

DESENVOLVIMENTO DE PLUGIN EDUCATIVO COM IA GENERATIVA ESTUDO DE CASO NO MOODLE

DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL PLUGIN WITH GENERATIVE AI: A CASE STUDY IN MOODLE

DESARROLLO DE UN PLUGIN EDUCATIVO CON IA GENERATIVA: UN ESTUDIO DE CASO EN MOODLE

David Soares¹

Ricardo Queirós² [711A-CAB3-7A23]

¹ Instituto Superior de Tecnologias Avançadas do Porto, Portugal, david.soares.2022004@my.istec.pt

² ESMAD/P.PORTO & CRACS/INESC TEC & CITECA/ISTEC Porto, Portugal, ricardoqueiros@esmad.ipp.pt

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento e implementação de um plugin educativo para a plataforma moodle que integra inteligência artificial generativa através de Retrieval-Augmented Generation (RAG). O sistema desenvolvido consiste num bloco moodle que disponibiliza um assistente conversacional, chatbot, baseado no modelo gemma3:12B, complementado por elementos de gamificação por forma a aumentar o envolvimento dos estudantes. A solução utiliza a plataforma flowise para a orquestração dos fluxos de IA e implementa um sistema de recompensas progressivo baseado no número de interações. Os resultados demonstram a viabilidade técnica de integrar modelos de linguagem open source em ambientes educativos institucionais, dando uma alternativa acessível e personalizável aos assistentes comerciais. A arquitetura modular desenvolvida permite escalabilidade e futuras extensões funcionais, contribuindo para a democratização do acesso a tecnologias educativas baseadas em IA.

Palavras-chave: Moodle, Inteligência artificial, RAG, Gamificação, Assistente educativo.

Abstract

This article presents the development and implementation of an educational plugin for the Moodle platform that integrates generative artificial intelligence through Retrieval-Augmented Generation (RAG). The developed system consists of a Moodle block that provides a conversational assistant, chatbot, based on the gemma3:12B model, complemented by gamification elements to increase student engagement. The solution uses the Flowise platform to orchestrate AI flows and implements a progressive reward system based on the number of interactions. The results prove the technical feasibility of integrating open source language models into institutional educational environments, providing an affordable and customizable alternative to commercial assistants. The modular architecture developed allows for scalability and future functional extensions, contributing to the democratization of access to AI-based educational technologies.

Keywords: Moodle, Artificial intelligence, RAG, Gamification, Educational assistant.

Resumen

Este artículo presenta el desarrollo e implementación de un plugin educativo para la plataforma Moodle que integra inteligencia artificial generativa mediante la técnica de Recuperación Aumentada con Generación (RAG). El sistema desarrollado consiste en un bloque de Moodle que proporciona un asistente conversacional, o chatbot, basado en el modelo gemma3:12B, complementado con elementos de gamificación para aumentar el compromiso de los estudiantes. La solución utiliza la plataforma Flowise para orquestar los flujos de IA e implementa un sistema de recompensas progresivas basado en el número de interacciones. Los resultados demuestran la viabilidad técnica de integrar modelos de lenguaje de código abierto en entornos educativos institucionales, proporcionando una alternativa asequible y personalizable a los asistentes comerciales. La arquitectura modular desarrollada permite la escalabilidad y futuras extensiones funcionales, contribuyendo así a la democratización del acceso a tecnologías educativas basadas en IA.

Palabras-clave: Moodle, Inteligencia Artificial, RAG, Gamificación, Asistente Educativo.

INTRODUÇÃO

A proliferação de modelos de linguagem natural de grande escala tem transformado significativamente o panorama das tecnologias educativas. Contudo, a integração destas tecnologias em plataformas de gestão de aprendizagem estabelecidas, como o Moodle, continua a apresentar desafios técnicos e económicos consideráveis (Bachiri et al., 2023a).

O Moodle, usado por mais de 450.000.000 utilizadores globalmente, representa uma oportunidade única para a democratização de assistentes educativos baseados em inteligência artificial (IA), dado o seu carácter *open source* e a sua adoção generalizada em instituições de ensino, contabilizando mais de 150.000 sites registados em 238 países e territórios distintos (*Home / Stats.Moodle.Org*, n.d.). No entanto, a Plataforma carece de funcionalidades nativas de inteligência artificial conversacional que possam ser adaptadas às necessidades pedagógicas específicas de cada instituição.

Este trabalho aborda a lacuna identificada através do desenvolvimento de um plugin no moodle que integra um assistente conversacional (chatbot) baseado em IA generativa, utilizando exclusivamente tecnologias *open source*. O Sistema implementa técnicas de *Retrieval Augmented Generation* (RAG) para garantir respostas contextualizadas com base na documentação pedagógica específica, complementado por elementos de gamificação para estimular o envolvimento dos estudantes.

