. M., Ouya, S. Proposal of conversational chatbots for educational remediation in the context of covid-19. Proc. of the 24th International Conference on Advanced Communication Technology, PyeongChang Kwangwoon_Do, Republic of Korea, Republic of, 2022.	NI ⁷	Aprendizado autorregulado	Educação superior	Francês	Usa Rasa NLU
Hew, K. F., Huang, W., Du, J., Jia, C. Using Chatbots in Flipped Learning Online Sessions: Perceived Usefulness and Ease of Use. In Blended Learning, Springer International Publishing, 2021.	Learning Buddy	Redes sociais/Aprendizado autorregulado	Educação superior	Inglês	
Hew, K.F., Huang, W., Du, J., Jia, C. Using chatbots to support student goal setting and social presence in fully online activities: learner engagement and perceptions. Journal of Computing in Higher Education 35 , 2023.	Buddy	Aprendizado autorregulado	Educação superior	Inglês	
Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Pre-Evaluation with a Personalized Feedback Conversational Agent Integrated in Moodle. Int. Journal of Emerging Technologies in Learning,,18(06), 2023a.	QuizCbot	Computação/Programação em C	Educação superior	Francês	
Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Towards a Chatbot-based Learning Object Recommendation: A Comparative Experiment. Intelligent Tutoring Systems, Institute of Intelligent Systems, Cofu, Greece, 2023c.					
Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Effectiveness of an Adaptive Learning Chatbot on Students' Learning Outcomes Based on Learning Styles. Int. Journal of Emerging Technologies in Learning, 18(13), 2023b.	LearningPartnerBot	Computação/Programação em C	Educação superior	Francês	
Kaiss et al. Towards a Chatbot-based Learning Object Recommendation: A Comparative Experiment. Intelligent Tutoring Systems, Institute of Intelligent Systems, Cofu, Greece, 2023c.					

⁷ NI: Não Informado

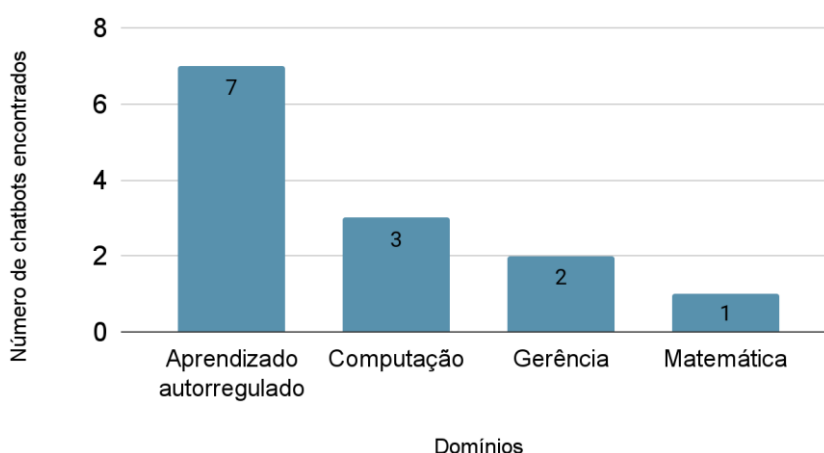
Referência	Nome do <i>chatbot</i>	Domínio	Nível de ensino	Idioma	Comentário
Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Chatbot Design to Help Learners Self-Regulate Their Learning in Online Learning Environments. Proc. of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Orem, UT, USA, 2023d.	NI	Aprendizado autorregulado	NI	NI	Usa APIs externas (possivelmente Google) para agendar atividades
Martha, D., Santoso, H. B., Junus, K., Suhartanto, H. Designing Metacognitive and Motivation Tutor: A Pedagogical Agent to Facilitate Learning in Blended-Learning Environment in A Higher Education Context. Proc. of the 27th Int. Conference on Computers in Education, Kaohsiung, Taiwan, 2019.	MeMo Tutor	Matemática/Álgebra linear	Educação superior	Bahasa Indonesia	
Paschoal, L. N., Chicon, P. M. M., Krassmann, A. L., Binelo, M. O. UbiBot: Agente Inteligente Consciente do Contexto de Aprendizagem do Usuário Integrado ao Ambiente Moodle. Santiago, Chile, 2016. Paschoal, L. N., Oliveira, M. M., Chicon, P. M. M. A Chatterbot Sensitive to Student's Context to Help on Software Engineering Education. 2018 XLIV Latin American Computer Conference (CLEI), São Paulo, Brazil, 2018.	UbiBot	Computação/ Engenharia de Software	Educação superior	Português	Funciona no mobile, plugin Bootstrap faz o agente persistir
Santos, V. Medeiros, F., Brasileiro, H. & Rodrigues, N., Souza, M. A Textual Conversational Agent as a Virtual Assistant to Students in the Moodle LMS. Proc. of the 16th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Seville, Spain, 2023. Santos, V., Sousa, M., Medeiros, F., Lira, H., Rodrigues, N.. Alfa - Um Chatbot do tipo Perguntas e Respostas como Assistente Virtual no AVA Moodle. Proc. of the Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Passo Fundo/RS, Brasil, 2023.	Alfa	Aprendizado autorregulado	Educação superior	Português	
Serrano, P. H. S. M., Silva, R. G. C. F., Soares, J. V. C., Santos, S. R. Educação a distância com suporte através de robô de conversação e linguagem natural. Revista Tecnia , 8(1), 2023.	Dorinha	Dúvidas técnicas sobre o Moodle	Educação superior	Português	Os autores detalham alguns parâmetros que usaram no Dialogflow
Shilowaras, M.; Jusoh, N.A. Implementing Artificial Intelligence Chatbot in Moodle Learning Management System. Engineering, Agriculture, Science and Technology Journal, 1(1), 2022.	KYP Bot	Realizar tarefas de gerência para os estudantes	Educação superior	Inglês	
Souali, K., Rahmaoui, O., Ouzzif, M., Haddioui, I. E. Recommending Moodle Resources Using Chatbots. Proc. of the 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, Sorrento, Italy, 2019.	NI	Self-Regulated Learning	NI	NI	

3.3.2. Quais são as características desses chatbots?

Quase todos os *chatbots* analisados possuem um nome, dos quais alguns possuem “*bot*” no final (Tabela 9). A maioria dos *chatbots* não possuem um personagem que os representa. Dos três que possuem, dois são avatares não-humanoides. Segundo Martha *et al.* (2019), essa escolha foi feita para evitar que haja alterações na interação com os estudantes por causa do preconceito de gênero.

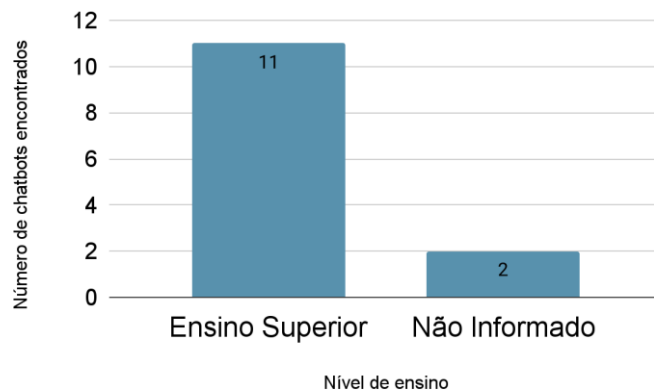
O domínio mais frequente abordado pelos *chatbots* é o aprendizado autorregulado (*self-regulated learning*), que consiste em deixar que o aluno defina os seus próprios objetivos de estudo independente do conteúdo estudado (Gráfico 1). Outra grande parte dos *chatbots* aborda domínios relacionados a computação, como programação em C e engenharia de software. Os dois *chatbots* classificados como “gerência” são um *chatbot* que ajuda os alunos a planejarem suas tarefas e os lembra sobre datas de entrega (Shilowaras; Jusoh, 2022), e outro que responde dúvidas sobre o funcionamento da plataforma Moodle (Serrano *et al.*, 2023). Foi achado também um *chatbot* cujo domínio é matemática, que também usa técnicas de aprendizado autorregulado e é capaz de interagir com um grupo de alunos ao mesmo tempo (Martha *et al.*, 2019).

Gráfico 1. Domínios dos *chatbots*



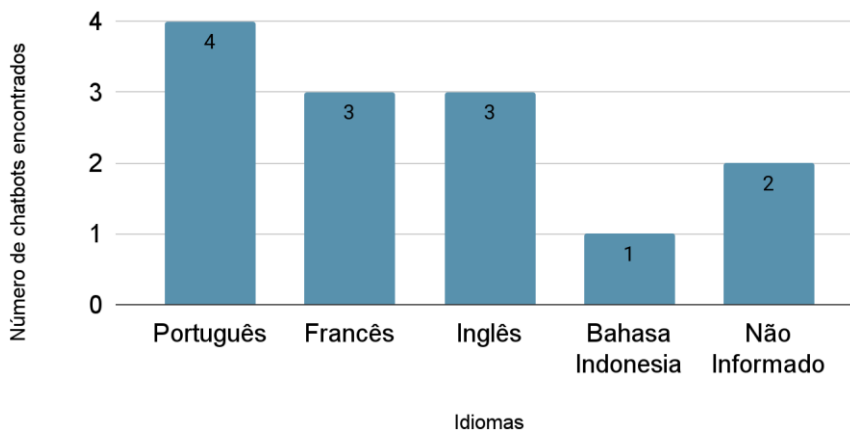
Todos os *chatbots* que especificam um nível de escolaridade são destinados ao ensino superior, exceto dois artigos que não deixam claro ou não especificam um nível de ensino alvo (Gráfico 2).

Gráfico 2. Nível de ensino



O idioma mais comum entre os *chatbots* que foram encontrados neste mapeamento é o português, além do francês e o inglês (Gráfico 3).

Gráfico 3. Idiomas

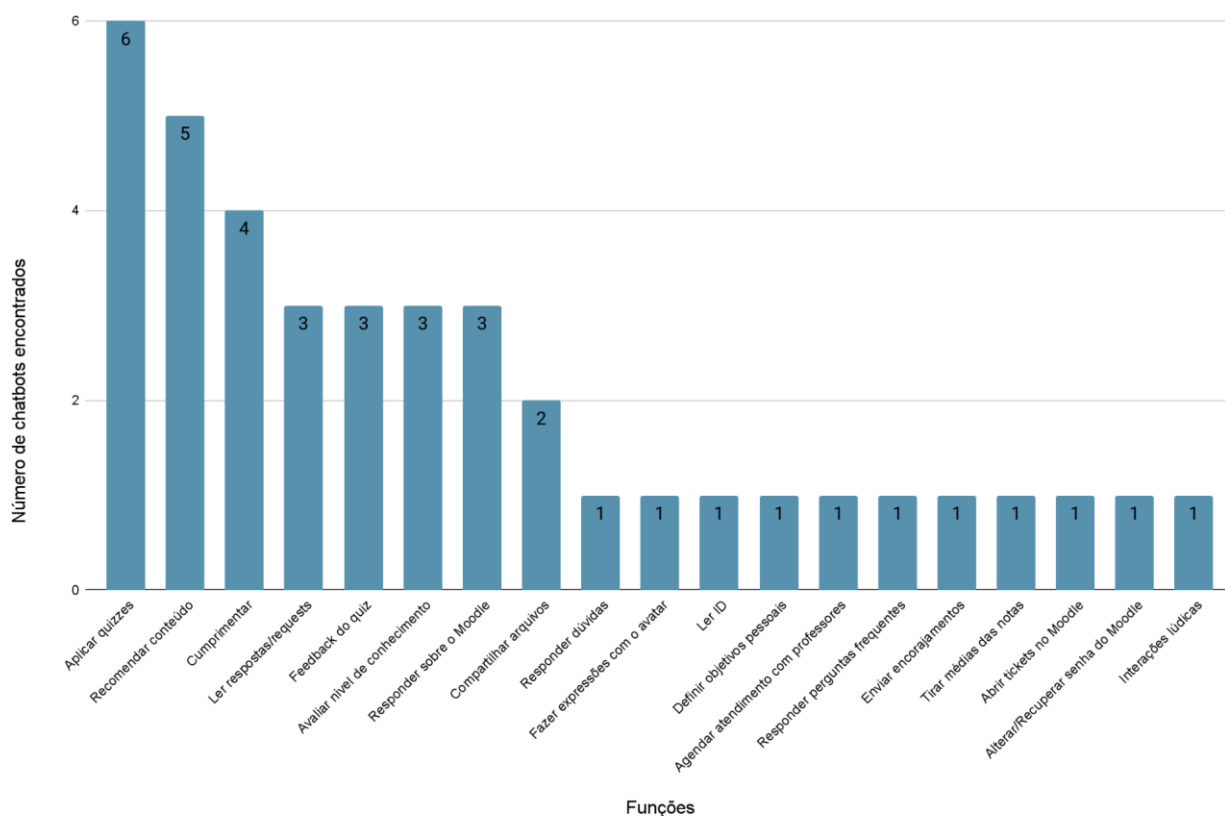


Todos os *chatbots* possuem as mesmas funcionalidades básicas, que podem ser resumidas nos seguintes passos:

1. Ler mensagens dos usuários
2. Identificar palavras-chave e comandos
3. Procurar por objetivos ou expressões que se encaixem
4. Executar funções apropriadas
5. Enviar respostas

As funções mais típicas são: cumprimentar os usuários, responder perguntas sobre a plataforma Moodle, responder dúvidas gerais não relacionadas ao domínio, responder perguntas frequentes e aplicar quizzes. Apenas alguns *chatbots* possuem as funções de recomendar materiais de estudo e compartilhar arquivos. Em termos de *feedback*, os *chatbots* geralmente fornecem uma nota baseada na avaliação dos quizzes, e poucos oferecem encorajamentos de acordo com o progresso do aluno no curso.

Gráfico 4. Funções dos *chatbots*



Em termos de *trigger*, a grande maioria dos artigos não fornece uma informação clara. Porém pode-se observar que muitos dos *chatbots* encontrados requerem que o usuário interaja com o programa primeiro, e não mandam mensagens por conta própria. A integração com Moodle é geralmente feita via inclusão de um widget HTML. Uma exceção é o *chatbot* de Gaglo *et al.* (2022), que faz a integração por meio de um plugin para o Moodle.

A plataforma mais usada para o desenvolvimento dos *chatbots* foi o *DialogFlow* da *Google* (<https://cloud.google.com/dialogflow>), que é primariamente paga mas possui uma versão gratuita limitada. Outras opções que se destacaram foram a plataforma *Rasa* (<https://rasa.com/>) que segue o mesmo modelo de pagamento, ou criar o *chatbot* sem uma plataforma externa usando diversas técnicas como AIML ou definição de regras.

A maioria dos *chatbots* possui uma arquitetura similar. Eles geralmente possuem um banco de dados próprio, e se conectam ao Moodle e seu banco de dados de um modo diferente dependendo da plataforma utilizada. Os *chatbots* implementados com Dialogflow se conectam ao Moodle por meio de webhooks (Figura 3).

