

Assistente inteligente na aprendizagem baseada em projetos

Matheus Carvalho Meira
Instituto Federal de São Paulo - IFSP
<http://lattes.cnpq.br/6262844063982718>

Luís Antonio Tavares
Instituto Federal do Sul de Minas - IFSULDEMINAS
<http://lattes.cnpq.br/0531225081277249>

Sérgio Ferreira do Amaral
Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
<http://lattes.cnpq.br/8990935625316222>

Resumo

A Inteligência Artificial (IA) tem um papel fundamental na transformação digital da educação, trazendo inovações que promovem uma abordagem educacional adaptativa e personalizada, sendo cada vez mais presente em nossa sociedade. O objetivo é criar um assistente inteligente com base nos Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS - Intelligent Tutoring Systems) que possa orientar na elaboração de projetos com base na metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL - Project Based Learning). Apresenta um protótipo que visa fornecer suporte à tutoria de projetos, baseado nas arquiteturas tanto dos ITS's clássicos quanto dos contemporâneos, com objetivo oferecer orientações personalizadas aos estudantes. O resultado consiste em um sistema que oferece suporte ao desenvolvimento de projetos que inclui interações conversacionais, processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Sistema de Tutoria Inteligente; Assistentes Inteligentes; Aprendizagem Baseada em Projetos.

1 Introdução

A Inteligência Artificial (IA) tem raízes que remontam a algumas décadas atrás, mas foi somente nos últimos anos que ela atingiu a maturidade necessária para impulsionar grandes mudanças na sociedade contemporânea (OLIVEIRA, 2019). O rápido e exponencial avanço dos recursos tecnológicos possibilita novas abordagens da IA, como a representação de habilidades relacionadas ao raciocínio e conhecimento especializado voltadas para a educação (SELDON; ADIBOYE, 2018; VICARI, 1989). O presente estudo investiga as possibilidades da IA na Educação, com foco nos Sistemas de Tutoria Inteligentes na representação dos assistentes inteligentes, visando propor um sistema para diversificar as práticas pedagógicas com abordagens nos projetos.

As práticas de projetos realizadas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) costumam ser estruturadas em estratégias baseadas em “sites e repositórios de conteúdo,

deixando de lado a necessidade de estratégias com atividades que envolvam espaços para crítica ou reflexão” (MACIEL, 2013, p. 25). O AVA se limita à disponibilização de conteúdo semelhante para todos os estudantes de uma disciplina. Nesse ambiente, não há recursos de ensino adaptativo que considerem diferentes perfis de aprendizagem ou ofereçam orientações específicas ao longo do processo de estudo (RISSOLI; GIRAFFA; MARTINS, 2006).

Ao utilizar uma plataforma estática, como um repositório de conteúdo, são apresentadas poucas possibilidades para promover práticas pedagógicas com projetos dinâmicos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (MEIRA, 2022).

Neste contexto, o objetivo do trabalho é enfatizar o papel da Inteligência Artificial (IA) na proposição de novos métodos e estratégias relacionados à metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL - *Project Based Learning*). Propõe-se um ambiente dinâmico, no qual ferramentas impulsionadas pela IA dos Sistemas de Tutoria Inteligentes (ITS - *Intelligent Tutoring Systems*) oferecem suporte para ações interativas com base em assistentes inteligentes.

Os Sistemas de Tutoria Inteligentes (ITS's) têm a capacidade de estabelecer interações inteligentes e personalizadas de acordo com as necessidades dos estudantes ao longo de seu percurso de aprendizagem em um determinado domínio. Os ITS's desempenham funções essenciais no processo tutorial, como apresentar informações que devem ser aprendidas, fazer perguntas, atribuir tarefas e fornecer feedback, com o objetivo de facilitar mudanças cognitivas nos alunos (PALADINES; RAMIREZ, 2020; SLEEMAN; BROWN., 1982).