Os objetivos específicos deste estudo são: (i) demonstrar a viabilidade técnica de integrar modelos de linguagem *open source* no ecossistema moodle; (ii) desenvolver uma arquitetura escalável e modular para assistentes educativos; (iii) implementar mecanismos de gamificação para aumentar a interação e envolvimento dos estudantes; (iv) Validar a funcionalidade do sistema em ambiente de desenvolvimento controlado.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Agentes Conversacionais na Educação

As tendências e os avanços atuais em agentes conversacionais para fins educacionais destacam uma mudança significativa em direção a experiências de aprendizagem móveis e personalizadas. Os agentes conversacionais pedagógicos (PCAs) estão cada vez mais a ser integrados em ambientes educacionais para facilitar interações em linguagem natural, o que melhora a aprendizagem ao fornecer respostas rápidas e feedback personalizado (Hobert & von Wolff, 2019) (Rodrigues et al., 2022).

O uso de agentes conversacionais móveis é particularmente digno de nota, pois oferecem flexibilidade e acessibilidade, permitindo que os alunos se envolvam com o conteúdo educacional a qualquer hora e em qualquer lugar (Hobert & von Wolff, 2019). Os avanços em aprendizagem automática e inteligência artificial impulsionaram ainda mais as capacidades desses agentes, permitindo-lhes complementar os métodos de ensino tradicionais e reduzir os custos educacionais (Riel, 2021). Estudos recentes, apresentam benefícios na personalização da aprendizagem e na melhoria da experiência do aluno (i) Analisam os dados dos alunos, tais como o histórico académico e as preferências de aprendizagem, para fornecer recomendações personalizadas, maximizando assim



os resultados de aprendizagem e tornando a educação mais acessível através da disponibilidade 24/7 (Ramos Pinho & Primo, 2023). (ii) Os chatbots são facilitam o feedback em tempo real e automatizam os processos de avaliação, o que pode agilizar as tarefas administrativas e melhorar a interação entre alunos e educadores (A'ini & Khoiriayah, 2024) (Krishna et al., 2024). (iii) capacidade de integrar técnicas de gamificação motiva ainda mais os alunos, enquanto a sua versatilidade permite aplicações em várias disciplinas, incluindo aprendizagem de línguas e suporte à saúde mental(Ramos Pinho & Primo, 2023) (A'ini & Khoiriayah, 2024). Além disso, a integração de análise de sentimentos nestes agentes permite uma resposta mais empática e ajustada ao estado emocional do estudante, otimizando o processo de aprendizagem. (Feidakis et al., 2019; Ortega-Ochoa et al., 2024; Penney et al., 2024).

Apesar desses avanços, há uma necessidade reconhecida de estudos de avaliação abrangentes para compreender melhor a eficácia dos CHAs e desenvolver modelos de processo robustos para sua implementação (Hobert & von Wolff, 2019). Além disso, considerações éticas, como garantir a equidade e abordar compromissos pedagógicos, continuam a ser questões críticas que precisam de ser abordadas para maximizar o potencial dos agentes conversacionais na educação (Riel, 2021). A literatura atual também realça a importância de categorizar e compreender as diferentes abordagens para a construção desses agentes, o que pode informar pesquisas e desenvolvimentos futuros na área (Rodrigues et al., 2022). No geral, embora os PCAs sejam promissores para transformar as práticas educacionais, a investigação em curso é essencial para abordar lacunas existentes e explorar áreas inexploradas, tais como os mecanismos específicos que esses agentes usam para interagir com os alunos em vários níveis educativos (Paschoal et al., 2020) (Pérez-Marín, 2021). Neste contexto, o presente trabalho insere-se na exploração de soluções práticas para integrar agentes conversacionais em plataformas de gestão de aprendizagem amplamente utilizadas, como o Moodle, visando abordar algumas das lacunas identificadas.

2.2 Retrieval-Augmented Generation (RAG)

A Retrieval-Augmented Generation (RAG) é uma arquitetura que combina a recuperação de informação de uma base de conhecimento externa com a geração de texto por um modelo de linguagem (LLM). O seu objetivo primordial é produzir respostas mais informativas, precisas e contextualmente relevantes ao ancorar o LLM em dados fiáveis e específicos (Chizzola, n.d.)(Foster & Friston, 2023). Esta abordagem surgiu para mitigar desafios inerentes aos LLMs puros, como a “alucinação” (geração de informações incorretas ou inventadas) e a incapacidade de aceder a conhecimento específico e atualizado que não foi incluído nos seus dados de treino. Ao complementar o LLM com informação relevante de uma base de conhecimento fiável e domain-specific (como documentos pedagógicos), o RAG aumenta significativamente a precisão, factualidade e contextualização das respostas (Golla, 2024). Para além das melhorias na precisão, a integração do RAG com soluções de alojamento local (on-premise) é uma vantagem crítica. Esta arquitetura assegura a privacidade, segurança e controlo total sobre os dados pedagógicos, uma preocupação primordial em instituições de ensino. Adicionalmente, confere uma flexibilidade sem precedentes na adaptação do sistema a requisitos específicos, tornando-o uma alternativa robusta e autónoma face a APIs de modelos de linguagem externos, que podem levantar questões de soberania de dados e custos operacionais a longo prazo (Golla, 2024).