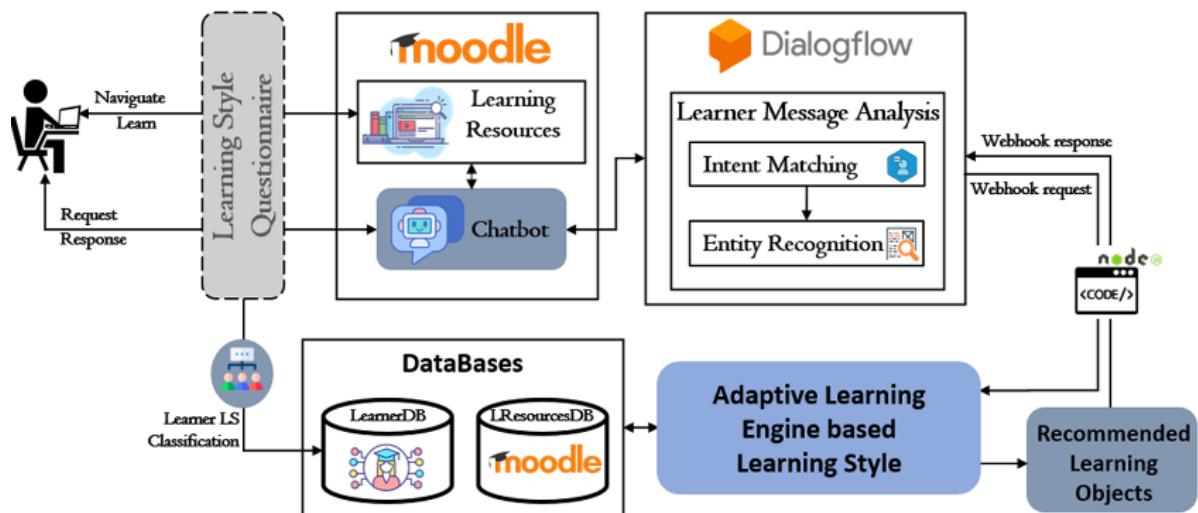


Figura 3. Arquitetura do *chatbot* LearningPartnerBot (Kaiss et al., 2023b)

Já os *chatbots* implementados com *Rasa* (Figura 4) ou sem plataforma (Figura 5) geralmente utilizam de ferramentas externas como o *Webchat* ou um servidor web *NodeJs*.

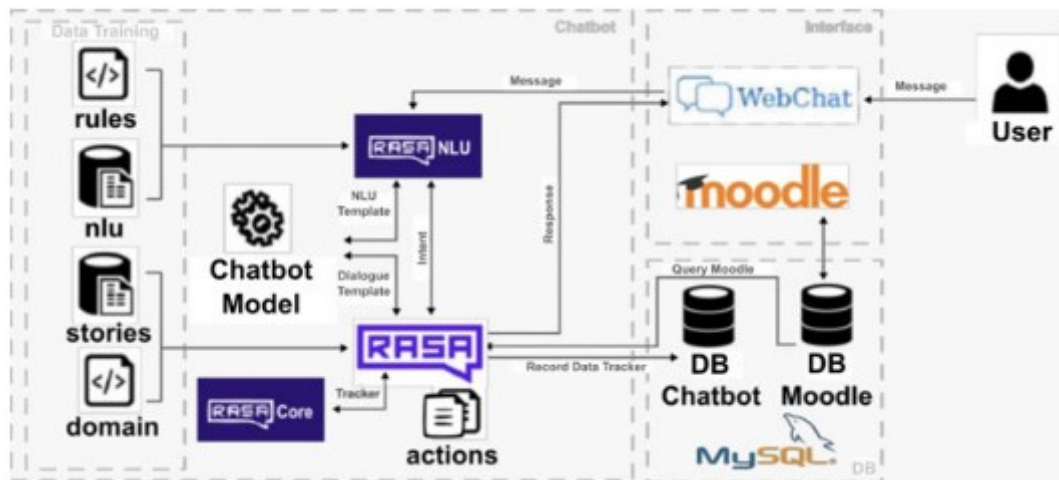


Figura 4. Arquitetura do *chatbot* Alpha (Santos et al., 2023a)

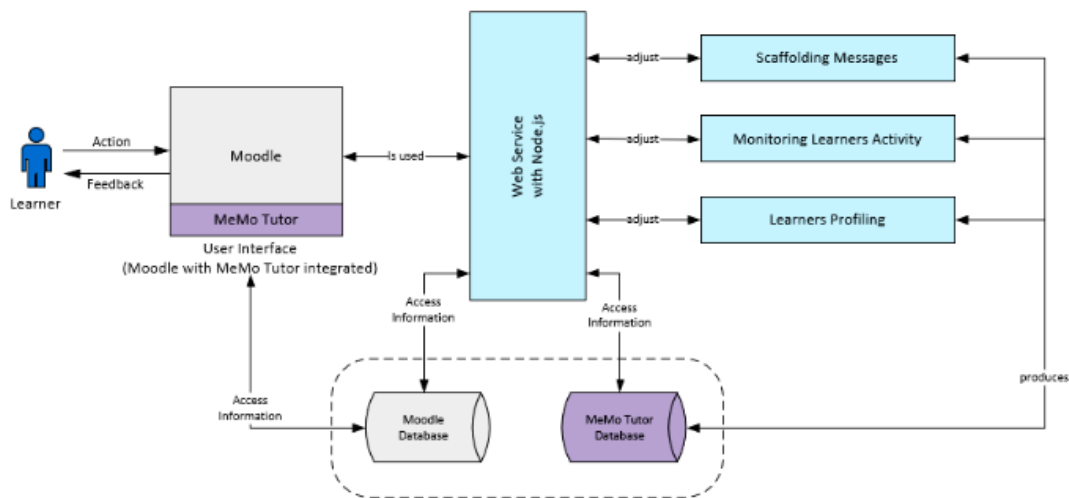





Figura 5. Arquitetura do *chatbot* MeMoTutor (Martha et al., 2019)

Nenhum *chatbot* encontrado manda mensagem por meio de redes sociais. Porém, um dos *chatbots* é capaz de mandar mensagens pela função de mensagens diretas do Moodle, e outro envia emails.

Tabela 9. Características dos *chatbots*

Referência	Personagem do <i>chatbot</i>	Funções do <i>chatbot</i>	Tipo de <i>feedback</i>	Acionado por qual atividade do Moodle?	Integração ao Moodle	Tecnologia utilizada	Envia mensagens através de app(s) de mensagens?
(Alencar; Netto, 2017)	Avatar humanoide 3D animado com diferentes expressões 	Responder perguntas Fazer expressões e animações Coletar notas e progresso do curso	Resposta para perguntas, informações do curso, expressões faciais e corporais variadas	Interação do estudante com o avatar	Widget	LAMP, AIML, Interpretador AIML Program-O, Framework JADE, Sintetizador de voz, Haptik Player e Sentic Computing.	--
(Gaglo et al., 2022)	NI	Cumprimentar Ler ID Obter questão da avaliação Ler resposta do estudante Dar nota Recomendar capítulos	Nota do quiz, capítulos recomendados para estudar	NI	Plugin para Moodle	Rasa (NLU e Core), Python	--
(Hew et al. 2021)	--	Quiz Chatbot: Cumprimentar Aplicar quizzes Dar feedback Avaliação do chatbot Chatbot de aprendizado autorregulado: Definir objetivos de aprendizado	NI	NI	NI	Sistema próprio baseado em regras , Dialogflow	--

		peçoais					
(Hew et al., 2023)	--	Recomendar objetivos de estudo, aplicar quizzes	Encorajamento, comparação com performance dos outros alunos	N.I.	N.I.	Dialogflow	--
(Kaiss et al, 2023a) (Kaiss et al, 2023c)	NI	Aplicar quizzes Classificar nível de conhecimento do usuário (iniciante, intermediário, avançado)	<ul style="list-style-type: none"> • Pontuação final • Questões respondidas corretamente • Questões respondidas erradas, com explicação da resposta certa • Recomendações de conceitos que o usuário necessita revisar 	Começar um quiz	NI	Framework de <i>machine learning</i> do Google Dialogflow, Node.js	--
(Kaiss et al, 2023b) (Kaiss et al, 2023c)	NI	<ul style="list-style-type: none"> • Executar o questionário "<i>Index of Learning Styles</i>" • Recomendar objetivos de aprendizado considerando o estilo de aprendizagem do usuário • Cumprimentar • Receber solicitações • Interações com os estudantes • Compartilhar 	NI	Novo usuário adicionado ao Moodle	Widget HTML	Framework de machine learning do Google Dialogflow, Node.js	--

		arquivos					
(Kaiss et al, 2023d)	NI	Agendar atendimento de estudo Aplicar quiz de auto-avaliação Responder perguntas frequentes	Feedback personalizado para o quiz de auto-avaliação de acordo com as perguntas respondidas	NI	NI	Dialogflow, Node.js, MongoDB, Google Calendar por API externa	--
(Martha et al., 2019)	Personagem não-humanóide 2D no estilo <i>cartoon</i> capaz de fazer diferentes gestos 	Guiar estudantes em seu aprendizado Providenciar suporte durante o aprendizado Dar <i>feedback</i> /apreciação/sugestões/críticas/erros Providenciar suporte emocional Ajudar os estudantes a conhecerem a causa das suas falhas e os ajudar a superá-las	NI	NI	NI	Dialogflow API (Gelfenbeyn, 2010) Ferramenta API NLP, Node.js	--
(Paschoal et al., 2016) (Paschoal et al., 2018)	Robô 	Detectar nível de conhecimento prévio, detectar nível de desempenho durante interação com ambiente, fazer questionários, tirar média de notas	Reforço positivo ou negativo de acordo com o progresso do aluno	NI	Bloco HTML	AIML, Voki (desenvolvimento do personagem), LAMP, Javascript	--
(Santos et al., 2023a)	--	Responder perguntas	--	NI	HTML	Webchat3 plugin,	Capaz de mandar

(Santos et al., 2023b)		sobre datas e outros detalhes sobre a plataforma Moodle				Rasa	mensagem direta para os professores via Moodle
(Serrano et al., 2023)	Dorinha	Responder dúvidas sobre o Moodle , abrir tickets de suporte, alteração e recuperação de senha, interações lúdicas	Resposta com informação solicitada	NI	NI ("Incorporação do código no Moodle" provavelmente significa widget html)	Dialogflow, servidor com NodeJS e ExpressJS, módulo Nodemailer	Manda email caso chatbot não seja capaz de resolver o problema
(Shilowaras; Jusoh, 2022)	NI	Responder perguntas sobre datas e outros detalhes administrativos/ gerência (estudante)	Links, Arquivos, Calendários	Start Conversation button	NI	Dialogflow, Kommunicate	
(Souali et al., 2019)	--	Cumprimentar Receber solicitações Interações com o usuário Compartilhar arquivos Feedback automático (sugestões, recomendações, assistência, etc.) Recomendações baseadas nas preferências dos estudantes	NI	-	Item de menu customizado ou <i>widget</i> dentro de um bloco HTML	Feedback baseado em regras	

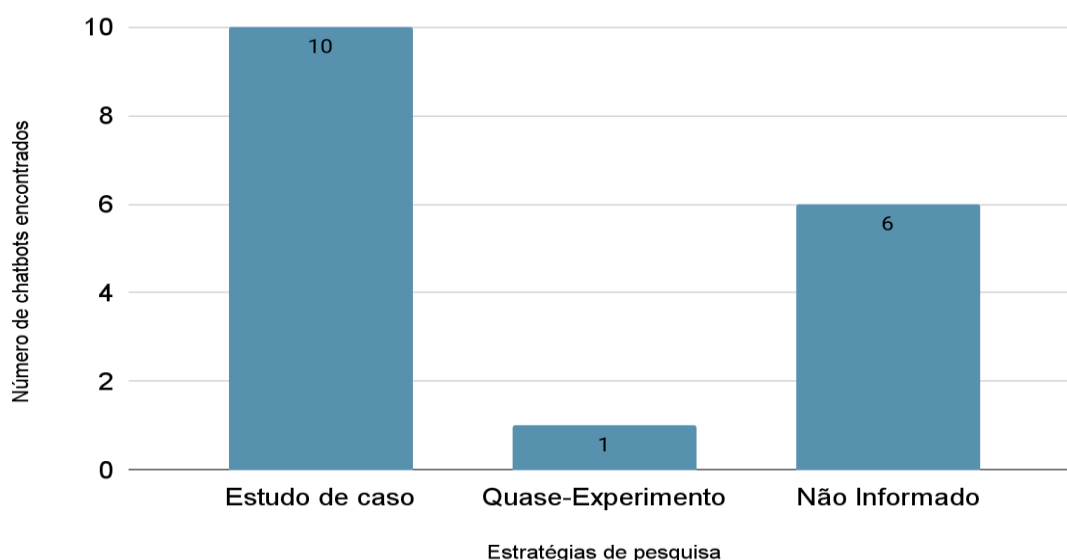
3.3.3. Esses chatbots usam elementos de gamificação?

Nenhum dos *chatbots* dos artigos encontrados dentro de contexto de *chatbots* educacionais integrados ao Moodle usa elementos de gamificação. Tais *chatbots* existem em outros contextos como os elaborados por Neumann *et al.* (2023) e Bui *et al.* (2022), mas pelo foco da pesquisa neste trabalho e considerando os critérios de inclusão/exclusão não foi possível encontrar algum com estas características.

3.3.4 Como foram avaliados os chatbots?

Quanto às estratégias de pesquisa, a maioria pode ser classificada como estudos de caso, tendo apenas um trabalho que se encaixa como quase-experimento (Gráfico 5).

Gráfico 5. Estratégias de pesquisa



Cerca da metade dos trabalhos não apresenta um estudo de avaliação da qualidade dos *chatbots*. Todos os *chatbots* aplicaram um questionário para a extração de opiniões sobre os *chatbots*. De forma geral, todos os trabalhos relataram que os *chatbots* tiveram um impacto positivo nos estudantes, mesmo que alguns aspectos como o tempo

de resposta ou a falta de algumas informações buscadas pelos estudantes causaram certa frustração.

Dentre os estudos reportados, a maioria não relata o número de participantes e dentre os que relatam, as duas faixas mais comuns são a de 11 a 20 e 71 a 80 participantes (Gráfico 6/Tabela 10). Os estudos geralmente possuem uma pequena quantidade de participantes, mas extraem opiniões mais detalhadas sobre os *chatbots* estudados.