O objetivo principal consiste em desenvolver assistentes inteligentes com base em IA para apoiar projetos na metodologia PBL com plataforma integrada em AVA. Para determinar as tecnologias aplicadas nos assistentes inteligentes foi utilizado o estudo de Tavares, Meira e Amaral (2020) na identificação das tendências da IA na Educação, como os ITS's. A rápida evolução das demandas educacionais exige uma compreensão das novas tecnologias e dos métodos de ensino e aprendizagem em constante evolução (PRENSKY, 2012). A seguir, serão apresentados os principais conceitos dos Sistemas de Tutoria Inteligentes (ITS's) e da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) com o uso de tecnologias educacionais.

2 Aprendizagem Baseada em Projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL - *Project Based Learning*) apresenta uma abordagem educacional que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem e reconhece as diferenças entre os estilos de aprendizagem individuais (GRANT, 2002). O PBL enfatiza a exploração de novas áreas, a investigação de questões científicas e a integração de

conhecimentos de diferentes disciplinas e áreas. O professor desempenha o papel de facilitador, estimulando os estudantes a formular questões relevantes para o projeto e estruturando atividades significativas (LARMER; ROSS; MERGENDOLLER, 2009).

O PBL desempenha um papel ativo na aprendizagem, transferindo a responsabilidade do professor para o estudante (PAPERT, 1972). Ao focar o papel ativo do estudante na exploração de questões e na construção do conhecimento, a Aprendizagem Baseada em Projetos se relaciona com uma das teorias mais influentes na área da educação, o construtivismo Piagetiano (MOURSUND, 1999). Para compreender essa relação, é importante destacar a fundamentação teórica da Aprendizagem Baseada em Projetos, que remonta ao início do século XX, quando John Dewey já defendia o “aprender fazendo” (“*learning by doing*”). Esse mesmo pressuposto também é refletido no construtivismo (GRANT, 2002).

Cada estudante possui um conjunto único de conhecimentos, habilidades e experiências, o que ressalta a importância do construtivismo em contextos nos quais os estudantes estejam ativamente envolvidos no processo de aprendizagem, em vez de apenas receberem conhecimento de forma passiva (BARELL, 2010; MOURSUND, 1999). O PBL consiste “como uma abordagem que busca criar esses ambientes de aprendizagem, nos quais os estudantes constroem o conhecimento de forma pessoal e ativa” (MOURSUND, 1999, p. 35).

Em uma relação direta ao presente artigo, o PBL salienta um “método de ensino estimulante e inovador em que os alunos têm a oportunidade de escolher vários aspectos de suas tarefas e são motivados por problemas do mundo real que têm potencial para contribuir para a comunidade” (BENDER, 2014, p. 15). Caracterizado pelo uso de “projetos autênticos e realistas, centrados em uma questão, tarefa ou problema motivador e envolvente, que visa ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos por meio de trabalho cooperativo na resolução de problemas” (BARELL, 2010, p. 175).

As tecnologias educacionais que têm sido amplamente discutidas na literatura e em pesquisas recentes e que oferecem recursos para o desenvolvimento de práticas pedagógicas baseadas em projetos na metodologia do PBL estão relacionadas à Inteligência Artificial na Educação (BATES, 2015; MEIRA, 2022; TAVARES; MEIRA; AMARAL, 2020).

3 Sistemas de Tutoria Inteligentes

Após mais de cinco décadas de evolução, os Sistemas de Tutoria Inteligentes têm sido amplamente aceitos como assistentes curriculares. É importante posicionar os ITS's como uma subárea dos Sistemas Especialistas (COOPER; NAM; SI, 2012). Nos tempos contemporâneos,

as pesquisas e ações relacionadas aos ITS's têm experimentado um crescimento acelerado. Os pesquisadores têm explorado formas de tornar os tutores virtuais mais humanos, investigando paradigmas de tutoria, modelagem de alunos, modelagem de instrução, planejamento curricular adaptativo e interfaces com o usuário (TAVARES; MEIRA; AMARAL, 2020; YANG, 2012).