2.3 Gamificação e Recompensas em Ambientes Educativos

A gamificação emergiu como uma estratégia transformadora no design de sistemas educativos, particularmente em agentes conversacionais, visando aumentar o envolvimento e a motivação dos estudantes. Ao integrar elementos tipicamente encontrados em jogos – como distintivos (badges), sistemas de pontos, competições e progressão de níveis – é possível criar experiências de aprendizagem mais interativas e imersivas. Os estudos demonstraram que as avaliações gamificadas e os sistemas de recompensa aumentam significativamente a motivação dos alunos e o seu desempenho académico, especialmente em ambientes de aprendizagem digital (Babu & Anitha, 2024) (Journal et al., 2024).

A eficácia da gamificação em conjunto com a IA é amplamente suportada. Por exemplo, um chatbot de IA baseado em jogos digitais demonstrou melhorias significativas no fluxo e motivação de alunos do sexto ano através de instruções guiadas e feedback adaptativo. Observou-se também um aumento de 25% na motivação e uma redução de 26% nas taxas de abandono quando a gamificação foi personalizada para estilos de aprendizagem individuais. De forma consistente, investigações envolvendo quizbots gamificados, plugins adaptativos do Moodle e chatbots de aprendizagem de idiomas revelam que elementos como pontos, emblemas, tabelas de classificação e feedback personalizado em tempo real estão associados a um maior envolvimento afetivo, comportamental e cognitivo.



Coletivamente, estes relatórios evidenciam que a integração da inteligência artificial na adaptação de elementos de gamificação – desde *prompts* guiados por *machine learning* até ajustes dinâmicos de desafios – promove um aumento notável na motivação e no envolvimento dos alunos em interações com *chatbots* educativos (Bachiri et al., 2023b; Hassan et al., 2021; Xu et al., 2024).

2.4 Lacunas e Contribuição do Projeto

A revisão da literatura sobre agentes conversacionais, RAG e gamificação em ambientes educativos demonstra o potencial da inteligência artificial na personalização e otimização da experiência de aprendizagem. No entanto, identificam-se lacunas significativas que limitam a aplicação prática e a eficácia dessas tecnologias em plataformas de larga escala como o Moodle:

- **Integração Fragmentada e Prova de Conceito em Cenários Reais:** Embora existam estudos sobre chatbots ou gamificação em separado, a literatura carece de projetos que demonstrem a integração coesa e funcional de IA generativa (via RAG) com elementos de gamificação dentro de um sistema de gestão de aprendizagem (LMS) amplamente utilizado como o Moodle. Muitas implementações de PNL e LLMs são realizadas em contextos controlados ou com arquiteturas que não se traduzem facilmente para a realidade de uma instituição de ensino, especialmente no que tange à escalabilidade, privacidade e autonomia.
- **Desafios de Contextualização e Factualidade dos LLMs em Dados Pedagógicos Específicos:** Apesar do avanço dos LLMs, a sua dependência de conhecimento paramétrico genérico frequentemente resulta em "alucinações" ou na incapacidade de fornecer respostas precisas e contextualizadas a partir de documentação pedagógica específica de um curso. A adoção do RAG para mitigar essas limitações é promissora, mas a sua implementação em plataformas educacionais *on-premise*, garantindo soberania de dados e flexibilidade de personalização, ainda é pouco explorada e documentada.
- **Escassez de Soluções de Gamificação Dinâmicas e Integradas no Moodle:** Embora a gamificação prove ser um forte motivador, a sua integração em plataformas como o Moodle tende a ser pontual ou através de *plugins* genéricos que não se articulam diretamente com o fluxo de interação de um assistente de IA. Há uma clara necessidade de sistemas que adaptem dinamicamente a mecânica de gamificação com base no engajamento real do estudante com o conteúdo e as ferramentas de suporte, como um chatbot.
- **Barreiras à Adoção de IA Avançada em Instituições de Ensino:** A complexidade técnica e os custos associados à implementação de soluções de IA generativa robustas frequentemente impedem a sua adoção em ambientes educativos. Existe uma necessidade premente de desenvolver soluções viáveis, controláveis e de custo-benefício atrativo que permitam às instituições aproveitar o potencial da IA sem depender exclusivamente de serviços em nuvem ou modelos proprietários.

Nesse contexto, o presente projeto surge como uma contribuição ao desenvolver e validar um plugin educativo para o Moodle, que aborda diretamente as lacunas identificadas. A nossa contribuição materializa-se em:

- **Integração Sinérgica de Tecnologias:** Demonstração da viabilidade e eficácia da integração de um assistente conversacional baseado em IA generativa (modelo Gemma 3:12B), Retrieval-Augmented Generation (RAG) para contextualização precisa de conteúdo pedagógico e elementos de gamificação (atribuição de *badges* por interação) num único e coeso plugin Moodle.
- **Abordagem *On-Premise* e Controlo de Dados:** Prova da capacidade de implementar um sistema de IA avançado utilizando uma arquitetura *on-premise* (Flowise e Gemma local), que garante privacidade e soberania total sobre os dados educativos, oferecendo uma alternativa controlada e segura a soluções baseadas em *cloud* ou APIs de terceiros.
- **Reforço do Engajamento via Gamificação Contextual:** Desenvolvimento de um mecanismo de gamificação que se integra diretamente com as interações do chatbot, incentivando o uso contínuo do assistente e a exploração de conteúdo pedagógico, promovendo assim o engajamento ativo e a motivação intrínseca dos estudantes.
- **Ferramenta Prática para Inovação Pedagógica:** Criação de uma solução prática, acessível e replicável que pode ser adotada por instituições de ensino para enriquecer a experiência de aprendizagem no Moodle, democratizando o acesso a ferramentas de IA generativa e pavimentando o caminho para futuras inovações em pedagogia digital.
-