Gráfico 6. Número de participantes

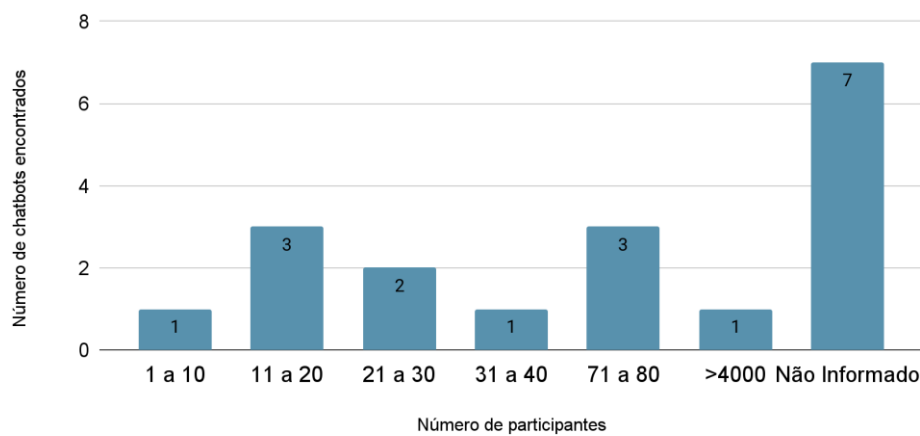


Tabela 10. Informações sobre os estudos

Referência	Research design	Pergunta de pesquisa avaliada	Instrumento de coleta de dados	Tamanho da amostra	Principais resultados
(Alencar; Netto, 2017)			NI		
(Gaglo et al., 2022)			NI		
(Hew et al. 2021) Quiz Chatbot	Estudo de caso	Turno de enunciado <i>chatbot</i> -estudante, comprimento da sessão, e taxa de conclusão de objetivos Utilidade percebida e facilidade de uso percebida	Questionário	17 estudantes de ensino superior	Os estudantes perceberam alta utilidade e facilidade de uso.
(Hew et al. 2021) Self-regulated Learning (SRL) Chatbot	Estudo de caso	Turno de enunciado <i>chatbot</i> -estudante, comprimento da sessão, e taxa de conclusão de objetivos Utilidade percebida e facilidade de uso percebida		29 estudantes de ensino superior	Alta facilidade de uso, mas baixa utilidade.
(Hew et al., 2023)	Estudo de caso	Turno de enunciado <i>chatbot</i> -estudante, comprimento da sessão, taxa de conclusão de objetivos	Questionário com escala de cinco pontos	Estudo 1: 29 estudantes de pós-graduação. Estudo 2: 38 estudantes de graduação	Estudantes continuaram a conversar com o <i>chatbot</i> mesmo após a tarefa ter sido concluída.
(Kaiss et al, 2023a)	Estudo de caso	Analisar <i>feedback</i> /recomendações/explicações dadas, quiz em formato de chat, experiência em geral	Questionário	71 estudantes de graduação	Os estudantes avaliaram bem as explicações de respostas erradas e recomendações dadas pelo <i>chatbot</i> .
(Kaiss et al, 2023b)	Estudo de caso	Analisar aprendizado, utilidade das recomendações e satisfação com o <i>chatbot</i>	Questionário	71 estudantes de graduação	O uso do <i>chatbot</i> durante 2 semanas melhorou o nível de conhecimento dos

					estudantes. Alta satisfação com o <i>chatbot</i> , e menor satisfação com suas recomendações.
(Kaiss et al, 2023c)	Estudo de caso	Analisar aprendizado, estilos de aprendizagem, comparar efeito na aprendizagem baseado em nível de conhecimento versus estilos de aprendizagem	Questionário	71 estudantes de graduação	O uso do <i>chatbot</i> durante 2 semanas melhorou o nível de conhecimento dos estudantes. Foi observado uma melhora no conhecimento utilizando a técnica de níveis de conhecimento comparado à técnica de estilos de aprendizagem.
(Kaiss et al, 2023d)	NI				
(Martha et al., 2019)	Quase-experimento	Comparar engajamento e motivação dos estudantes em ensino híbrido (com versus .sem agente pedagógico)	Questionário de metacognição (Garrison & Akyol, 2015), enquete sobre a experiência do usuário (Santoso et al., 2016)	Estudo ainda não executado	Estudo ainda não executado
(Paschoal et al., 2016)	NI				
(Paschoal et al., 2018) Estudo piloto	Estudo de caso	Analisar a percepção dos estudantes sobre o <i>chatbot</i> , analisar competência do <i>chatbot</i>	Questionários feitos pelos autores, resultado de atividades do curso que os alunos realizaram enquanto ajudados pelo <i>chatbot</i>	15 estudantes de ciências da computação	O <i>chatbot</i> ajudou os estudantes a melhorarem o seu conhecimento, mas notou-se necessidade de expandir a base de conhecimento. Demora entre respostas frustrou os estudantes e mensagens repetitivas.

(Paschoal et al., 2018) Estudo experimental	Estudo de caso	Analisar eficiência do <i>chatbot</i> independente dos módulos de nivelamento (comparar <i>chatbot</i> com versus sem sensibilidade ao contexto)	Questionário com escala Likert de “concordo plenamente” até “discordo plenamente”	19 estudantes de engenharia de software (não os mesmos do experimento piloto)	O <i>chatbot</i> sensível ao contexto foi mais útil do que o <i>chatbot</i> sem sensibilidade ao contexto.
(Santos et al., 2023a) (Santos et al., 2023b)	Estudo de caso	Utilidade percebida, facilidade de uso percebida, e intenção de usar no futuro	Questionário, avaliação de 16 tarefas com “passou” ou “falhou”	Seis usuários	As funcionalidades relacionadas a materiais do curso foram classificadas como excelentes, mas as respostas para quando uma alternativa não foi encontrada foram classificadas apenas como boas.
(Serrano et al., 2023)	Estudo de caso	Analisar a frequência de interações com <i>chatbot</i> por função	Extração de dados da utilização (quantas vezes cada funcionalidade foi utilizada)	4883 sessões de usuários	O <i>chatbot</i> ajudou os usuários com sucesso e diminui a carga de trabalho para o atendimento humano
(Shilowaras; Jusoh, 2022)	NI				
(Souali et al., 2019)	NI				

3.4 DISCUSSÃO

De forma geral foram encontrados poucos *chatbots* integrados ao Moodle que ensinam computação. Entre estes, a maioria é voltado ao suporte de metodologia de aprendizagem autorregulada. Não foi encontrado nenhum *chatbot* que ensine IA, mesmo que alguns sejam voltados a área de ensino de computação. Também não foi encontrado nenhum *chatbot* que seja utilizado na educação básica. Todos os encontrados são voltados ao ensino superior. Foram encontrados *chatbots* que usam elementos de gamificação, mas nenhum que adota gamificação dentro das características específicas nesta revisão.

Em termos de funções, basicamente todos os *chatbots* abordam as mesmas: cumprimentar o usuário, responder perguntas básicas, aplicar e avaliar questionários. Porém, não se encontrou *chatbots* mais voltados para a avaliação de tarefas e motivação do aluno na interação com o curso. Quanto à integração ao Moodle em si, a maioria dos *chatbots* é incluída na página por meio de um *widget* HTML.

Entre os *chatbots* encontrados que fazem uso de uma plataforma de IA é possível observar várias similaridades, principalmente na questão da sua arquitetura. A plataforma consulta uma base de dados, envia e recebe conteúdo do Moodle através de um serviço externo (Webchat3) ou uma função implementada na própria plataforma (*webhooks*). Em termos de plataformas usadas se destaca o Dialogflow como sendo utilizados por vários *chatbots*. O Dialogflow possui múltiplas funções relevantes e úteis, mas não deixa claro se a sua versão essencial é verdadeiramente gratuita ou se o pagamento é feito automaticamente após ultrapassar os seus limites. Outros usaram Rasa, que possui uma versão gratuita de qualidade, mas necessita de ferramentas complementares para o seu uso com *chatbots*.

Todos os *chatbots* encontrados se encaixam na descrição de Dye (2016) como pertencentes ao tipo “*pull*”, que são caracterizados pela necessidade do usuário começar a interação com o *chatbot*. Nenhum *chatbot* encontrado pertence ao tipo “*push*”, que inicia a interação com o usuário. Nenhum dos *chatbots* encontrados envia mensagens por meio das redes sociais, mas um deles envia mensagens diretas pelo Moodle e outro envia email para os professores do curso em que ele está integrado.

Cerca de metade dos artigos também relata a realização de estudos de avaliação do *chatbot*, com o número de participantes variando de um até 80. Houve um trabalho que relatou mais de 4000 sessões de usuário na testagem do seu *chatbot*. As principais descobertas indicam que os *chatbots* tiveram um impacto positivo nos usuários. Os *chatbots* foram capazes de elevar o nível de conhecimento dos usuários, ajudar na aquisição de novos conhecimentos e tirar dúvidas sobre cursos. Porém, em alguns casos houve pouca empolgação para usar o *chatbot*, e se descobriu uma necessidade de uma grande base de conhecimento para poder responder perguntas adequadamente.

Ameaças à validade. Foram identificadas algumas ameaças à validade deste trabalho, e tomadas medidas para impedir o seu impacto. Os estudos encontrados reportam menos detalhes sobre os pontos negativos dos *chatbots* do que sobre os pontos positivos, o que dificultou na avaliação da pergunta de análise QA4. O problema da omissão de artigos relevantes foi mitigado ao usar termos de pesquisa mais amplos, como também a busca no Google Scholar de forma ampla. A seleção dos artigos relevantes foi feita de maneira sistemática seguindo os critérios de inclusão e exclusão e de qualidade explicitamente definidos no protocolo de revisão. Tanto a seleção quanto a extração dos dados foi feita pelo autor do trabalho e revisada pela orientadora.

4. DESENVOLVIMENTO DO *CHATBOT* MLCOMPANION

Este capítulo apresenta o desenvolvimento do *chatbot* MLCompanion. Primeiramente, foi realizada uma análise do contexto e dos requisitos do *chatbot*. Após isso, foi feita uma modelagem inicial dos aspectos do *chatbot*. Finalmente, foi desenvolvido o *chatbot* em si, e serão abordados aspectos da sua implementação relacionados à tecnologia utilizada, arquitetura, design da interface, implementação contendo trechos de pseudocódigo e testes realizados.

4.1 ANÁLISE DE CONTEXTO

Contexto educacional. O curso ML para Todos!

(<https://cursos.computacaonaescola.ufsc.br/cursos/curso-mlparatodos/>) visa ensinar conceitos básicos de inteligência artificial para estudantes da educação básica, de forma presencial ou *online* (Gresse von Wangenheim *et al.*, 2023). Ambas formas fazem uso da plataforma Moodle para a aplicação e avaliação de atividades, assim como outras ferramentas online como Google Teachable Machine (<https://teachablemachine.withgoogle.com/>) para suportar o treinamento de modelos de ML e CodeMaster (<http://apps.computacaonaescola.ufsc.br/codemaster/>) para uma avaliação dos resultados de aprendizagem dos estudantes.

No contexto do curso, o Moodle é principalmente utilizado para disponibilizar material didático, como arquivos de *slides* interativos (em formato H5P), que permitem a interação e avaliação dos estudantes no mesmo recurso em que o conteúdo é apresentado, por exemplo por meio de questionários. Também são utilizados vídeos e outros *links* para materiais externos. O Moodle é também utilizado para gerenciar a entrega de atividades e questionários.

Público-alvo. O público-alvo do curso são alunos dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio em escolas brasileiras na faixa etária de 14 a 18 anos. Segundo a pesquisa realizada pela Cetic.Br (2023), o celular é o dispositivo mais utilizado para o acesso à internet por jovens entre 9 e 17 anos. As plataformas mais utilizadas por eles são Instagram (36%), Youtube (29%) e TikTok (27%). 78% dos jovens relataram possuir perfil no WhatsApp. Apenas 5% dos participantes relataram possuir um

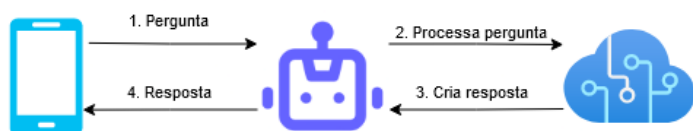
computador de mesa e 8% possuem notebook, enquanto que 80% possuem celular. Não há informações quanto ao sistema operacional para celulares mais comum nessa faixa etária, porém uma pesquisa indica que 76% da população brasileira utiliza *Android* (Salgado, 2023).

4.2 ANÁLISE DE REQUISITOS DO *CHATBOT*

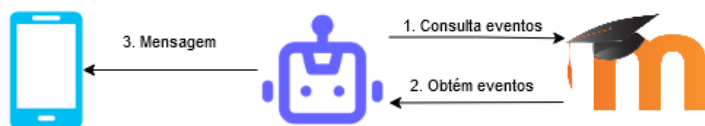
Para que possa ser integrado ao curso e fornecer apoio para os estudantes, o *chatbot* deve possuir capacidades tanto de “*pull*” quanto “*push*” (Dye, 2016), ou seja, tanto responder a mensagens do usuário quanto enviar mensagens proativamente (Figura 6). O *chatbot* deve ser capaz de utilizar a API do Moodle para reconhecer eventos, coletar informações do usuário e seu progresso no curso e interagir com um plugin que faz a implementação de elementos de gamificação no curso do Moodle.

Figura 6. Tipos de comunicação do *chatbot*

Caso 1: *Pull*



Caso 2: *Push*



O *chatbot* também deve fornecer elementos de gamificação integrados ao ambiente Moodle, como níveis, experiência, *badges* e *leaderboards*. O *chatbot* irá interagir com o *plugin Level Up XP - Gamification* e poderá enviar informações referente a gamificação (Recompensas, *badges*, etc.) aos estudantes.

Com base nessa análise inicial, foi elaborada a lista de requisitos descrita na tabela 11.

Tabela 11. Requisitos funcionais iniciais

ID	Requisito funcional	Entrada	Saída	Prioridade
RF1.	Identificar o aluno a partir da sessão do Moodle	<i>Token</i> de identificação	Sessão do usuário	Alta
RF2.	Mandar mensagens proativamente	<i>Trigger</i> específico no Moodle	Mensagem do <i>chatbot</i>	Alta
RF3.	Responder perguntas do estudante utilizando uma <i>LLM</i> de código aberto	Mensagem do usuário	Mensagem do <i>chatbot</i>	Baixa
RF4.	Mandar relatório de progresso cada semana	<i>Trigger</i> de evento semanal do Moodle	Relatório de progresso	Média
RF5.	Mandar nova badge cada vez que usuário sobe de nível	<i>Trigger</i> de subir de nível	Badge	Média
RF6.	Enviar o <i>leaderboard</i> após o prazo de cada atividade e recomendar materiais de estudo	<i>Trigger</i> do prazo das atividades	<i>Leaderboard</i>	Média

Após começar a modelagem do *chatbot*, os requisitos funcionais foram revisados. O requisito RF3 foi descartado pois não foi possível obter o *hardware* necessário para suportar a sua implementação. Os outros requisitos também foram modificados de acordo com as limitações da tecnologia utilizada, e se encontram na Tabela 12. Os requisitos não funcionais não foram alterados e são apresentados na Tabela 13. Além disso, se observou que a comunicação com o *plugin* de gamificação através de web services era impossível com a sua implementação atual, então foi decidido que os elementos de gamificação seriam implementados manualmente.

Tabela 12. Requisitos funcionais revisados

ID	Requisito funcional	Entrada	Saída	Prioridade
RF1.	Identificar o aluno a partir da sua matrícula registrada no Moodle	Matrícula	Sessão do usuário	Alta
RF2.	Mandar mensagens proativamente	<i>Trigger</i> que dispara em horário pré-definido	Mensagem do <i>chatbot</i>	Alta
RF3.	Aceitar comandos do usuário	Comando do usuário	Mensagem do <i>chatbot</i>	Média
RF4.	Enviar relatório de progresso diário na forma de <i>leaderboard</i>	<i>Trigger</i> de evento semanal	<i>Leaderboard</i>	Média

RF5.	Enviar nova badge cada vez que usuário sobe de nível	Trigger de subir de nível	Badge	Média
------	--	---------------------------	-------	-------

Tabela 13. Requisitos não funcionais

ID	Requisito não funcional
RNF1.	Integração ao Moodle
RNF2.	Segurança e privacidade dos dados dos usuários
RNF3.	Tempo de resposta de até 9.3 segundos ⁸
RNF4.	Respostas coerentes e relevantes ao contexto da conversa de forma ética
RNF5.	Mascote que representa o <i>chatbot</i>

4.3 MODELAGEM DO *CHATBOT*



Conforme os requisitos especificados, foi feita a modelagem do *chatbot*. O *chatbot* é chamado de MLCompanion. Analisando os *chatbots* existentes e o contexto educacional do curso, são definidas as mensagens enviadas pelo *chatbot* conforme detalhado na Tabela 14. Também foram implementados comandos que o usuário pode enviar ao *chatbot* a qualquer momento, detalhados na Tabela 15.






Foi também criada a figura de um mascote que representa o *chatbot*, que possui o formato de uma capivara. A capivara é um animal que se encontra em vários países da América Latina, incluindo o Brasil, e que vem se tornando popular na internet em todo o mundo⁹. O mascote possui diversas expressões que são enviadas junto com as mensagens, também incluídas nas Tabelas 14 e 15. O design do mascote, as imagens dele e das *badges* foram criadas por Erik von Wangenheim.