Os Sistemas de Tutoria Inteligentes (ITS's) têm suas “bases nas relações entre Inteligência Artificial (IA), Instrução Auxiliada por Computador (CAI - *Computer-Assisted Instruction* ou *Computer-Aided Instruction*) e psicologia cognitiva” (CHEN; ZHANG, 2019, p. 443). É importante destacar que existe uma distinção significativa entre o CAI e os ITS's. O CAI geralmente se refere a um sistema baseado em quadros com links codificados, ou seja, hipertexto com propósitos instrucionais. Por outro lado, os ITS's possuem a capacidade de resolver problemas interativos e organizar o currículo de forma adaptativa (OTSUKI; SAMEJIMA, 2013).

Nessas relações, surgem diversas definições para os Sistemas de Tutoria Inteligentes. Eles são descritos como “agentes digitais programados que ensinam os estudantes e que simulam a interação de um tutor humano individualmente, fornecendo conhecimento de forma interativa” (OTSUKI; SAMEJIMA, 2013, p. 3471). Consistem em uma evolução das máquinas de ensino, segmentando a aprendizagem em etapas gerenciáveis e adaptando o processo com base nas respostas dos alunos. A aprendizagem adaptativa é uma extensão “recente desses sistemas, visando personalizar ainda mais o ensino e aprendizagem” (BATES, 2015, p. 87).

Caracterizado como “um sistema de computador que oferece instrução personalizada ou feedback aos alunos com pouca intervenção de professores” (COOPER; NAM; SI, 2012, p. 138). Pode trazer benefícios, tais como: (1) instrução individualizada, oferecendo aos estudantes acesso a currículos com diferentes pontos de entrada e tarefas personalizadas de acordo com suas necessidades; (2) capacidade de ajudar os estudantes a alcançarem níveis de proficiência de forma mais eficiente e similar entre si (COOPER; NAM; SI, 2012).

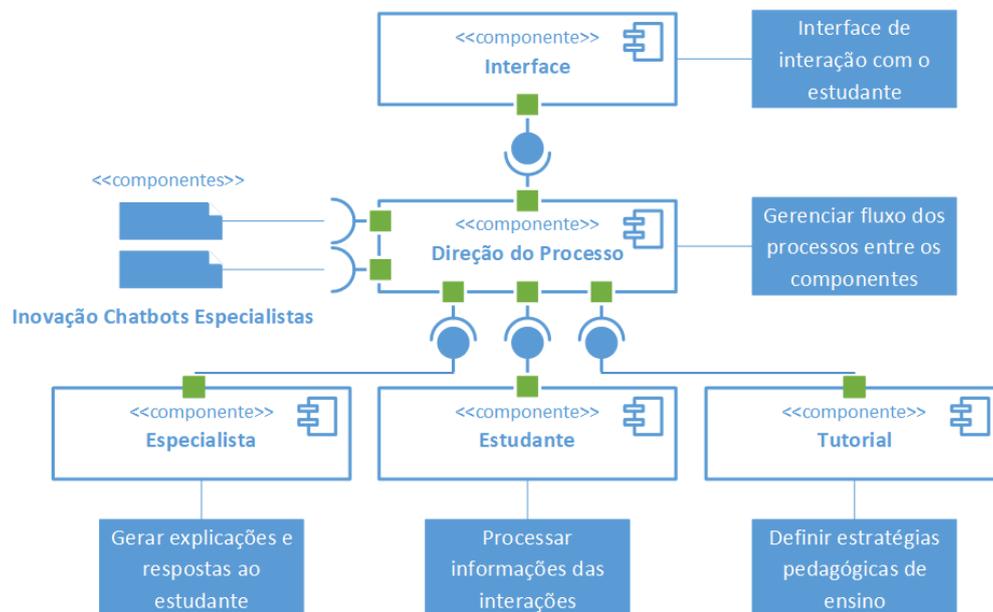
A característica central de um ITS consiste na sua capacidade de se adaptar às necessidades individuais de cada aluno. Isso significa que o ITS pode ajustar o nível de dificuldade das atividades, oferecer suporte adicional quando necessário e acompanhar o progresso do aluno ao longo do tempo. Essa abordagem personalizada tem como objetivo melhorar a eficiência e eficácia do processo de ensino, permitindo que cada aluno desenvolva seu máximo potencial (AMARAL; BARROS, 2007; AMARAL; GARBIN, 2008; BATES, 2015; COOPER; NAM; SI, 2012; YANG, 2012).