3 ARQUITETURA DO SISTEMA

Para garantir a integração eficiente entre a plataforma Moodle, o modelo de linguagem generativa e os mecanismos de gamificação, foi desenvolvida uma arquitetura modular e escalável que suporta todas as funcionalidades do plugin proposto.

3.1 Plugin Moodle

A primeira tarefa consistiu na validação do funcionamento de um plugin do tipo bloco e qual a sua estrutura base, recorrendo à documentação oficial do Moodle¹.

Figura 1

Estrutura base de um plugin moodle

```
blocks/pluginname/
| -- db
|   `-- access.php
| -- lang
|   `-- en
|     `-- block_pluginname.php
| -- pix
|   `-- icon.png
| -- block_pluginname.php
| -- edit_form.php (optional)
`-- version.php
```

Para contextualização geral segue uma descrição dos componentes considerados mais importantes, apresentados na Figura 1.

Tabela 1

Descrição de funcionalidades

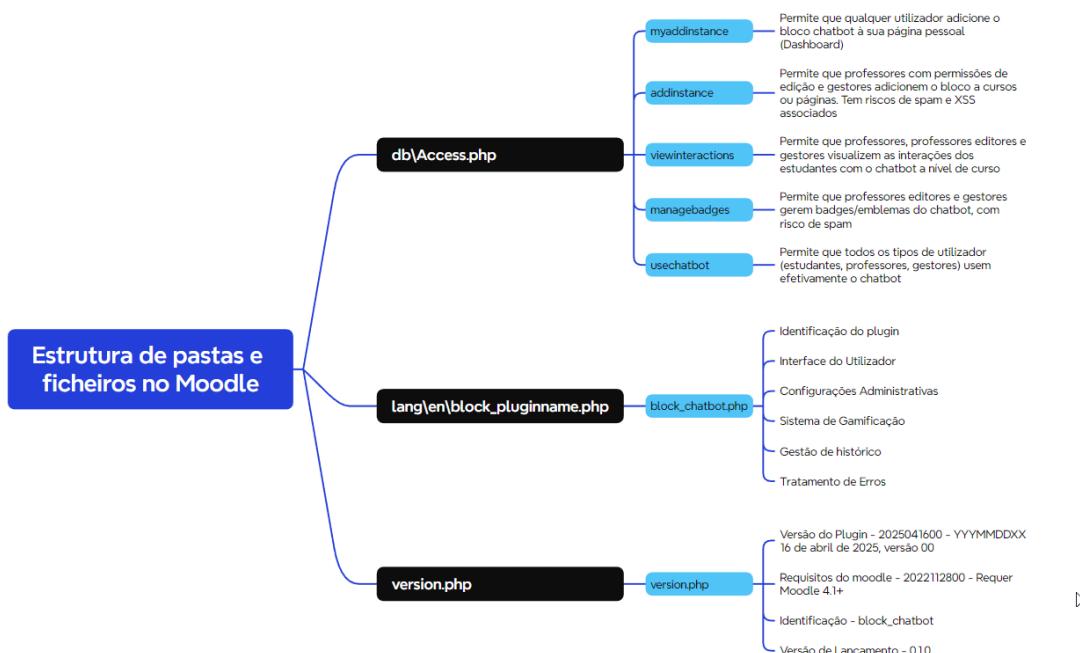
db\Access.php	Este ficheiro contém a configuração inicial para as regras de controlo de acesso de um plugin
lang\en\block_pluginname.php	Cada plugin deve definir um conjunto de strings de idioma com, no mínimo, uma tradução em inglês. Estas são especificadas no diretório lang/en do plugin num ficheiro com o nome do plugin.
version.php	O ficheiro version.php contém metadados sobre o plugin. É utilizado durante a instalação e atualização do plugin. Os metadados são: (1) número da versão (2) lista de dependências (3) versão mínima necessária do Moodle (4) maturidade do plugin

¹ Block plugins | Moodle Developer Resources - <https://moodledev.io/docs/5.1/apis/plugintypes/blocks>

A organização da estrutura de pastas e ficheiros do plugin segue as diretrizes estabelecidas pela arquitetura do Moodle (Figura 2), permitindo uma integração coesa com o sistema e facilitando a manutenção, extensibilidade e portabilidade da solução.