⁸ Tempo de resposta médio de *chatbots* de acordo com <https://www.linkedin.com/advice/0/how-can-you-use-marketing-analytics-improve-1e>

⁹ <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/06/23/o-hype-da-capivara-buscas-pelo-animal-crescem-no-brasil-e-no-mundo.ghtml>

Tabela 14. Modelagem das mensagens proativas com gamificação

Pré-requisitos no Moodle	Gatilho	Interação gamificada	Mensagem	Imagem do mascote
Eventos criados no curso no Moodle representando as entregas das atividades	O horário pré-definido é atingido, e há alguma atividade naquele dia	–	<p>O que tem para hoje? A atividade de hoje é:</p> <p>[Nome da atividade]</p> <p>Você pode estudar usando os slides H5P, ou assistindo a aula em formato de vídeo.</p> <p>Orientações Caso escolha a opção de H5P, você deve chegar até o último slide para que eu saiba que você assistiu a aula.</p> <p>Caso escolher o vídeo, apenas clicando no vídeo já é suficiente.</p> <p>Bons estudos!</p>	
Eventos criados no curso no Moodle representando as entregas das atividades, e a atividade do dia foi entregue	O horário pré-definido é atingido, e a atividade do dia foi entregue	Usuário recebe pontos de experiência	<p>Hora da entrega! Parabéns, você entregou a atividade: [atividade]</p> <p>Recompensa Você obteve [exp] pontos de experiência</p>	

Eventos criados no curso no Moodle representando as entregas das atividades, e a atividade do dia não foi entregue	O horário pré-definido é atingido, e a atividade do dia não foi entregue	–	Hora da entrega! Poxa, parece que você não entregou a atividade: [atividade]!	
–	Usuário ganhou pontos de experiência, e possui o suficiente para subir de nível	Usuário sobe de nível, e recebe uma nova <i>badge</i>	Subiu de nível! Parabéns! Você subiu para o nível [nível]! Experiência total [exp] pontos Experiência para o próximo nível [exp] pontos Recompensa Parabéns, você ganhou uma nova <i>badge</i> ! [badge]	
Eventos criados no curso no Moodle representando as entregas das atividades	O horário pré-definido é atingido	<i>Leaderboard</i> é atualizado	Progresso diário Veja o que mudou: [<i>Leaderboard</i>]	
–	<i>Leaderboard</i> foi atualizado, usuário já estava no top 5 e se manteve no top 5	–	Você se manteve no top 5, parabéns!	
–	<i>Leaderboard</i> foi atualizado, usuário não estava no top 5 e alcançou o top 5	–	Parabéns, você alcançou o top 5!	










–	<i>Leaderboard</i> foi atualizado, usuário já estava no top 5 e saiu do top 5	–	Poxa, você saiu do top 5! Mas não se preocupe, você ainda pode se sair bem!	
–	<i>Leaderboard</i> foi atualizado, usuário não estava no top 5 e não alcançou o top 5	–	Parece que você ainda tem pendências! Se esforce para melhorar sua posição!	
Eventos criados no curso no Moodle representando as entregas das atividades	O horário pré-definido é atingido, e não há nenhuma atividade restante	Usuário recebe uma <i>badge</i> de conclusão de curso	Parabéns, você concluiu o curso Machine Learning para Todos! Espero que você tenha tido uma boa experiência na sua jornada de aprendizado de Machine Learning.	

Tabela 15. Modelagem dos comandos do *chatbot*

Comando	Parâmetros	Descrição	Mensagem	Imagem
/registrar	matrícula	Vincula a conta do Discord do usuário ao seu perfil do Moodle. Usuário ganha experiência para passar do nível 0 ao nível 1, e recebe uma	<i>(Registro com sucesso)</i> Registro concluído com sucesso! Prazer em conhecer você, [nome completo]!	

		<i>badge.</i>	<p><i>(Usuário informou uma matrícula que já foi registrada)</i></p> <p>Parece que alguém já registrou essa matrícula! Você não ganhará experiência por esse registro. Se você registrou a matrícula de um colega sem querer, avise um colega para que vocês dois se registrem com as matrículas corretas.</p>	
			<p><i>(Usuário informou uma matrícula que não corresponde a um aluno matriculado no curso)</i></p> <p>Algo deu errado! Ou você digitou a sua matrícula incorretamente, ou você não se matriculou no curso.</p>	
/progresso	-	<p><i>Chatbot</i> mostra o nível atual do aluno, o número de pontos de experiência totais obtidos, o número de pontos de experiência necessários para alcançar o próximo nível, e as <i>badges</i> recebidas</p>	<p>Seu progresso</p> <p>Nível [Nível]</p> <p>Experiência total [Experiência total]</p> <p>Experiência para o próximo nível [Experiência para o próximo nível]</p> <p>A seguir vou lhe mostrar todas as <i>badges</i> que obteve até agora. [Badges]</p>	

/pendencias	–	<p><i>Chatbot</i> mostra as atividades pendentes do usuário. Pendências são atualizadas a cada entrega, e não contam a atividade do dia como pendência</p>	<p><i>(Usuário tem pendências)</i></p> <p>Suas pendências</p> <p>[Lista de pendências]</p> <p>A atividade que você recebeu hoje não vai aparecer aqui, mas vai virar uma pendência caso você não a entregue até a próxima data!</p>	
			<p><i>(Usuário não tem pendências)</i></p> <p>Suas pendências</p> <p>Parabéns, você não tem nenhuma atividade pendente!</p> <p>A atividade que você recebeu hoje não vai aparecer aqui, mas vai virar uma pendência caso você não a entregue até a próxima data!</p>	

O *chatbot* envia mensagens para o usuário por meio da plataforma Discord, detalhada na seção 4.4. Ele se comunica com o Moodle por meio da API de *web services* do Moodle, que requisita informações presentes no seu banco de dados. Isso envolve informações como: datas de entrega, logs de que atividades o aluno visualizou, eventos no calendário do curso, entre outros. A linguagem de programação utilizada para a implementação do *chatbot* foi Python, que é mais familiar para o autor e tem bibliotecas com bom suporte para requisições a *web services* e integração com o Discord.

4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO *CHATBOT*

A seguir será apresentado o processo de construção de *chatbot*, dividido entre as seguintes categorias: a tecnologia utilizada, sua arquitetura, design da interface, detalhes da implementação, e testes e resultados.

4.4.1 Tecnologia

A plataforma escolhida para a comunicação entre o *chatbot* e os alunos foi o software Discord, que atualmente possui mais de 154 milhões de usuários ativos mensais (38 milhões brasileiros), sendo 20% destes entre 16 e 24 anos de idade (Analyzify, 2024). Discord pode ser utilizado em ambos desktop e dispositivos móveis, e possui diversos recursos para a criação de *chatbots* e outras aplicações que recebem e enviam mensagens de forma automática.

O *chatbot* foi implementado na linguagem de programação Python, usando principalmente a biblioteca “discord.py” que serve como uma API entre o código e o Discord. Tal linguagem foi escolhida tanto pela familiaridade prévia do autor, quanto devido a presença de tal biblioteca, que está em atualização constante e possui uma comunidade de desenvolvedores ativa.

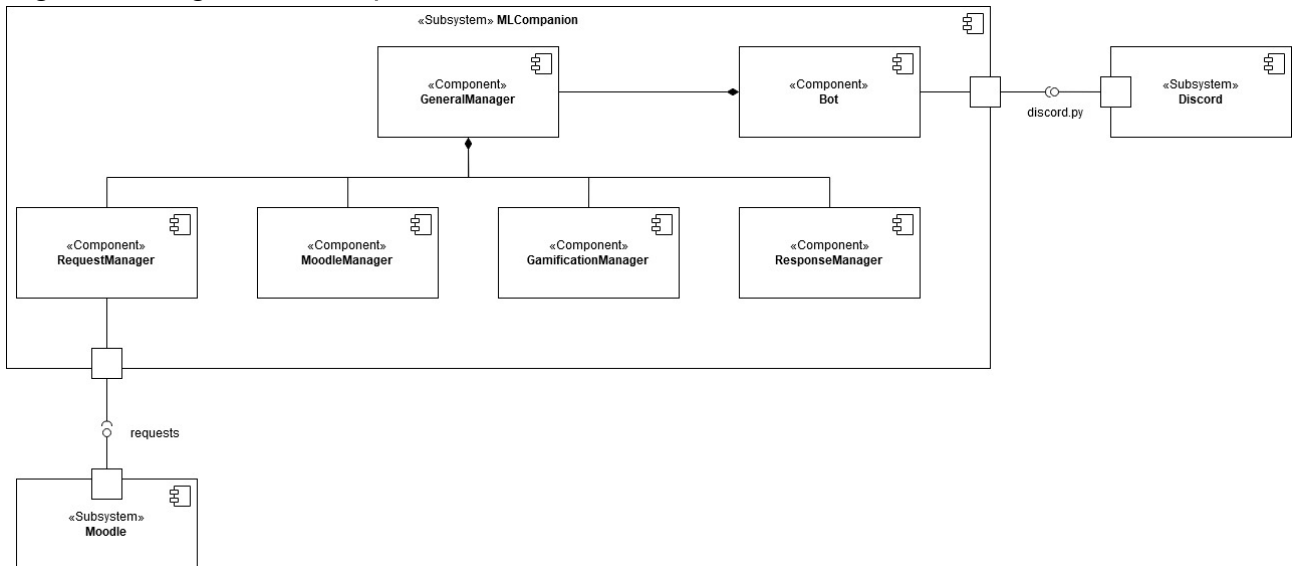
A comunicação com o Moodle é feita utilizando a biblioteca “requests”, que envia requisições HTTP para o endereço onde está localizado o serviço de web services do Moodle. Tais requisições são enviadas através da API REST, e as respostas são recebidas no formato JSON.

4.4.2 Arquitetura do sistema

O principal componente desse sistema é o *chatbot* em si denominado “MLCompanion”, que herda da classe de Bot padrão da biblioteca discord.py. O *chatbot* pode agir tanto de forma responsiva ao aceitar comandos dos usuários quanto de forma proativa enviando mensagens a cada dia durante o seu funcionamento em um horário predeterminado. Para agir de forma proativa, é usado o sistema de “Tasks” da biblioteca discord.py, que permite que eventos ocorram após um certo intervalo de tempo.

Quando um evento é acionado, o *chatbot* invoca métodos de componentes chamados managers, cada um com uma responsabilidade. A sua hierarquia e funcionalidades se encontram na Figura 7.

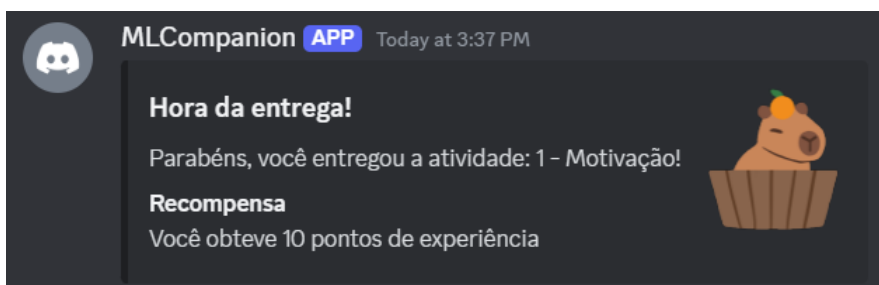
Figura 7. Diagrama da arquitetura do *chatbot*



4.4.3 Design da interface

As mensagens do *chatbot* são exibidas usando *Embeds*, que são *containers* utilizados pelo Discord por padrão para a prévia de conteúdos de links externos, mas também podem ser usados para exibir qualquer conteúdo de uma forma coesa.

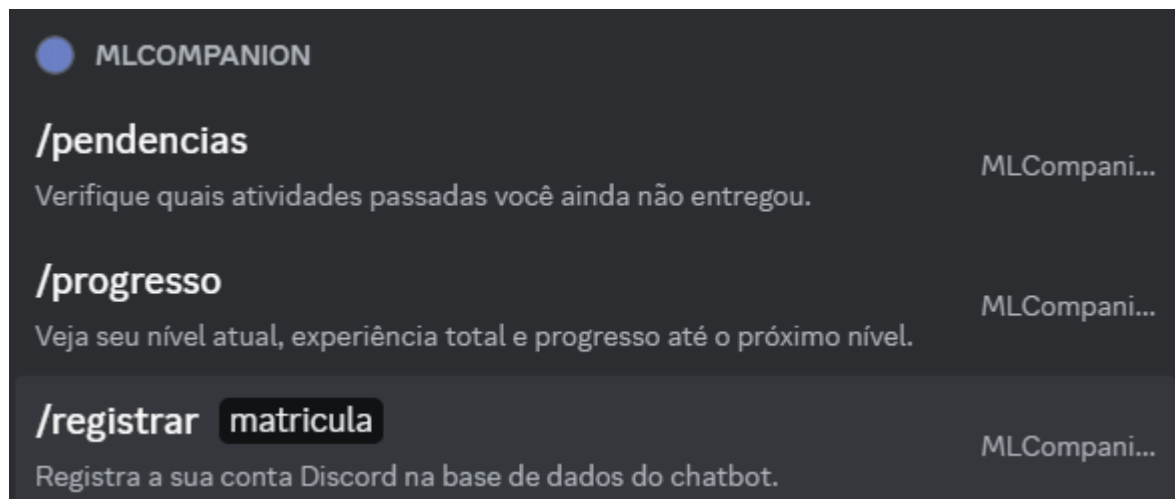
Figura 8. Exemplo de Embed



Os comandos que o *chatbot* aceita foram implementados como um tipo de comando do Discord chamados de "*slash commands*". Tais comandos sempre começam com um caractere "/" e são integrados à interface do Discord de modo que a sua descrição e parâmetros necessários sejam exibidos ao usuário enquanto ele digita. Eles

são organizados por fonte (nativos do Discord ou providenciados por algum *chatbot*), o que facilita a visualização de todos os comandos disponíveis.

Figura 9. Interface de *slash commands*



As mensagens enviadas pelo *chatbot* proativamente são enviadas diretamente para o estudante. Já as respostas aos comandos podem ser enviadas tanto diretamente quanto no servidor do Discord, onde o aluno e o *chatbot* se encontram, dependendo de onde o comando é executado. As respostas a comandos são “efêmeras”, o que significa que elas são exibidas apenas para o destinatário mesmo que sejam enviadas em um canal público.

4.4.4 Implementação

A seguir são apresentados alguns detalhes da implementação do *chatbot*, incluindo: configurações do ambiente Moodle, preparação do curso do Moodle, configurações do Discord, e detalhes sobre certas funcionalidades do *chatbot*. O repositório com o código do *chatbot* se encontra no seguinte endereço:

<https://github.com/juliogramos/MLCompanion>.

4.4.4.1 Configurações do ambiente Moodle

Para a implementação deste trabalho, foi usada uma instância local do Moodle versão 4.1, que é a versão utilizada na UFSC para o Moodle de auxílio aos cursos presenciais. Foi criado um novo usuário correspondente ao *chatbot*, que está matriculado

no curso Machine Learning para Todos e foi-lhe atribuída uma *token* de acesso ao web services. Após experimentar com as funções disponíveis por padrão na instância do Moodle, foi selecionado um conjunto de funções descrito na Tabela 16. Cada função necessita que uma série de capacidades sejam atribuídas ao usuário do Moodle que possui a *token* por meio de um papel. Neste caso, foi criado um novo papel para o *chatbot* contendo as funções necessárias, que também foram descritas na Tabela 16.