4 Material e Métodos

O presente trabalho adota um método de pesquisa exploratório qualitativo de natureza aplicada para investigar as possibilidades de desenvolvimento de um Sistema de Tutoria Inteligente (ITS) que ofereça orientações de apoio na criação de projetos, com base no ensino fundamentado na metodologia do PBL. Apresenta o desenvolvimento do ITS na representação de assistentes inteligentes e criação de uma plataforma interativa associada ao Ambiente Virtual de Aprendizagem.

O desenvolvimento do protótipo do ITS, chamado PBL-Tutor, adotou um método que se baseou em levantamento bibliográfico para determinar as tecnologias utilizadas na arquitetura. A base do sistema inclui a arquitetura clássica proposta por Carbonell (1970) e Sleeman e Brown (1982), uma arquitetura atualizada em UML (*Unified Modeling Language*, Linguagem de Modelagem Unificada) desenvolvida por Malotky e Martens (2019), e inovações dos chatbots especialistas (assistentes inteligentes especialistas), incluindo a “Typology” proposta por Makasi et al. (2021). O diagrama de componentes da UML apresenta o protótipo base da arquitetura e está representado na Figura 1. De modo sintetizado a UML trata de uma linguagem padrão para criação de estruturas nos projetos de software.

Figura 1: Diagrama de componentes do protótipo arquitetura ITS/assistentes inteligentes.



Fonte: elaborado por Meira (2022) a partir da atualização Malotky e Martens (2019).

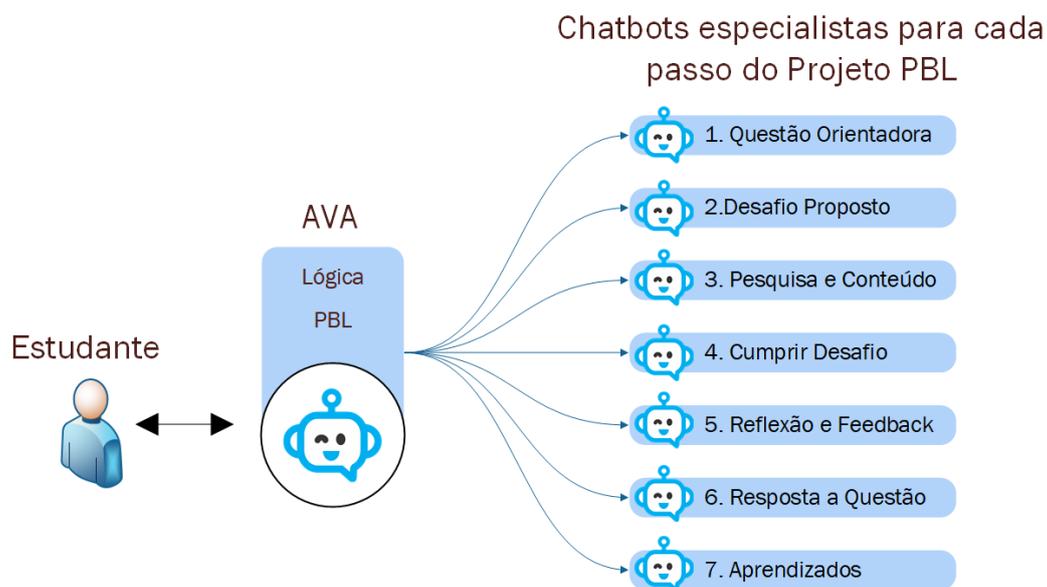
No PBL-Tutor, o componente especialista é responsável pela criação de projetos com PBL em uma disciplina de domínio específico. Ele contém a base de conhecimento do especialista, as regras e estratégias necessárias para essa criação. Além disso, o componente