Figura 2

Estrutura de pastas Moodle



Segue uma descrição dos principais ficheiros do plugin organizados em camadas lógicas:

Camada de Classes Especializada

- classes/flowise.php – Gestão da integração com a API Flowise
- classes/gamification.php – Lógica do sistema de badges e progressão
- classes/observer/observer.php – Processamento automático de eventos do sistema
- classes/event/ – Definição de eventos personalizados para auditoria

Camada de Base de Dados:

- db/install.xml – Esquema de três tabelas: interações, badges e uploads
- db/events.php – Configuração de observadores de eventos do sistema
- db/install.php – Scripts de instalação e configuração inicial

Camada de Interface:

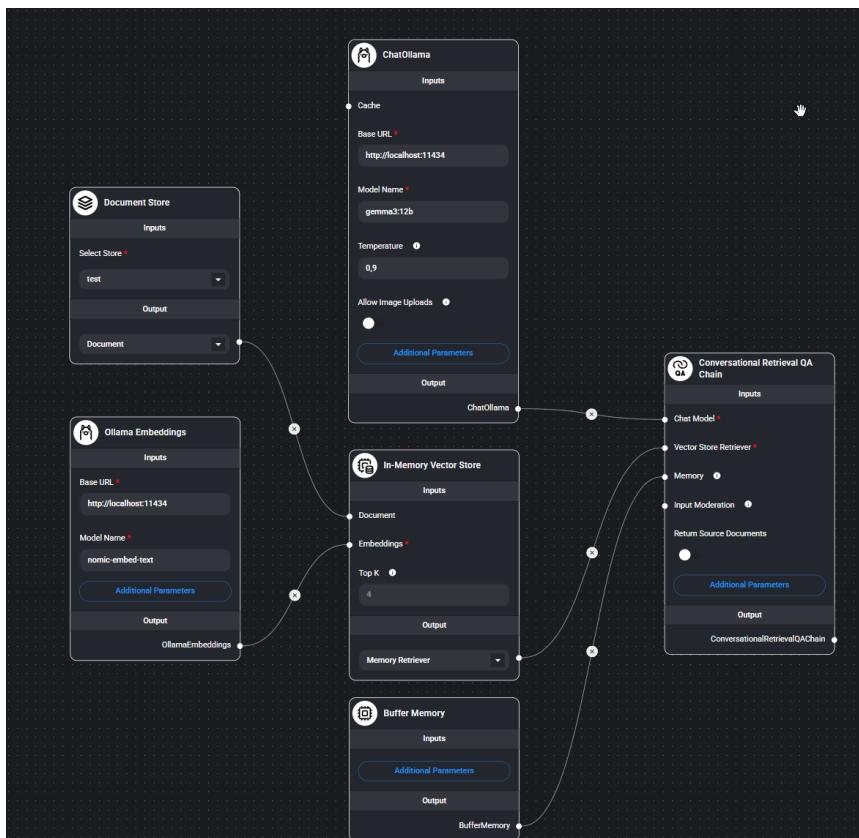
- amd/src/chatbot.js – Módulo JavaScript AMD para comunicação assíncrona
- styles.css – Estilos CSS específicos para interface de chat
- history.php – Página dedicada ao histórico de interações

3.2 Pipeline Flowise

A segunda fase do desenvolvimento consistiu na integração com o sistema Flowise, uma plataforma de orquestração de fluxos de IA baseada em LangChain. O modelo configurado utilizou um *Document Store*, *Ollama Embeddings*, *ChatOllama In-Memory Vector Store*, *Buffer Memory* e *Conversational Retrieval QA Chain* permitindo a construção de um chatbot com sistema RAG funcional (Figura 3).

Figura 3

Pipeline do chatbot



1. **Document Store** – O *Document Store* tem a função de armazenar e disponibilizar documentos para processamento pelo sistema RAG.
2. **Ollama Embeddings** – Gera representações vectoriais (*embeddings*) dos documentos para permitir pesquisa semântica.
3. **ChatOllama** – Modelo de linguagem principal que gera as respostas conversacionais do chatbot.
4. **In-Memory Vector Store** – Armazena os embeddings dos documentos em memória para pesquisa vectorial rápida.
5. **Buffer Memory** – Mantém o histórico da conversa para proporcionar contexto contínuo ao chatbot.
6. **Conversational Retrieval QA Chain** – Componente integrador que coordena retrieval de documentos, memória conversacional e geração de respostas.
- 7.

3.3 Modelo de linguagem natural (Gemma 3:12B)

O Gemma 3 12B possui 12 mil milhões de parâmetros, posicionando-se como um modelo de escala intermédia que equilibra capacidade computacional e performance. Esta configuração é particularmente adequada para ambientes institucionais onde os recursos computacionais são limitados, mas onde se exige qualidade nas respostas geradas.

A arquitetura do modelo suporta até 128K *tokens* de contexto, permitindo processar documentos académicos extensos e manter conversas longas sem perda de coerência contextual. Detém uma arquitetura híbrida local/global reduzindo o consumo de memória, tornando o modelo mais eficiente durante a inferência. Possui capacidades multimodais, embora não exploradas nesta fase do projeto, o modelo possui suporte nativo para processamento de imagens, abrindo possibilidades futuras para análise de diagramas, gráficos e outros materiais visuais pedagógicos.