Tabela 16. Funções de web service implementadas e suas permissões

Função	Descrição	Parâmetros relevantes	Permissões necessárias
core_course_get_courses	Obtém todos os cursos presentes no Moodle.	–	moodle/course:view, moodle/course:update, moodle/course:viewhiddencourses
core_enrol_get_enrolled_users	Obtém alunos matriculados em um curso	ID do curso	moodle/user:viewdetails, moodle/user:viewhiddendetails, moodle/course:useremail, moodle/user:update, moodle/site:accessallgroups
mod_h5pactivity_get_attempts	Obtém as tentativas realizadas por todos os usuários em uma certa atividade H5P	ID da atividade H5P	mod/h5pactivity:view
mod_lesson_get_attempts_overview	Obtém as tentativas realizadas por todos os usuários em uma certa atividade do tipo “lição”	ID da atividade H5P tipo “lição”	mod/lesson:viewreports
core_calendar_get_calendar_events	Obtém os eventos registrados no calendário	ID do curso cujos eventos vão ser retornados	moodle/calendar:manageentries, moodle/calendar:manageownentries, moodle/calendar:managegroupentries
mod_h5pactivity_get_h5pactivities_by_courses	Obtém uma lista de todas as atividades H5P em um certo curso	ID do curso	mod/h5pactivity:view
mod_lesson_get_lessons_by_courses	Obtém uma lista de todas as atividades tipo “lição” em um certo curso	ID do curso	mod/lesson:view
mod_assign_get_assignments	Obtém todas as entregas que o usuário que possui a <i>token</i>	ID do curso	–

	de acesso pode ver		
mod_assign_get_submissions	Obtém todas as submissões para uma certa entrega	ID da entrega	–
mod_assign_get_grades	Obtém todas as notas para uma certa entrega	ID da entrega	–

4.4.4.2 Preparação do curso para a utilização do chatbot

O curso Machine Learning para Todos contém atividades H5P, vídeos e entregas. Entretanto, o *plugin* utilizado para atividade H5P atualmente não suporta *web services*. Porém, as novas versões do Moodle possuem suporte nativo a atividades H5P com suporte a *web services*. Então, estas atividades H5P foram baixadas e incluídas no curso nativamente, sem o *plugin*. As atividades H5P possuem quizzes e atividades interativas incluídas que conferem ao aluno uma pontuação ao final da apresentação, porém essa pontuação não conta para a nota do aluno e não é checada pelo *chatbot*.

O curso Machine Learning para Todos também possui a opção de assistir vídeo-aulas pré-gravadas, caso o aluno não consiga ou não queira realizar as atividades H5P. Os *web services* não permitem checar quais alunos assistiram o vídeo se estes fossem incluídos em formato de URL. Para isso, foram criadas novas atividades tipo “lição”, que possuem maior suporte a coleta de estatísticas por *web services*, e os vídeos foram incluídos dentro destas atividades.

Para que o *chatbot* consiga importar as atividades, é necessário criar eventos no calendário e colocar um texto na sua descrição seguindo um padrão específico. Para atividades H5P, deve seguir o padrão mostrado na Figura 10. O número 10 representa a quantidade de pontos de experiência conferidos pela visualização da atividade. A linha que contém “1 - Motivação” deve conter sempre o nome da atividade H5P, e a próxima deve conter o nome da atividade tipo “lição” que inclui a vídeo aula.

Figura 10. Evento para uma atividade H5P/vídeo

🎓 Entrega 1 🗑️ ⚙️

- 🕒 sexta-feira, 4 outubro, 13:43 PM
- 📅 Evento do curso
- ☰ Chatbot
- &
- 10
- &
- Atividade
- &
- H5P_Video
- &
- [1 - Motivação](#)
- &
- [Vídeo da Aula 1 - Motivação](#)
- 🎓 [Espaço do professor Christiane A. Wangenheim \(Sandbox - Curso ML para Todos!\)](#)

Para as atividades entregáveis, é usado o padrão ilustrado na Figura 11. É apenas necessário alterar o número de pontos de experiência e o nome da atividade.

Figura 11. Evento para uma atividade entregável

🎓 Entrega 7 🗑️ ⚙️

- 🕒 quinta-feira, 10 outubro, 14:34 PM
- 📅 Evento do curso
- ☰ Chatbot
- &
- 10
- &
- Entrega
- &
- [Entrega : Modelo exportado da Teachable Machine](#)
- 🎓 [Espaço do professor Christiane A. Wangenheim \(Sandbox - Curso ML para Todos!\)](#)

4.4.4.3 Configurações do Discord

Quanto ao Discord, é necessário que os usuários acessem o portal de desenvolvedores¹⁰ para criar uma nova “aplicação”, que inclui *chatbots* e outros mecanismos que enviam mensagens de forma automática. Por motivos de privacidade, os *chatbots* só podem enviar mensagens para pessoas que estão em um mesmo servidor (chat de grupo com diversos canais de conversa) que ele. Deve ser gerado uma URL a partir do portal do desenvolvedor que quando clicada inclui o *chatbot* em um servidor. Tal link necessita de um número que representa quais permissões o *chatbot* terá nesse servidor. As únicas permissões necessárias para o MLCompanion foram as permissões para ver canais de texto públicos e enviar mensagens neles.

4.4.4.4 Implementação das funcionalidades do chatbot

A extração de dados do Moodle acontece por meio da biblioteca *requests*, que permite enviar requisições HTTP para endereços web. A URL dos web services da instância do Moodle e a *token* de acesso se encontram no arquivo *env*. Estes são importados ao inicializar o componente que lida com as requisições, *RequestManager*. Segue um exemplo de pseudocódigo da função de obter alunos matriculados no curso.

Código 1. Obtenção de alunos do Moodle

```
RequestManager.obter_alunos()
1. IF curso não foi definido:
2.             Gera exceção: Curso não definido
3. func = 'obter_alunos'
4. url = url_base + func + 'id_curso={id_curso}'
5. resposta = requests.post(url).formato_json()
6. IF tamanho(resposta) == 0:
7.             Gera exceção: Curso não possui nenhum aluno matriculado
8. RETURN resposta
```

¹⁰ <https://discord.com/developers/applications>

Por causa da modularidade dessas funções, várias são usadas para um processo complexo como a verificação da entrega de uma atividade. O componente `GeneralManager` é o responsável por chamar as funções dos outros componentes e devolver uma resposta formatada ao *chatbot*. Segue o pseudocódigo de como é feito o processo de uma atividade.

Código 2. Processo de entrega

```
GeneralManager.atividade_entrega()  
1. submissoes =  
request_manager.obtem_submissoes(atividade.id_entrega)  
2. lista_entregou, lista_nao_entregou =  
moodle_manager.checar_quais_alunos_entregaram(submissoes)  
3. FOR aluno IN lista_entregou:  
4.         moodle_manager.marcar_como_entregue(aluno, atividade)  
5. notas = request_manager.obtem_notas(atividade.id_entrega)  
5. resultados_alunos =  
gamification_manager.recompensa_experiencia_por_entrega(lista_entr  
egou, notas, atividade.exp)  
6. resposta_bot_formatada_entregues =  
response_manager.resposta_entrega_feita(lista_entregou,  
resultados_alunos, atividade.nome)  
7. resposta_bot_formatada_nao_entregues =  
response_manager.resposta_entrega_nao_feita(lista_nao_entregou,  
atividade.nome)  
8. RETURN resposta_bot_formatada_entregues,  
resposta_bot_formatada_nao_entregues
```

A função nomeada no pseudocódigo como “`checar_quais_alunos_entregaram`” é implementada da seguinte forma. Ela está presente no componente `MoodleManager`, que lida com todos os processos relacionados ao Moodle.

Código 3. Verificação da entrega dos alunos

```
MoodleManager.checar_quais_alunos_entregaram(submissoes: lista)
```

```

1. alunos = get_alunos_registrados()
2. entregues, nao_entregues = [], []
3. FOR aluno IN alunos:
4.                                     entregou = Falso
5.                                     FOR submissao IN submissoes:
6.
7.                                     IF submissao['userid'] == aluno.id_moodle AND
submissao['gradingstatus'] == 'graded':
8.
9.                                     entregou = Verdadeiro
10.
11.                                     BREAK
12.                                     IF entregou == Verdadeiro:
13.
14.                                     entregues.append(aluno)
15.                                     ELSE:
16.
17.                                     nao_entregues.append(aluno)
18. RETURN entregues, nao_entregues

```

A verificação das atividades tipo H5P e vídeos é implementada de forma similar às atividades entregáveis, tendo apenas uma mudança na checagem de quais alunos entregaram a atividade. O pseudocódigo desta função se encontra a seguir.

Código 4. Verificação de atividades H5P e vídeos

```

MoodleManager.checar_entrega_h5p_licao(id_h5p: int, id_licao: int,
resposta_h5p: lista, resposta_licao: lista)
1. atividade = obtem_atividade(id_h5p, id_licao)
2. lista_alunos = obtem_alunos_das_submissoes_h5p(resposta_h5p,
atividade)

```



```

3. inclui_alunos_das_submissoes_licao(id_licao, atividade,
lista_alunos)
4. alunos_entregaram, alunos_nao_entregaram =
filtra_entregas_alunos(lista_alunos)
5. registra_entrega_nas_atividades(alunos_entregaram)
6. backup_estado_atividades_em_json()
7. RETURN alunos_entregaram, alunos_nao_entregaram,
atividade.experiencia

```

Já o componente GamificationManager lida com os aspectos de gamificação, principalmente com a entrega de pontos de experiência e progresso de nível. Na sua construção, ele importa uma tabela de um arquivo JSON que especifica qual o número de pontos de experiência totais necessários para avançar para um determinado nível. As atividades H5P e vídeos conferem um número fixo de pontos de experiência, mas as atividades entregáveis calculam esse número de acordo com a nota do aluno, com a nota máxima (dez) conferindo a pontuação máxima especificada no evento da atividade. Esse cálculo é descrito com o seguinte pseudocódigo.

Código 5. Cálculo de pontos de experiência por entrega

```

GamificationManager.calcular_exp_atividade(alunos: lista, notas:
lista, exp: int)
1. exp_por_aluno = {}
2. FOR aluno IN alunos:
3.     exp_por_aluno[aluno.matricula] = {'exp': 0, 'nota': 0.0}
4. FOR nota IN notas:
5.         nova_nota = float(nota['grade'])
6.         porcentagem = int(nova_nota) * 10
7.         aluno_annotado = None
8.         FOR aluno IN alunos:
9.
IF aluno.id_moodle == nota['userid']:

```

```

10.
                                     aluno_ anotado = aluno
11.
                                     BREAK
12.             qtd_exp = int((exp * porcentagem) // 100)
13.     IF qtd_exp > exp_por_aluno[aluno_ anotado.matricula]['exp']:
14.
             exp_por_aluno[aluno_ anotado.matricula]['exp'] = qtd_exp
15. IF nova_nota > exp_por_aluno[aluno_ anotado.matricula]['nota']:
16.
             exp_por_aluno[aluno_ anotado.matricula]['nota'] = nova_nota
17. RETURN exp_por_aluno

```

Finalmente, o componente `ResponseManager` é o responsável por formatar as mensagens e as incluir em um container *embed* para o envio aos alunos. A função responsável por formatar as mensagens relacionadas ao registro dos alunos foi descrita no pseudocódigo seguinte.

Código 6. Geração da mensagem de registro

```

Responsemanager.resposta_registro(aluno: Aluno, sobrescrevendo:
bool, exp: int)
1. IF aluno == None:
2.             RETURN erro_matricula_nao_encontrada()
3. embed_registro = discord.Embed(titulo = "Registro concluído com
sucesso!", descricao = "Prazer em conhecer você,
{aluno.nome_completo()}!")
4. imagem = ""
5. IF sobrescrevendo == Verdadeiro:
6.     embed_registro.novo_campo(nome = "Aviso", valor = "Parece que
alguém já registrou essa matrícula! Você não ganhará experiência
por esse registro. Se você registrou a matrícula de um colega sem

```

querer, avise um colega para que vocês dois se registrem com as matrículas corretas.”)

```
7.                                     imagem = "erro_1.png"
8. ELSE:
9.   embed_registro.novo_campo(nome = "Recompensa", valor = "Você
recebeu {exp} pontos de experiência!")
10.                                     imagem = "registro.png"
11. embed_registro.definir_thumbnail(url = "attachment://" +
imagem)
12. RETURN EmbedComArquivos(embed_registro, ["/.imgs/expressoes/"
+ imagem])
```

A comunicação com o Discord acontece quando um aluno envia um comando ou quando o horário pré-definido para a entrega de uma atividade é acionado. A classe do bot MLCompanion possui o componente que coordena a execução do código, GeneralManager, e executa funções dele de acordo com a situação. É importante notar que várias funções do Discord são consideradas assíncronas, então é necessário explicitar que sua execução deve ser aguardada. Segue um exemplo de pseudocódigo da função que é acionada quando chega a hora de checar a entrega das atividades.

Código 7. Emissão da mensagem de entrega de atividades

```
async MLCompanion.AnunciaEntregaDaAtividade
1. resposta = general_manager.AtividadeEntrega(atividade)
2. FOR id_usuario, lista_embeds_e_arquivos IN atividade.items():
3.   lista_embeds = container.embed FOR container IN
lista_embeds_e_arquivos
5.   lista_imagens = container.imagens FOR container IN
lista_embeds_e_arquivos
6.   usuario = await bot.obter_usuario(id_usuario)
7.   await usuario.enviar(embeds, imagens)
```

Além das mensagens proativas, também foram implementados comandos que o usuário pode enviar a qualquer momento enquanto o *chatbot* estiver ativo. Foram

implementados três comandos: checar quais atividades ficaram pendentes até a próxima entrega, checar o progresso do aluno quanto aos elementos de gamificação (nível, pontos de experiência, *badges* obtidas) e registrar o aluno no sistema do *chatbot*. O comando de registro é o mais importante, pois é o que liga a conta do Discord do aluno ao seu perfil no Moodle e permite que o *chatbot* lhe envie mensagens.

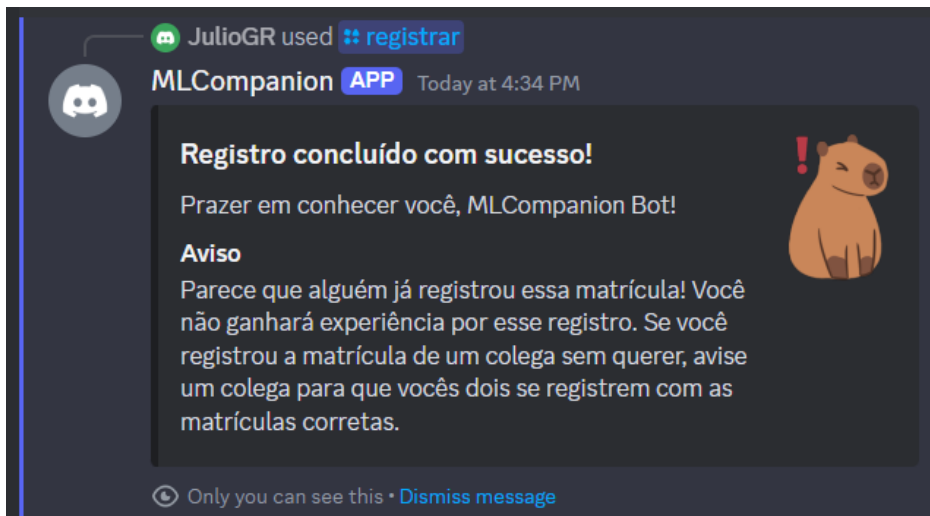
O processo de registro acontece em duas partes: quando o *chatbot* é ativado pela primeira vez, é obtida do Moodle uma lista de todos os alunos matriculados no curso Machine Learning para Todos. O aluno então deve executar o comando de registro e inserir a sua matrícula para que o *chatbot* possa relacionar a sua conta do Discord com o perfil do Moodle que possui aquela matrícula. Este processo é ilustrado no pseudocódigo seguinte.