A seleção do Gemma 3:12B fundamenta-se pela sua eficiência computacional pelo factor de funcionar em hardware standard não requerendo requisitos extremos de hardware. Pela qualidade das respostas e pelo seu multilinguismo, incluindo suporte para português do brasil e pelo licenciamento ser aberto.

As capacidades multimodais nativas permitem a eventual integração de processamento de imagens para análise de diagramas, gráficos e outros materiais pedagógicos. Adicionalmente, o suporte a contexto extenso facilita a implementação futura de funcionalidades mais sofisticadas de análise documental e síntese de conteúdos.

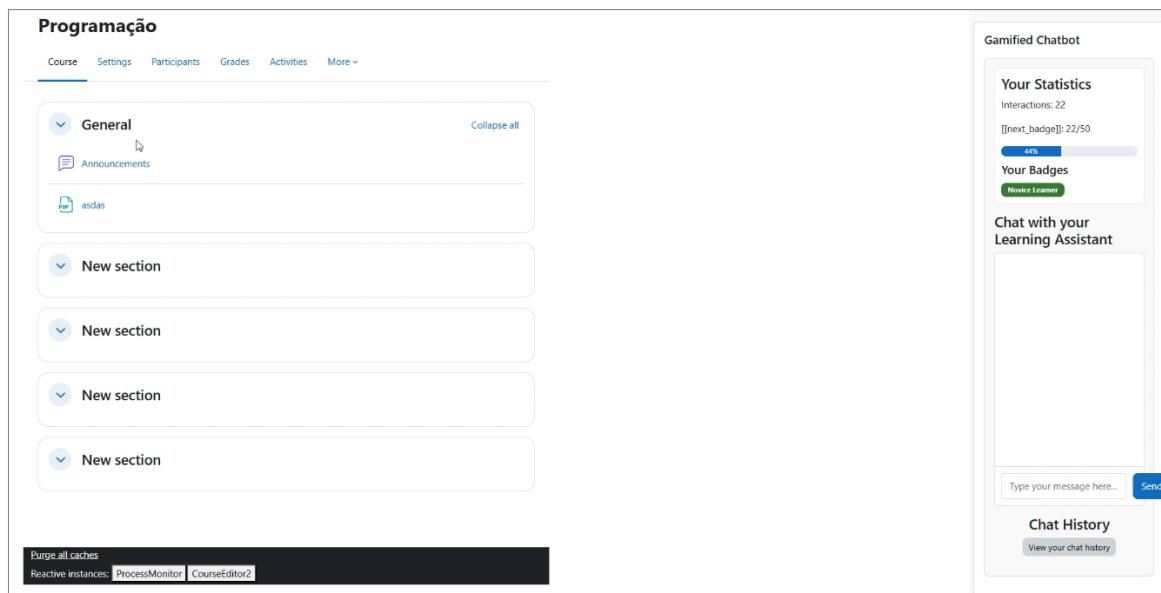
3.4 Chatbot

O produto final do projeto materializa-se na forma de um assistente conversacional educativo integrado no Moodle, sob a forma de um plugin do tipo bloco, que alia inteligência artificial generativa, recuperação aumentada por conteúdos pedagógicos (RAG) e elementos de gamificação. Este chatbot constitui a interface visível e interativa de uma arquitetura modular e escalável, construída integralmente com tecnologias open source.

O assistente disponibiliza uma interface de conversação integrada na plataforma Moodle (Figura 4), permitindo aos estudantes colocarem perguntas em linguagem natural, diretamente relacionadas com os conteúdos lecionados. As respostas são geradas a partir de um pipeline RAG, suportado pelo modelo de linguagem Gemma 3:12B, operando localmente com embeddings semânticos e memória conversacional. Este modelo permite contextualização extensiva, suportando documentos longos e mantendo a coerência ao longo do diálogo.

Figura 4

Interface do chatbot no Moodle



Como principais funcionalidades destaca-se:

- Interação semântica com os conteúdos pedagógicos da disciplina (por exemplo, apontamentos, slides, manuais);
- Histórico de conversação persistente para referência futura;
- Geração de respostas contextualizadas e não genéricas, com base em documentos carregados por docentes;
- Sistema de recompensas baseado em gamificação, com atribuição de distintivos (badges) progressivos consoante a frequência de interação;
- Armazenamento estruturado das interações, permitindo análise posterior por parte dos docentes.

O conceito de gamificação neste projeto entra numa vertente de usabilidade do chatbot, mas também como uma prova de conceito. Como prova de conceito, foi pensada a implementação de distintivos (*badges*) à medida que o utilizador faz-se utilizar do chatbot, criando uma sensação positiva a cada utilização.

4 RESULTADOS

Após a implementação do plugin, procedeu-se à fase de testes em ambiente de desenvolvimento controlado, com o objetivo de validar as funcionalidades técnicas do sistema, nomeadamente a eficácia da integração entre o modelo de linguagem, o pipeline RAG, a base de dados de interações e o sistema de gamificação. Nesta secção, apresentam-se os principais resultados obtidos, com especial enfoque na capacidade de resposta do chatbot, na pertinência das respostas geradas e na operacionalização dos mecanismos de registo e recompensa. Estes resultados permitem aferir o grau de maturidade da solução e identificar potenciais melhorias para fases futuras. A próxima tabela enumera alguns desses testes, nomeadamente na validação de prompts e respetivos tempos de respostas.