Código 8. Processo de registro de alunos

```
MoodleManager.registrar_aluno(matricula: string, discord_id: int)
1. aluno = None
2. sobrescreveu_outro = Falso
3. IF matricula IN lista_alunos:
4.     IF lista_alunos[matricula].discord_id != -1:
5.
6.         sobrescreveu_outro = Verdadeiro
7.         lista_alunos[matricula].discord_id = discord_id
8.         aluno = lista_alunos[matricula]
9. RETURN aluno, sobrescreveu_outro
```

É importante notar que é possível que um aluno insira a matrícula de outro e sobrescreva seu registro. Caso isso aconteça, o *chatbot* inclui um parágrafo na sua resposta avisando que o aluno deve contatar o colega que realmente possui aquela matrícula para que ambos executem o comando novamente com as matrículas corretas. Essa mensagem é ilustrada na Figura 12.

Figura 12. Mensagem de sobrescrita de registro



Após estar registrado, o aluno irá receber mensagens do *chatbot* sempre que checar o horário de uma entrega diária. Caso tenha feito a atividade, ele irá ganhar pontos de experiência e possivelmente subir de nível. O aluno recebe novas *badges* a medida que sobe de nível. Elas são exibidas na notificação de subida de nível (Figura 13) e no comando de mostrar o progresso (Figura 14).

Figura 13. Entrega de atividade com subida de nível



Figura 14. Exibição de *badges* no comando de progresso do usuário



Variáveis importantes para a customização do *chatbot*, como as tokens de acesso ao Moodle e Discord, URL dos web services da instância do Moodle, nome do curso, fuso-horário a ser considerado e horários de acionamento das mensagens proativas foram implementadas em um arquivo env.

O código fonte do *chatbot* MLCompanion pode ser encontrado em:

<https://codigos.ufsc.br/gqs/ml-course-chatbot>.

4.4.4.5 Instanciação do *chatbot*

Em seu estado atual, o *chatbot* apenas trabalha com uma turma por vez. Então, são necessárias várias instâncias do *chatbot* para abordar diversas turmas. São necessários os seguintes passos para a configuração de uma instância do *chatbot*:

1. Identificar o curso no Moodle
2. Preparar o curso de acordo com os passos descritos nas seções 4.4.4.1 e 4.4.4.2
3. Criar uma nova aplicação no portal do desenvolvedor do Discord
4. Seguir os passos descritos na seção 4.4.4.3
5. Preencher o arquivo env com as informações relevantes (descritas na seção 4.4.4.4)
6. Executar o arquivo Python *main*.

4.5 TESTE DE SISTEMA

Foram realizados testes para avaliar a implementação de cada requisito funcional conforme descritos na Tabela 17.

Tabela 17. Teste dos requisitos funcionais

ID	Requisito	Descrição	Testes
RF1	Identificar o aluno a partir da sua matrícula registrada no Moodle	O <i>chatbot</i> deve ser capaz de registrar o aluno para a entrega de mensagens proativas ao receber sua matrícula e verificá-la a partir dos alunos registrados no curso no Moodle	Uma matrícula de um aluno que está registrado no curso foi inserida, e o <i>chatbot</i> a identificou corretamente e registrou o aluno. Uma matrícula que não pertencia a nenhum dos alunos registrados no curso foi inserida, e o <i>chatbot</i> avisou o aluno que não conseguiu identificar a matrícula. Uma matrícula que já estava registrada foi inserida, e o chatbot avisou o aluno que ele sobrescreveu a matrícula de alguém e que deve contatar essa pessoa para que ambos se registrem com as matrículas corretas.
RF2	Mandar mensagens proativamente	O <i>chatbot</i> deve mandar mensagens em horários pré-definidos utilizando componentes “ <i>Task</i> ” da biblioteca “Discord.py”	<i>Tasks</i> foram definidas para a atividade diária, resultado da entrega e exibição do leaderboard, e elas executaram as funções corretamente no horário definido no arquivo env.

RF3	Aceitar comandos do usuário	O <i>chatbot</i> deve implementar comandos para o registro dos alunos, verificação de progresso e lista de atividades pendentes.	<p><i>Slash commands</i> foram implementados para cada um dos comandos. O comando de registro está detalhado no teste do RF1.</p> <p>O comando de progresso mostra o nível do aluno, quantidade total de pontos de experiência e quantidade restante até alcançar o próximo nível.</p> <p>O comando de pendências mostra uma lista de atividades que o aluno deve realizar até a próxima entrega.</p> <p>Os comandos de pendência e progresso só funcionam caso o aluno esteja registrado, e informam o aluno desse fato caso tente executá-lo sem registro.</p>
RF4	Mandar relatório de progresso diário na forma de leaderboard	O <i>chatbot</i> deve enviar um leaderboard contendo o número de alunos no top 5 e a posição atual do aluno que recebe a mensagem.	O <i>chatbot</i> envia um <i>leaderboard</i> a partir de uma função executada por uma <i>task</i> . O <i>leaderboard</i> também contém uma mensagem de elogio ou encorajamento caso o aluno tenha entrado ou saído do top 5 ou mantido sua posição anterior.
RF5	Mandar nova badge cada vez que usuário sobe de nível	O <i>chatbot</i> deve enviar ao aluno uma nova badge cada vez que ele sobe de nível. Essa badge é permanente e pode ser vista a qualquer momento.	Uma nova <i>badge</i> é incluída na mensagem que informa que o aluno subiu de nível. O aluno pode usar o comando de progresso para exibir todas as suas <i>badges</i> . Por causa das limitações do Discord, cada badge é exibida em seu próprio <i>embed</i> ao usar o comando de progresso.

Quanto aos requisitos não funcionais, foram tomadas as seguintes medidas:

ID	Descrição	Avaliação
RNF1	Garantir a segurança e privacidade dos dados dos usuários	<p>Todas as mensagens proativas são enviadas por mensagens diretas aos alunos, evitando o julgamento dos colegas caso não tenham entregue uma atividade ou tirado uma nota baixa. Já os comandos foram implementados para responderem com mensagens “efêmeras”, que são exibidas apenas para o destinatário mesmo que sejam enviadas em um canal público.</p> <p>As matrículas e IDs do Discord dos alunos foram guardadas em um arquivo JSON, o que pode se tornar um risco de segurança caso alguém invada a máquina que executa o <i>chatbot</i>. Foi levantada a possibilidade de criptografar os arquivos JSON quando não em uso, mas isso não foi feito em favor de substituir o armazenamento em JSON por um sistema de banco de dados em trabalhos futuros.</p>

RNF2	Manter tempo de resposta de até 9.3 segundos	<p>O tempo de resposta a um comando depende, além da conexão do usuário e da rede em que o <i>chatbot</i> está implementado, do número de imagens contidas na resposta. Foram considerados os comandos de pendência e de progresso.</p> <p>O comando de pendência sempre contém apenas uma imagem, e tem um tempo de resposta entre 0.43 e 1.23 segundos.</p> <p>O comando de progresso pode conter de 2 a 10 imagens de acordo com o número de badges que o aluno possui. Considerando o número máximo de 10 imagens, foram observados tempos de resposta entre 2.08 e 2.90 segundos.</p>
RNF3	Garantir respostas coerentes e relevantes ao contexto da conversa de forma ética	Todos os textos das mensagens foram revisados em relação a sua formulação de forma ética.
RNF4	Criar um mascote que representa o <i>chatbot</i>	Foi criado um mascote para o <i>chatbot</i> que possui a forma de uma capivara.

5. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um *chatbot* para auxiliar no ensino de *Machine Learning* na educação básica, no contexto do curso *Machine Learning para Todos*. Primeiramente foi levantada a fundamentação teórica sobre todos os conceitos relevantes para este trabalho (O1). Após isso, foi feito um mapeamento sistemático sobre quais *chatbots* educacionais existem e se encaixam no foco deste trabalho (O2). Não foram encontrados trabalhos que se encaixam perfeitamente nos termos iniciais de busca, então termos mais amplos tiveram que ser usados. Os *chatbots* encontrados demonstraram resultados geralmente positivos. Foi então definido um modelo do *chatbot* usando elementos de gamificação (experiência, níveis, *badges*, *leaderboard*) para interagir com os alunos do curso *Machine Learning para Todos* (O3). Finalmente, foi desenvolvido um *chatbot* a partir deste modelo que obtém informações do Moodle por meio do sistema de *web services*, e envia mensagens aos alunos por meio do aplicativo de mensagens Discord (O4).

Devido a limitações dos *web services*, não foi possível integrar o *chatbot* com o plugin *Level Up XP - Gamification*, então os elementos de gamificação precisaram ser desenvolvidos do zero. Também não foi possível integrar um LLM ao *chatbot* pois não foi

possível obter acesso ao *hardware* necessário dentro do período do desenvolvimento deste TCC.

Espera-se que o *chatbot* resultante ajude os alunos a acompanhar o seu progresso no curso Machine Learning para Todos, informando-os sobre as suas tarefas diárias, recompensando-os com pontos de experiência e *badges*, permitindo que eles chequem suas atividades pendentes, e os ajudando a medir o seu progresso no curso por meio de um *leaderboard*. E desta forma, possivelmente aumentar a participação dos alunos no curso atingindo ao final os objetivos de aprendizagem do curso.

Para trabalhos futuros, recomenda-se utilizar um banco de dados ao invés de arquivos JSON para guardar as informações das atividades e dos alunos, tanto por questões de segurança quanto por escalabilidade, já que o *chatbot* desenvolvido interage com apenas uma turma de cada vez. Também será necessário revisar o sistema de exibição de *badges* para cursos maiores, pois o Discord só suporta enviar no máximo 10 *embeds* e 10 imagens de uma vez. O próximo passo no desenvolvimento deste *chatbot* é a integração a um LLM que possibilite o *chatbot* responder a perguntas e dúvidas dos estudantes. Finalmente, também seria interessante integrar o *chatbot* a cursos que possuem conteúdo complementar e/ou que possam ser abordados de forma menos linear, para aproveitar melhor os elementos gamificados.

REFERÊNCIAS

Adamopoulou, E., Moussiades, L. An Overview of Chatbot Technology. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 584, 2020.

Alencar, M. A. S., Netto, J. F. Melhorando a Colaboração em um Ambiente Virtual de Aprendizagem usando um Agente Pedagógico Animado 3D. Proc. do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Recife, Brasil, 2017.

Analyzify, 2024. Discord Statistics. Disponível em: <https://analyzify.com/statsup/discord>

App Inventor, 2024. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/about-us>

Assessoria De Comunicação Social Do Inep. Ensino a distância cresce 474% em uma década. GOV.BR, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-da-educacao-superior/ensino-a-distancia-cresce-474-em-uma-decada/>.

Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Computer Science Teachers Association. AI4K12, 2020. Disponível em: <https://ai4k12.org/>.

Benner, D., Schöbel, S., Süess, C., Baechle, V., Janson, A. Level-Up your Learning – Introducing a Framework for Gamified Educational Conversational Agents. Proc. of Wirtschaftsinformatik, Nuremberg, Germany, 2022.

Benotti, L., Martínez, M. C., Schapachnik, F. Engaging High School Students Using Chatbots. Proc. of Innovation And Technology In Computer Science Education, Uppsala, Sweden, 2014.

Bui, T., Pohl, M., Rosenfelt, C., Ogourtsova, T., Yousef, M., Whitlock, K., Majnemer, A., Nicholas, D., Demmans, E. C., Zaiane, O., Bolduc, F. Identifying Potential Gamification Elements for A New Chatbot for Families With Neurodevelopmental Disorders: User-Centered Design Approach. Journal of Medical Internet Research, 9(3), 2022.

Cameron, G., Cameron, D., Megaw, G., Bond, R., Mulvenna, M., O'Neil, S. Armour, C., McTear, M. Back to the Future: Lessons from Knowledge Engineering Methodologies for Chatbot Design and Development. Proc. of International BCS Human Computer Interaction Conference, Belfast, Ireland, 2018.

Cetic.Br. TIC Kids Online Brasil 2023. 2023. Disponível em: <https://cetic.br/pt/tics/kidsonline/2023/criancas/>. Acesso em: 28 abr 2024.

Christopoulos, A., Mystakidis, S. Gamification in Education. Encyclopedia, 3(4), 2023.

Dillon, R. The 6-11 Framework: a new approach to video game analysis and design. Proc of Gameon Asia, Queenstown, Singapura, 2011.

Dye, K. Why 'push' chatbots in Slack are awesome but 'pull' chatbots are more common. VentureBeat, 5 jul. 2016. Disponível em: <https://venturebeat.com/business/why-push-chatbots-in-slack-are-awesome-but-pull-chatbots-are-more-common/>.

Fontes, A. da S., Costa, E., Silva, D. F. da, Santos, O. R. dos. Contribuições para o ensino: Plataforma Moodle. Formação Docente, 13(2), 2021.

Gaglo, K., Degboe, B. M., Kossingou, G. M., Ouya, S. Proposal of conversational chatbots for educational remediation in the context of covid-19. Proc. of the 24th International Conference on Advanced Communication Technology, PyeongChang Kwangwoon_Do, Republic of Korea, 2022.

Gamage, S. H. P. W., Ayres, J. R., Behrend, M. B. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. International Journal of STEM Education, 9, 2022.

González-González, C. S., Muñoz-Cruz, V., Toledo-Delgado, P. A., Nacimiento-García, E. Personalized Gamification for Learning: A Reactive Chatbot Architecture Proposal. Sensors, 23(1), 2023.

Gresse von Wangenheim, C., Alves, N. d. C., Rauber, M. F., Hauck, J. C. R., Yeter, I. H. A Proposal for Performance-based Assessment of the Learning of Machine Learning Concepts and Practices in K-12. Informatics in Education, 21(3), 2022.

Gresse von Wangenheim, C., Marques, L. S., Hauck, J. C. R. Machine Learning for All – Introducing Machine Learning in K-12. Socarxiv, (2023).

Hew, K. F., Huang, W., Du, J., Jia, C. Using Chatbots in Flipped Learning Online Sessions: Perceived Usefulness and Ease of Use. In Blended Learning, Springer International Publishing, 2021.

Hew, K.F., Huang, W., Du, J., Jia, C. Using chatbots to support student goal setting and social presence in fully online activities: learner engagement and perceptions. Journal of Computing in Higher Education 35, 2023.

Hidayatulloh, I., Pambudi, S., Surjono, H. D., Sukardiyono, T. Gamification on Chatbot-Based Learning Media: a Review and Challenges. Electronics, Informatics, and Vocational Education, 6(1), 2021.

HISTORY. MoodleDocs. 2020. Disponível em: <<https://docs.moodle.org/403/en/History>>.

Hunicke, R., Leblanc, M.,; Zubek, R. MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. Proc. of Challenges In Game AI, San Jose, California, USA, , 2004.

Hwang, G., Chang, C. A review of opportunities and challenges of chatbots in education. Interactive Learning Environments, 31(7), 2023.

Junior, C. R. da S. Sala de Aula Invertida: Por Onde Começar? Instituto Federal de Goiás, Goiás, 2020.

Kaiss et al. Towards a Chatbot-based Learning Object Recommendation: A Comparative Experiment. *Intelligent Tutoring Systems*, Institute of Intelligent Systems, Cofu, Greece, 2023c.

Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Chatbot Design to Help Learners Self-Regulate Their Learning in Online Learning Environments. *Proc. of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Orem, UT, USA, 2023d.

Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Pre-Evaluation with a Personalized Feedback Conversational Agent Integrated in Moodle. *Int. Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(06), 2023a.

Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Towards a Chatbot-based Learning Object Recommendation: A Comparative Experiment. *Intelligent Tutoring Systems*, Institute of Intelligent Systems, Cofu, Greece, 2023c.

Kaiss, W., Mansouri, K., Poirier, F. Effectiveness of an Adaptive Learning Chatbot on Students' Learning Outcomes Based on Learning Styles. *Int. Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(13), 2023b.

Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., Alhejori, K. Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28, 2022.