Tabela 2

Exemplos de prompts, respostas e tempos do Chatbot

Document Store	Pergunta	Resposta	Tempo de resposta	Tempo de armazenamento na base de dados
Slides de overfitting e underfitting	O que posso aprender?	Com base nos documentos fornecidos, você pode aprender sobre os seguintes tópicos relacionados a modelagem e machine learning: **Generalização de modelos:** A importância de criar modelos que performem bem com novos dados (e não apenas os dados de treino). **Trade-offs na escolha de modelos:** A necessidade de encontrar um equilíbrio entre a complexidade do modelo e sua capacidade de generalizar. **Overfitting (sobreajuste):** O que é overfitting, como acontece (quando um modelo é muito complexo e captura o ruído dos dados), e como ele impacta a generalização. É explicado que um modelo de 9º grau pode sofrer de overfitting. **Underfitting (subajuste):** O que é underfitting, como acontece (quando um modelo é muito simples e não consegue capturar a estrutura dos dados), e como ele impacta a generalização. Um modelo de 1º grau pode sofrer de underfitting. **Complexidade do modelo vs. dados:** A relação entre a complexidade do modelo (por exemplo, o grau de um polinômio) e a quantidade de dados disponíveis. A	1,3 min	100 ms



		<p>complexidade do modelo deve ser adequada à quantidade de dados para evitar overfitting ou underfitting.</p> <p>***Ruído nos dados:** Como o ruído nos dados pode levar ao overfitting se o modelo for muito flexível. ***A função geradora de dados:** A importância de entender a função que gerou os dados, mesmo que ela seja desconhecida, para escolher um modelo adequado. ***Polinômios como exemplo:** O uso de polinômios de diferentes graus como um exemplo prático para ilustrar os conceitos de overfitting e underfitting.</p>		
Slides de overfitting e underfitting	Nesse caso, o que pode ser um overfitting?	<p>De acordo com os documentos fornecidos, um overfitting ocorre quando o modelo é **muito complexo para a quantidade de dados disponível**. Especificamente, os documentos apontam que: **O modelo explica "muito bem" os dados que já viu**, capturando até mesmo o "ruído" presente nesses dados. * Isso significa que, embora o modelo se ajuste perfeitamente aos dados de treinamento, ele **não generaliza bem para novos dados**, ou seja, não performa bem com dados que não foram usados para treinar o modelo. * No exemplo dos polinômios, usar um polinômio de grau 9 para ajustar dados gerados por um processo desconhecido (mesmo que o processo envolva um polinômio de grau 9) pode levar a um overfitting se a quantidade de dados for limitada.</p>	32,60s	41ms
Slides de overfitting e underfitting	E underfitting? Responde de forma direta à pergunta.	<p>Underfitting ocorre quando o modelo é muito simples para capturar a estrutura dos dados, não aproximando bem o processo gerador dos dados e capturando pouco ou nenhum ruído.</p>	17,95s	53ms

Os resultados acima demonstram que o sistema registrou as interações dos utilizadores e proporcionou feedback valioso, com tempos de resposta rápidos e adequação das respostas às perguntas formuladas. No estado da arte, sistemas interativos como chatbots com recuperação de informação RAG são frequentemente associados ao aumento da eficiência na resolução de dúvidas. Contudo, vale ressaltar que o sistema de gamificação, apesar de funcional, não foi testado com utilizadores, o que impede a medição da sua eficácia.

Fica, portanto, como um ponto adicional para futuros desenvolvimentos, a validação da gamificação em contexto de utilização prática. Ainda assim, os objetivos restantes foram plenamente atingidos:

- A criação de bases de dados otimizadas para o registo das interações;
- A integração com plataformas como Flowise para ingestão de documentos;
- A implementação de uma lógica de gamificação que incentiva o uso contínuo.

Esses resultados destacam a importância de sistemas interativos e motivacionais na personalização da aprendizagem, alinhando-se ao estado atual da tecnologia em inteligência artificial voltada ao ensino. Para melhorias futuras, o impacto da gamificação poderá ser avaliado sob a perspetiva dos utilizadores, fornecendo dados concretos sobre o seu papel na motivação e no engajamento.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a viabilidade técnica e pedagógica da integração de um assistente conversacional baseado em inteligência artificial gerativa na plataforma Moodle, recorrendo a tecnologias open source e a uma abordagem de RAG. A arquitetura modular desenvolvida, combinada com mecanismos de gamificação, revelou-se eficaz na criação de um ambiente de aprendizagem mais interativo, responsivo e potencialmente mais motivador para os estudantes.