Martha, D., Santoso, H. B., Junus, K., Suhartanto, H. Designing Metacognitive and Motivation Tutor: A Pedagogical Agent to Facilitate Learning in Blended-Learning Environment in A Higher Education Context. *Proc. of the 27th Int. Conference on Computers in Education*, Kaohsiung, Taiwan, 2019.

Martins, R. M., Gresse Von Wangenheim, C. Teaching Computing to Middle and High School Students from a Low Socio-Economic Status Background: A Systematic Literature Review. *Informatics in Education*, 23(1), 2024.

Martins, R. M., Gresse Von Wangenheim, C., Rauber, M. F., Hauck, J. C. Machine Learning for All!—Introducing Machine Learning in Middle and High School. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2023a.

Martins, R. M., Gresse von Wangenheim, C., Rauber, M. F., Hauck, J. C. R. Eficácia das Metodologias Ativas e do Suporte Tecnológico no Ensino de Machine Learning na Educação Básica. *Proc. do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, Online, 2023b.

Meyer, A. I. da S. Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Conceitos e características. *Kiri-Kerê: Pesquisa em Ensino*, 1(12), 2022.

Neumann, A., Conrardy, A. & Decker, S., Jarke, M. Motivating Learners with Gamified Chatbot-Assisted Learning Activities. *Proc. of International Conference on Web-Based Learning*, Sydney, Australia, 2023.

Okonkwo, C. W., Ade-Ibijola, A. Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 2, 2021.

Paschoal, L. N., Chicon, P. M. M., Krassmann, A. L., Binelo, M. O. Ubibot: Agente Inteligente Consciente do Contexto de Aprendizagem do Usuário Integrado ao Ambiente Moodle. *Congresso Internacional de Informática Educativa*, Santiago, Chile, 2016.

Paschoal, L. N., Oliveira, M. M., Chicon, P. M. M. A Chatterbot Sensitive to Student's Context to Help on Software Engineering Education. *Proc. of the XLIV Latin American Computer Conference*, São Paulo, Brazil, 2018.

Pedroso, T., Cardoso, E., Rações, F., Batista, A., Barateiro, J. Gamificação do Learning Scorecard: aplicação da framework MDA. *Proc. da Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação*, Santarém, Portugal, 2018.

Polat, E. Gamification implementation for educational purposes: a scoping review (2013-2018). *Educational Technology Quarterly*, 2023(3), 2023.

Ramandanis, D., Xinogalos, S. Designing a Chatbot for Contemporary Education: A Systematic Literature Review. *Information*, 14(9), 2023.

Rauber, M. F., Gresse Von Wangenheim, C., Barbeta, P. A., Borgatto, A.F., Martins, R. M., Hauck, J. C. R. Reliability and Validity of an Automated Model for Assessing the Learning of Machine Learning in Middle and High School: Experiences from the "ML for All!" course. *Informatics in Education*, online, 2023.

Salgado, D. O Brasileiro e seu Smartphone: pesquisa revela dados inéditos. *Opinion Box*, 2023. Disponível em: <<https://blog.opinionbox.com/o-brasileiro-e-seu-smartphone/>>.

Santos, V. Medeiros, F. ,Brasileiro, H.& Rodrigues, N. ,Souza, M.. A Textual Conversational Agent as a Virtual Assistant to Students in the Moodle LMS. *Proc. of the 16th annual International Conference of Education, Research and Innovation*, Seville, Spain, 2023.

Santos, V., Sousa, M., Medeiros, F., Lira, H., Rodrigues, N.. Alfa - Um Chatbot do tipo Perguntas e Respostas como Assistente Virtual no AVA Moodle. *Proc. do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Passo Fundo/RS, Brasil, 2023.

Serrano, P. H. S. M., Silva, R. G. C. F., Soares, J. V. C., Santos, S. R. Educação a distância com suporte através de robô de conversação e linguagem natural. *Revista Tecnia*, 8(1), 2023.

Shilowaras, M.; Jusoh, N.A. Implementing Artificial Intelligence Chatbot in Moodle Learning Management System. *Engineering, Agriculture, Science and Technology Journal*, 1(1) , 2022.

Smutny, P., Schreiberova, P. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers & Education*, 151, 2020.

Souali, K., Rahmaouni, O., Ouzzif, M., Haddioui, I. E. Recommending Moodle Resources Using Chatbots. Proc. of the 15th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, Sorrento, Italy, 2019.

Strmečki, D., Bernik, A.,; Radošević, D. Gamification in E-Learning: Introducing Gamified Design Elements into E-Learning Systems. Journal of Computer Sciences, 11(12), 2015.

Stryker, C., Kavlakoglu, E. What is artificial intelligence (AI)? IBM, 16 aug. 2024.
Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>

Universidade Federal de Santa Catarina. Moodle, 2023. Página inicial. Disponível em: [<https://moodle.ufsc.br/>](https://moodle.ufsc.br/).

Vasconcelos, C. R. D., Jesus, A. L. P. de, Santos, C. de M. Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) na educação a distância (EAD): um estudo sobre o moodle. Brazilian Journal of Development, 6(3), 2020.

Wollny, S., Schneider, J., Mitri, D. D., Weidlich, J., Rittberger, M., Drachsler, H. Are We There Yet? - A Systematic Literature Review on Chatbots in Education. Frontiers in Artificial Intelligence, 4, 2021.

Wongso, O., Rosmansyah, Y., Bandung, Y. Gamification framework model, based on social engagement in e-learning 2.0. Proc. of International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering, and Environment, Bandung, Indonesia, 2014.

APÊNDICE A

DESENVOLVIMENTO DE UM *CHATBOT* COM BASE EM EVENTOS USANDO GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DE COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Julio Gonçalves Ramos, Christiane Gresse von Wangenheim, Jean C. R. Hauck

Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina,
Florianópolis, SC, Brasil

juliogoncalvesramos@yahoo.com.br, c.wangenheim@ufsc.br,
jean.hauck@ufsc.br

Abstract. Nowadays Artificial Intelligence (AI) is very present in our daily lives, with a great growth predicted in its job market. This generates an incentive to teach basic AI concepts already in K-12, through for example the course “Machine Learning for All”. Even with its success in teaching AI, it is possible to observe issues with keeping students engaged throughout the course. Therefore, this work aims to mitigate these issues by developing an educational chatbot that utilizes various gamification techniques to support the course “Machine Learning for All” and is integrated to the “Moodle” and “Discord” platforms.

Keywords: K-12, Chatbot, Gamification, Machine Learning, Moodle, Discord.

Resumo. Atualmente a Inteligência Artificial (IA) está muito presente no nosso dia-a-dia, com um grande crescimento previsto no mercado de trabalho. Isso gera um incentivo para o ensino de conceitos básicos de IA desde a educação básica, como por exemplo através do curso. “*Machine Learning* para Todos”. Mesmo com o seu sucesso no ensino de IA,

observa-se uma dificuldade em manter os estudantes engajados ao longo do curso. Portanto, neste trabalho visa-se mitigar essas dificuldades através do desenvolvimento de um *chatbot* educacional que utiliza várias técnicas de gamificação para suportar o curso “*Machine Learning* para Todos” e é integrado às plataformas “Moodle” e “Discord”.

Palavras chave: Educação Básica, *Chatbot*, Gamificação, *Machine Learning*, Moodle, Discord.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a computação está muito presente no nosso dia-a-dia, com um grande crescimento no mercado de trabalho previsto para até 2029 (Martins e Gresse von Wangenheim, 2024). Dessa forma, o ensino de computação já na educação básica se torna importante para formar cidadãos aptos tanto no uso cotidiano de computação quanto em tópicos inovadores e em alta como a inteligência artificial. Inteligência artificial, ou IA, pode ser definida como “[...] tecnologia que permite que computadores e máquinas simulem o aprendizado humano, compreensão, solução de problemas, tomada de decisões, criatividade e autonomia.” (Stryker e Kavlakoglu, 2024, tradução nossa).

O uso de ferramentas virtuais de ensino teve um crescimento significativo na última década (Assessoria de Comunicação Virtual do Inep, 2022). Dentre essas ferramentas estão os Ambientes de Aprendizado Virtuais (AVAs), também chamados de *Learning Management Systems* (LMS), que são definidos como:

“[...] um ambiente de comunicação síncrona e assíncrona que permite a aprendizagem em um espaço virtual, o qual possibilita a construção da aprendizagem por meio da interação entre alunos, professores e tutores, através de recursos disponibilizados no ambiente.” (Meyer, 2022, p. 191)

Um exemplo de AVA é o Moodle¹¹ (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) (UFSC, 2023), que é usado em diversas instituições de ensino brasileiras, incluindo a Universidade Federal de Santa Catarina¹².

Porém, de forma geral, observa-se uma dificuldade em manter os estudantes engajados ao longo dos cursos. Fatores como o atendimento personalizado e a clareza de objetivos quanto aos estudos são difíceis de replicar em um ambiente *online* (Benotti, 2014). Uma das soluções propostas para mitigar essa dificuldade são os chamados Agentes Conversacionais, coloquialmente chamados de “*chatbots*” (Benner et al., 2022). *Chatbots* podem ser definidos como:

“[...] sistemas digitais que podem ser interagidos via interfaces de texto ou voz. [...] O seu propósito é automatizar conversações simulando um parceiro conversacional humano e podem ser integrados a *softwares*, como plataformas online, assistentes digitais, ou interligado com serviços de mensagens” (Wollny et al., 2021, p. 2, tradução nossa).

Entretanto, também existem problemas de engajamento mesmo com o uso de *chatbots*. Cursos que implementaram *chatbots* como ferramentas de ensino apontam que o interesse dos estudantes em conversar com os *chatbots* diminui após algumas semanas (Hwang, Chang, 2021; Kuhail et al., 2022). Estudantes também tendem a ficar frustrados com o processo de aprendizagem quando o *chatbot* usa um conjunto de dados muito limitado e sentem falta de alguns recursos como informações sobre cursos e departamentos (Kuhail et al., 2022).

Uma estratégia muito utilizada para ajudar com o engajamento de alunos é a gamificação. Gamificação é “a aplicação do design de jogos, inteira ou parcialmente, a problemas do mundo real” (Hidayatulloh et al., 2021). São utilizados elementos dos jogos como *leaderboards*, níveis de experiência, missões e recompensas para representar o progresso dos alunos e os motivar. Com a integração da gamificação em *chatbots*, alguns recursos da gamificação podem ser utilizados para medir o progresso, aprendizagem e diversão dos alunos, como por exemplo o modelo Hexad de arquétipos de jogadores (Benner et al., 2022; González-González et al, 2023).

¹¹ <https://moodle.com/>

¹² <https://presencial.moodle.ufsc.br/>

Quanto aos *chatbots* que fazem uso de gamificação, existem ainda poucos exemplos. Existe uma falta de fundamentação teórica quanto à implementação dos *chatbots*, com um foco maior para o uso em educação informal por meio de questionários e exercícios de fixação (Benner et al., 2022). O uso de gamificação tem um foco mais motivacional, proporcionando *feedback* e informações úteis, e ajudando na definição de objetivos (Benner et al., 2022). Portanto, o objetivo deste trabalho é criar um *chatbot* que use técnicas de gamificação para o curso “*Machine Learning* para Todos”, que é um curso que visa ensinar estudantes da educação básica os conceitos fundamentais de inteligência artificial e *Machine Learning* (Martins, 2023).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão apresentados conceitos importantes para este trabalho. Estes são: a plataforma Moodle, o ensino de *Machine Learning* na educação básica e o papel do curso *Machine Learning* para Todos, as características dos *chatbots* educacionais e o conceito de gamificação.

O Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) é um projeto de código aberto criado em 2001 por Martin Dougiamas (History, 2020). Ele é considerado um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) que proporciona diversos recursos para facilitar uma aprendizagem colaborativa e gratuita (Vasconcelos; Jesus; Santos, 2020). O Moodle está sendo utilizado também na UFSC tanto para acompanhar os cursos presenciais quanto os cursos de extensão.

O ensino de computação na educação básica é importante para familiarizar os estudantes desde cedo com as ferramentas que vem sendo cada vez mais utilizadas nos dias atuais, mas também para instigar neles o interesse por áreas inovadoras e em alta como a inteligência artificial. A iniciativa “*Artificial Intelligence for K-12*” (Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Computer Science Teachers Association, 2020) propõe um conjunto de diretrizes que sugere um currículo para o ensino de inteligência artificial na educação básica. Um exemplo de uma unidade instrucional para ensinar IA na educação básica é o curso *Machine Learning* para Todos (Martins et al., 2023a). Ele visa o ensino de conceitos básicos de inteligência artificial, mais especificamente na área de *Machine Learning*. Ele é voltado para estudantes que não possuem nenhum conhecimento sobre inteligência artificial em geral. O curso é voltado para estudantes entre 10 a 14 anos, mas também pode ser usado para introduzir estudantes mais velhos à área com

algumas modificações sugeridas como plataformas de *Machine Learning* mais convencionais (Martins et al., 2023a).

Um *chatbot*, também chamado de agente conversacional, é um sistema de inteligência artificial (Adamopoulou; Moussiaes; 2020) que simula a interação humana por meio de texto ou voz (Ramandanis; Xinogalos; 2023) em conversas gerais ou pertinentes a um tópico ou domínio específico (Smutny; Schreiberova; 2020). A inteligência artificial é um campo muito amplo e está presente nos *chatbots* em diversas formas, desde casos simples de pergunta-resposta pré-definidos (*pattern matching*), até programas complexos para a identificação e processamento de linguagem chamados de Processamento de Linguagem Natural ou NLP (*Natural Language Processing*) (Adamopoulou; Moussiaes; 2020).

A gamificação pode ser definida como a aplicação de elementos de jogos em problemas do mundo real (Hidayatulloh et al., 2021), com o objetivo de engajar ou motivar usuários (Polat, 2023). Segundo Polat (2023), os elementos mais utilizados na gamificação são a pontuação, insígnias que destacam as conquistas dos usuários, e *leaderboards*.

3. ESTADO DA ARTE

Para levantar o estado da arte sobre quais *chatbots* existem para ensinar IA/ML na educação básica integrado ao Moodle, foi conduzido um mapeamento sistemático seguindo os procedimentos propostos por Petersen et al. (2008).

O objetivo desta revisão é responder à seguinte questão: Quais *chatbots* existem para ensinar IA/ML na educação básica integrados ao Moodle? Com base no objetivo desta revisão, a pergunta de pesquisa é refinada nas seguintes questões de análise:

QA1. Quais *chatbots* deste tipo existem para que unidade instrucional?

QA2. Quais são as características desses *chatbots*?

QA3. Esses *chatbots* usam elementos de gamificação?

QA4. Quais os efeitos e pontos fortes e fracos observados no uso destes *chatbots*?

A pesquisa foi realizada entre fevereiro e março de 2024 pelo autor e revisada pela orientadora. Não foram encontrados muitos resultados pelo Scopus mesmo depois de deixar os

termos da pesquisa mais amplos. A pesquisa feita no Google Scholar trouxe muito mais resultados, mas de relevância variável. Na primeira fase de análise, foram encontrados 30 artigos potencialmente relevantes, dos quais apenas 16 foram selecionados como certamente relevantes. Uma grande parte dos artigos foi excluída pela falta de integração com o Moodle e falta de informações ou por trazer somente uma proposta superficial sem nenhum detalhe concreto da implementação. Foram também excluídos trabalhos acadêmicos (TCCs, dissertações e teses).

De forma geral foram encontrados poucos *chatbots* integrados ao Moodle que ensinam computação. Entre estes, a maioria é voltado ao suporte de metodologia de aprendizagem autorregulada. Não foi encontrado nenhum *chatbot* que ensine IA, mesmo que alguns sejam voltados a área de ensino de computação. Também não foi encontrado nenhum *chatbot* que seja utilizado na educação básica. Todos os encontrados são voltados ao ensino superior. Foram encontrados *chatbots* que usam elementos de gamificação, mas nenhum que adota gamificação dentro das características específicas nesta revisão.