Ao operar em regime on-premise, a solução garante a soberania dos dados e a adaptabilidade às necessidades específicas de cada instituição de ensino, representando uma alternativa segura e escalável face aos assistentes comerciais. Apesar de a componente de gamificação não ter sido ainda validada com utilizadores reais, os resultados técnicos obtidos são promissores e apontam para uma base sólida sobre a qual futuras melhorias e extensões poderão ser construídas.

Como trabalho futuro, destaca-se a importância de testar o sistema em contexto real de sala de aula, avaliar o impacto da gamificação no envolvimento dos estudantes e explorar funcionalidades multimodais do modelo de linguagem, ampliando ainda mais o potencial pedagógico do plugin desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- A'ini, Q., & Khoiriyah, R. (2024). Merevolusi Pendidikan dengan Kecerdasan Buatan Chatbots: Meningkatkan Pembelajaran dan Penilaian. *Jurnal Multidisiplin Ibrahimy*, 2(1), 54–71. <https://doi.org/10.35316/JUMMY.V2I1.5510>
- Bachiri, Y. A., Mouncif, H., & Bouikhalene, B. (2023a). Artificial Intelligence Empowers Gamification: Optimizing Student Engagement and Learning Outcomes in E-learning and MOOCs. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 13(8), 4–19. <https://doi.org/10.3991/IJEP.V13I8.40853>
- Bachiri, Y. A., Mouncif, H., & Bouikhalene, B. (2023b). Artificial Intelligence Empowers Gamification: Optimizing Student Engagement and Learning Outcomes in E-learning and MOOCs. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(8), 4–19. <https://doi.org/10.3991/IJEP.V13I8.40853>
- Chizzola, A. (n.d.). *MyLearningTalk: Developing a Generative AI-Powered Intelligent Tutoring System*.
- Feidakis, M., Kasnesis, P., Giatraki, E., Giannousis, C., Patrikakis, C., & Monachelis, P. (2019). Building pedagogical conversational agents, affectively correct. *CSEDU 2019 – Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, 1, 100–107. <https://doi.org/10.5220/0007771001000107>
- Foster, David., & Friston, Karl. (2023). *Generative deep learning : teaching machines to paint, write, compose, and play*. O'Reilly Media, Incorporated.
- Golla, F. (2024). Enhancing Student Engagement Through AI-Powered Educational Chatbots: A Retrieval-Augmented Generation Approach. *2024 21st International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2024*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ITHET61869.2024.10837678>
- Hassan, M. A., Habiba, U., Majeed, F., & Shoaib, M. (2021). Adaptive gamification in e-learning based on students' learning styles. *Interactive Learning Environments*, 29(4), 545–565. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1588745>; WEBSITE:WEBSITE:TFOPB; PAGEGROUP:STRING:PUBLICACION



Hobert, S., & von Wolff, R. (2019, June). *Say Hello to Your New Automated Tutor - A Structured Literature Review on Pedagogical Conversational Agents*.

Home / stats.moodle.org. (n.d.). Retrieved June 22, 2025, from <https://stats.moodle.org/>

Krishna, A., Satheesh, A., PR, P., Thomas, B., & Gopi, A. (2024). *AI-Driven Personalized Learning: A Comprehensive Survey of Chatbot Applications in Education and Training*.

<https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202412.1240.V1>

Ortega-Ochoa, E., Arguedas, M., & Daradoumis, T. (2024). Empathic pedagogical conversational agents: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 55(3), 886–909.

<https://doi.org/10.1111/BJET.13413>

Pascoal, L. N., Loureiro Krassmann, A., Nunes, F. B., Morais De Oliveira, M., Bercht, M., Barbosa, E. F., & Do Rocio Senger De Souza, S. (2020). A Systematic Identification of Pedagogical Conversational Agents. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2020-October*. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9273813>

Penney, J., Pimentel, J. F., Steinmacher, I., & Gerosa, M. A. (2024). Anticipating User Needs: Insights from Design Fiction on Conversational Agents for Computational Thinking. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 14524 LNCS, 204–219.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-54975-5_12

Pérez-Marín, D. (2021). A Review of the Practical Applications of Pedagogic Conversational Agents to Be Used in School and University Classrooms. *Digital*, 11(1), 18–33. <https://doi.org/10.3390/DIGITAL1010002>

Ramos Pinho, P. C., & Primo, T. T. (2023). Chatbots in Educational Recommender Systems: A Systematic Literature Review. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*.

<https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343248>

Riel, J. (2021). Essential Features and Critical Issues With Educational Chatbots: Toward Personalized Learning via Digital Agents. *Social Science Research Network*, 246–262. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3476-2.CHO15>

Rodrigues, C., Reis, A., Pereira, R., Martins, P., Sousa, J., & Pinto, T. (2022). A Review of Conversational Agents in Education. *Communications in Computer and Information Science*, 1720 CCIS, 461–467.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-22918-3_37

Xu, Y., Zhu, J., Wang, M., Qian, F., Yang, Y., & Zhang, J. (2024). The Impact of a Digital Game-Based AI Chatbot on Students' Academic Performance, Higher-Order Thinking, and Behavioral Patterns in an Information Technology Curriculum. *Applied Sciences*, 14(15), 6418. <https://doi.org/10.3390/APP14156418>