Em termos de funções, basicamente todos os *chatbots* abordam as mesmas: cumprimentar o usuário, responder perguntas básicas, aplicar e avaliar questionários. Porém, não se encontrou *chatbots* mais voltados para a avaliação de tarefas e motivação do aluno na interação com o curso. Quanto à integração ao Moodle em si, a maioria dos *chatbots* é incluída na página por meio de um *widget* HTML.

Entre os *chatbots* encontrados que fazem uso de uma plataforma de IA é possível observar várias similaridades, principalmente na questão da sua arquitetura. A plataforma consulta uma base de dados, envia e recebe conteúdo do Moodle através de um serviço externo (Webchat3) ou uma função implementada na própria plataforma (*webhooks*). Em termos de plataformas usadas se destaca o Dialogflow como sendo utilizados por vários *chatbots*. O Dialogflow possui múltiplas funções relevantes e úteis, mas não deixa claro se a sua versão essencial é verdadeiramente gratuita ou se o pagamento é feito automaticamente após ultrapassar os seus limites. Outros usaram Rasa, que possui uma versão gratuita de qualidade, mas necessita de ferramentas complementares para o seu uso com *chatbots*.

Todos os *chatbots* encontrados se encaixam na descrição de Dye (2016) como pertencentes ao tipo “*pull*”, que são caracterizados pela necessidade do usuário começar a interação com o *chatbot*. Nenhum *chatbot* encontrado pertence ao tipo “*push*”, que inicia a interação com o usuário.

Nenhum dos *chatbots* encontrados envia mensagens por meio das redes sociais, mas um deles envia mensagens diretas pelo Moodle e outro envia email para os professores do curso em que ele está integrado.

Cerca de metade dos artigos também relata a realização de estudos de avaliação do *chatbot*, com o número de participantes variando de um até 80. Houve um trabalho que relatou mais de 4000 sessões de usuário na testagem do seu *chatbot*. As principais descobertas indicam que os *chatbots* tiveram um impacto positivo nos usuários. Os *chatbots* foram capazes de elevar o nível de conhecimento dos usuários, ajudar na aquisição de novos conhecimentos e tirar dúvidas sobre cursos. Porém, em alguns casos houve pouca empolgação para usar o *chatbot*, e se descobriu uma necessidade de uma grande base de conhecimento para poder responder perguntas adequadamente.

3. DESENVOLVIMENTO DO CHATBOT

Para que possa ser integrado ao curso e fornecer apoio para os estudantes, o *chatbot* deve possuir capacidades tanto de “*pull*” quanto “*push*” (Dye, 2016), ou seja, tanto responder a mensagens do usuário quanto enviar mensagens proativamente. O *chatbot* deve ser capaz de utilizar a API do Moodle para reconhecer eventos, coletar informações do usuário e seu progresso no curso. O *chatbot* também deve fornecer elementos de gamificação integrados ao ambiente Moodle, como níveis, experiência, badges e *leaderboards*. O *chatbot* poderá enviar informações referente a gamificação (Recompensas, *badges*, etc.) aos estudantes. Com base nessa análise inicial, foi elaborada a lista de requisitos descrita nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Requisitos funcionais iniciais

ID	Requisito funcional	Entrada	Saída	Prioridade
RF1.	Identificar o aluno a partir da sua matrícula registrada no Moodle	Matrícula	Sessão do usuário	Alta
RF2.	Mandar mensagens proativamente	<i>Trigger</i> que dispara em horário pré-definido	Mensagem do <i>chatbot</i>	Alta
RF3.	Aceitar comandos do usuário	Comando do usuário	Mensagem do <i>chatbot</i>	Média
RF4.	Enviar relatório de progresso diário na forma de <i>leaderboard</i>	<i>Trigger</i> de evento semanal	<i>Leaderboard</i>	Média


RF5.	Enviar nova badge cada vez que usuário sobe de nível	Trigger de subir de nível	Badge	Média
------	--	---------------------------	-------	-------

Tabela 2. Requisitos não funcionais

ID	Requisito não funcional
RNF1.	Integração ao Moodle
RNF2.	Segurança e privacidade dos dados dos usuários
RNF3.	Tempo de resposta de até 9.3 segundos ¹³
RNF4.	Respostas coerentes e relevantes ao contexto da conversa de forma ética
RNF5.	Mascote que representa o <i>chatbot</i>

Conforme os requisitos especificados, foi feita a modelagem do *chatbot*. O *chatbot* é chamado de MLCompanion. Analisando os *chatbots* existentes e o contexto educacional do curso, são definidas as mensagens enviadas pelo *chatbot* conforme exemplificadas na Tabela 3. Também foram implementados comandos que o usuário pode enviar ao *chatbot* a qualquer momento, exemplificados na Tabela 4.


Tabela 3. Exemplo da modelagem das mensagens proativas com gamificação

Pré-requisitos no Moodle	Gatilho	Interação gamificada	Mensagem	Imagem do mascote
Eventos criados no curso no Moodle representando as entregas das atividades	O horário pré-definido é atingido, e há alguma atividade naquele dia	–	<p>O que tem para hoje? A atividade de hoje é: [Nome da atividade] Você pode estudar usando os slides H5P, ou assistindo a aula em formato de vídeo.</p> <p>Orientações Caso escolha a opção de H5P, você deve chegar até o último</p>	

¹³ Tempo de resposta médio de *chatbots* de acordo com <https://www.linkedin.com/advice/0/how-can-you-use-marketing-analytics-improve-1e>

			slide para que eu saiba que você assistiu a aula. Caso escolher o vídeo, apenas clicando no vídeo já é suficiente. Bons estudos!	
...				

Tabela 4. Exemplo da modelagem dos comandos do *chatbot*

Comando	Parâmetros	Descrição	Mensagem	Imagem
/progresso	–	<i>Chatbot</i> mostra o nível atual do aluno, o número de pontos de experiência totais obtidos, o número de pontos de experiência necessários para alcançar o próximo nível, e as <i>badges</i> recebidas	Seu progresso Nível [Nível] Experiência total [Experiência total] Experiência para o próximo nível [Experiência para o próximo nível] A seguir vou lhe mostrar todas as <i>badges</i> que obteve até agora. [Badges]	
...				

A plataforma escolhida para a comunicação entre o *chatbot* e os alunos foi o *software* Discord, que atualmente possui mais de 154 milhões de usuários ativos mensais (38 milhões brasileiros), sendo 20% destes entre 16 e 24 anos de idade (Analyzefy, 2024). Discord pode ser utilizado em ambos *desktop* e dispositivos móveis, e possui diversos recursos para a criação de *chatbots* e outras aplicações que recebem e enviam mensagens de forma automática.

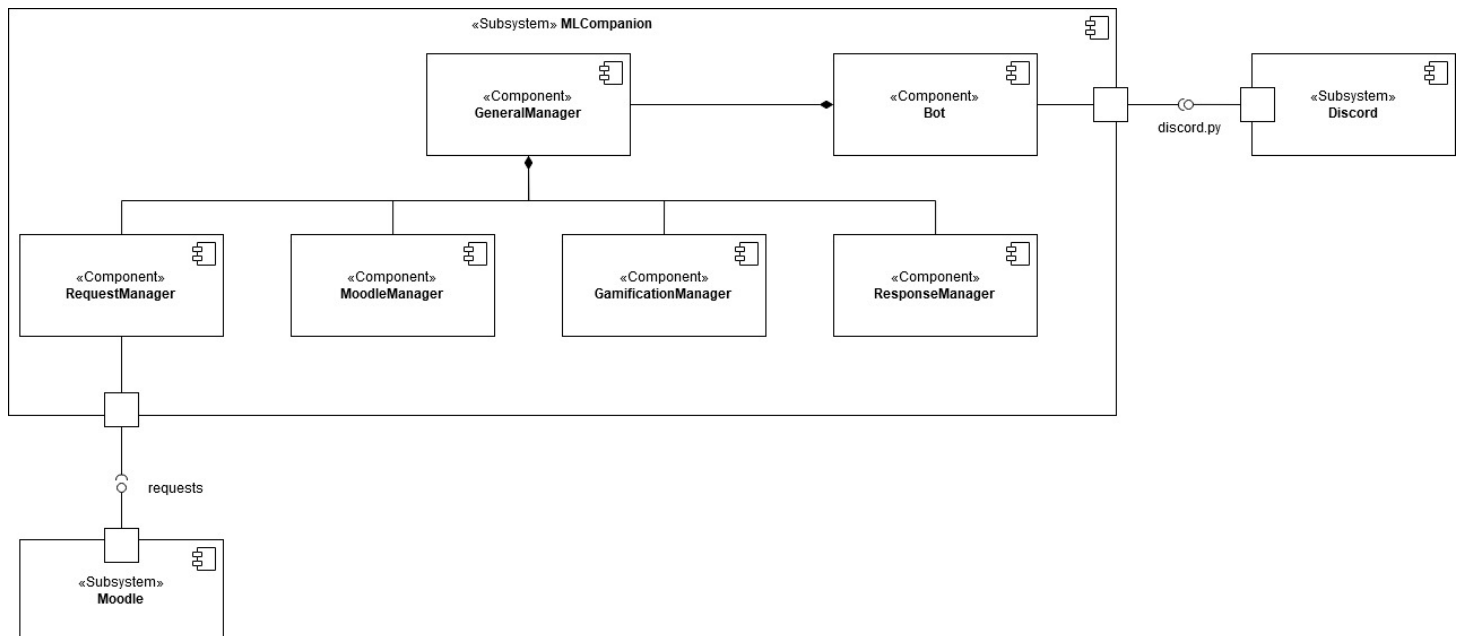
O *chatbot* foi implementado na linguagem de programação Python, usando principalmente a biblioteca “discord.py” que serve como uma API entre o código e o Discord. Tal linguagem foi escolhida tanto pela familiaridade prévia do autor, quanto devido a presença de tal biblioteca, que está em atualização constante e possui uma comunidade de desenvolvedores ativa.

A comunicação com o Moodle é feita utilizando a biblioteca “*requests*”, que envia requisições HTTP para o endereço onde está localizado o serviço de *web services* do Moodle. Tais requisições são enviadas através da API REST, e as respostas são recebidas no formato JSON.

O principal componente desse sistema é o *chatbot* em si denominado “MLCompanion”, que herda da classe de Bot padrão da biblioteca discord.py. O *chatbot* pode agir tanto de forma responsiva ao aceitar comandos dos usuários quanto de forma proativa enviando mensagens a cada dia durante o seu funcionamento em um horário predeterminado. Para agir de forma proativa, é usado o sistema de “*Tasks*” da biblioteca discord.py, que permite que eventos ocorram após um certo intervalo de tempo.

Quando um evento é acionado, o *chatbot* invoca métodos de componentes chamados *managers*, cada um com uma responsabilidade. A sua hierarquia e funcionalidades se encontram na Figura 1.

Figura 1. Diagrama da arquitetura do *chatbot*



As mensagens do *chatbot* são exibidas usando *Embeds*, que são containers utilizados pelo discord por padrão para a prévia de conteúdos de *links* externos, mas também podem ser usados para exibir qualquer conteúdo de uma forma coesa.

Os comandos que o *chatbot* aceita foram implementados como um tipo de comando do Discord chamados de “*slash commands*”. Tais comandos sempre começam com um caractere “/” e são integrados à interface do Discord de modo que a sua descrição e parâmetros necessários sejam exibidos ao usuário enquanto ele digita. Eles são organizados por fonte (nativos do Discord ou providenciados por algum *chatbot*), o que facilita a visualização de todos os comandos disponíveis.

As mensagens enviadas pelo *chatbot* proativamente são enviadas diretamente para o estudante. Já as respostas aos comandos podem ser enviadas tanto diretamente quanto no servidor do Discord, onde o aluno e o *chatbot* se encontram, dependendo de onde o comando é executado. As respostas a comandos são “efêmeras”, o que significa que elas são exibidas apenas para o destinatário mesmo que sejam enviadas em um canal público. Um exemplo da interface do *chatbot* pode ser visto na Figura 2.

Figura 2. Exemplo da interface



4. REFERÊNCIAS

Adamopoulou, E., Moussiades, L. An Overview of Chatbot Technology. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 584, 2020.

Analyzify, 2024. Discord Statistics. Disponível em: <https://analyzify.com/statsup/discord>

Assessoria De Comunicação Social Do Inep. Ensino a distância cresce 474% em uma década. GOV.BR, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-da-educacao-superior/ensino-a-distancia-cresce-474-em-uma-decada/>.

Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Computer Science Teachers Association. AI4K12, 2020. Disponível em: <https://ai4k12.org/>.

Benner, D., Schöbel, S., Süess, C., Baechle, V., Janson, A. Level-Up your Learning – Introducing a Framework for Gamified Educational Conversational Agents. Proc. of Wirtschaftsinformatik, Nuremberg, Germany, 2022.

Benotti, L., Martínez, M. C., Schapachnik, F. Engaging High School Students Using Chatbots. Proc. of Innovation And Technology In Computer Science Education, Uppsala, Sweden, 2014.

Dye, K. Why ‘push’ chatbots in Slack are awesome but ‘pull’ chatbots are more common. VentureBeat, 5 jul. 2016. Disponível em: <https://venturebeat.com/business/why-push-chatbots-in-slack-are-awesome-but-pull-chatbots-are-more-common/>.

González-González, C. S., Muñoz-Cruz, V., Toledo-Delgado, P. A., Nacimiento-García, E. Personalized Gamification for Learning: A Reactive Chatbot Architecture Proposal. Sensors, 23(1), 2023.

Hidayatulloh, I., Pambudi, S., Surjono, H. D., Sukardiyono, T. Gamification on Chatbot-Based Learning Media: a Review and Challenges. Electronics, Informatics, and Vocational Education, 6(1), 2021.

HISTORY. MoodleDocs. 2020. Disponível em: <https://docs.moodle.org/403/en/History>.

Hwang, G., Chang, C. A review of opportunities and challenges of chatbots in education. Interactive Learning Environments, 31(7), 2023.

Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., Alhejori, K. Interacting with educational chatbots: A systematic review. Education and Information Technologies, 28, 2022.

Martins, R. M., Gresse Von Wangenheim, C. Teaching Computing to Middle and High School Students from a Low Socio-Economic Status Background: A Systematic Literature Review. Informatics in Education, 23(1), 2024.

Martins, R. M., Gresse Von Wangenheim, C., Rauber, M. F., Hauck, J. C. Machine Learning for All!—Introducing Machine Learning in Middle and High School. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2023.

Meyer, A. I. da S. Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Conceitos e características. *Kiri-Kerê: Pesquisa em Ensino*, 1(12), 2022.

Polat, E. Gamification implementation for educational purposes: a scoping review (2013-2018). *Educational Technology Quarterly*, 2023(3), 2023.

Ramandanis, D., Xinogalos, S. Designing a Chatbot for Contemporary Education: A Systematic Literature Review. *Information*, 14(9), 2023.

Smutny, P., Schreiberova, P. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers & Education*, 151, 2020.

Stryker, C., Kavlakoglu, E. What is artificial intelligence (AI)? IBM, 16 aug. 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>

Universidade Federal de Santa Catarina. Moodle, 2023. Página inicial. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/>.

Vasconcelos, C. R. D., Jesus, A. L. P. de, Santos, C. de M. Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) na educação a distância (EAD): um estudo sobre o moodle. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 2020.

Wollny, S., Schneider, J., Mitri, D. D., Weidlich, J., Rittberger, M., Drachsler, H. Are We There Yet? - A Systematic Literature Review on Chatbots in Education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 2021.