especialista disponibiliza conceitos da disciplina e de projetos com PBL, e gera as explicações e respostas fornecidas ao estudante. O sistema também inclui outros componentes, como o estudante, tutorial e interface.

O componente do estudante processa as interações e determina características relacionadas ao progresso da aprendizagem, como a etapa do projeto PBL em que as interações ocorrem. O componente tutorial abriga as estratégias de ensino exibidas com base nas interações com os estudantes. Ele define as estratégias a serem trabalhadas, considerando o progresso de cada etapa do projeto PBL. Por fim, o componente de interface permite a interação dos estudantes com o ITS por meio de um assistente inteligente interativo (chatbot). A interface oferece uma interação natural em linguagem natural e está especializada no domínio do projeto PBL e na disciplina de lógica de programação.

O protótipo inicial, apresentado na Figura 2, ilustra a interação entre o estudante e uma arquitetura composta por vários assistentes inteligentes (chatbots especialistas). Essa arquitetura permite a seleção de assistentes inteligentes especializados de acordo com a capacidade técnica necessária em cada etapa do PBL. Esse protótipo foi essencial para validar e estabelecer a arquitetura básica do protótipo. Em versões subsequentes, foram feitas modificações na estrutura das etapas do PBL, mantendo-se, no entanto, o princípio de seleção com base na capacidade técnica. Isso significa que o sistema é capaz de identificar o assistente especializado mais adequado para atender às necessidades de cada etapa do PBL. As novas versões do sistema foram desenvolvidas utilizando o diagrama de componentes UML e o protótipo de chatbots especializados, apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 2: Protótipo dos assistentes inteligentes para cada passo do PBL.



Fonte: Fonte: elaborado por Meira (2022) a partir da atualização Malotky e Martens (2019).

Na arquitetura, a tecnologia da interface de interação do assistente é dividida em duas partes. Uma parte é executada no servidor definido pela Instituição de Ensino, geralmente o mesmo utilizado pelos serviços do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). A outra parte do sistema é executada na nuvem da plataforma de inteligência artificial do Google Cloud Platform, chamada Dialogflow CX (Customer Experience). Essa plataforma na nuvem é responsável pela execução das vertentes da IA implementadas no protótipo, como o Processamento de Linguagem Natural (NLP - *Natural Language Processing*), Aprendizado de Máquina (ML - *Machine Learning*) e os Sistemas Especialistas (ES - *Expert Systems*). Mais informações das correspondências dessas vertentes no protótipo são exibidas nos resultados.

5 Resultados e Discussão

O presente trabalho se concentra no desenvolvimento de um Sistema de Tutoria Inteligente com o objetivo de oferecer suporte nas orientações de projetos em um case selecionado na área da computação, em um recorte temático no ensino de lógica de programação. Esse desenvolvimento se baseia em pesquisas que caracterizam os ITS's e assistentes inteligentes. Como resultado, são utilizadas abordagens da Inteligência Artificial na Educação, incluindo os Sistemas Especialistas, o Processamento de Linguagem Natural e o Aprendizado de Máquina.

As orientações dos projetos são fundamentadas nas etapas da metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos. O sistema PBL-Tutor representa uma inovação tecnológica que combina a Inteligência Artificial na Educação com a metodologia do PBL, visando diversificar o processo de ensino e aprendizagem. A presente seção apresenta o resultado do desenvolvimento dos assistentes inteligentes.

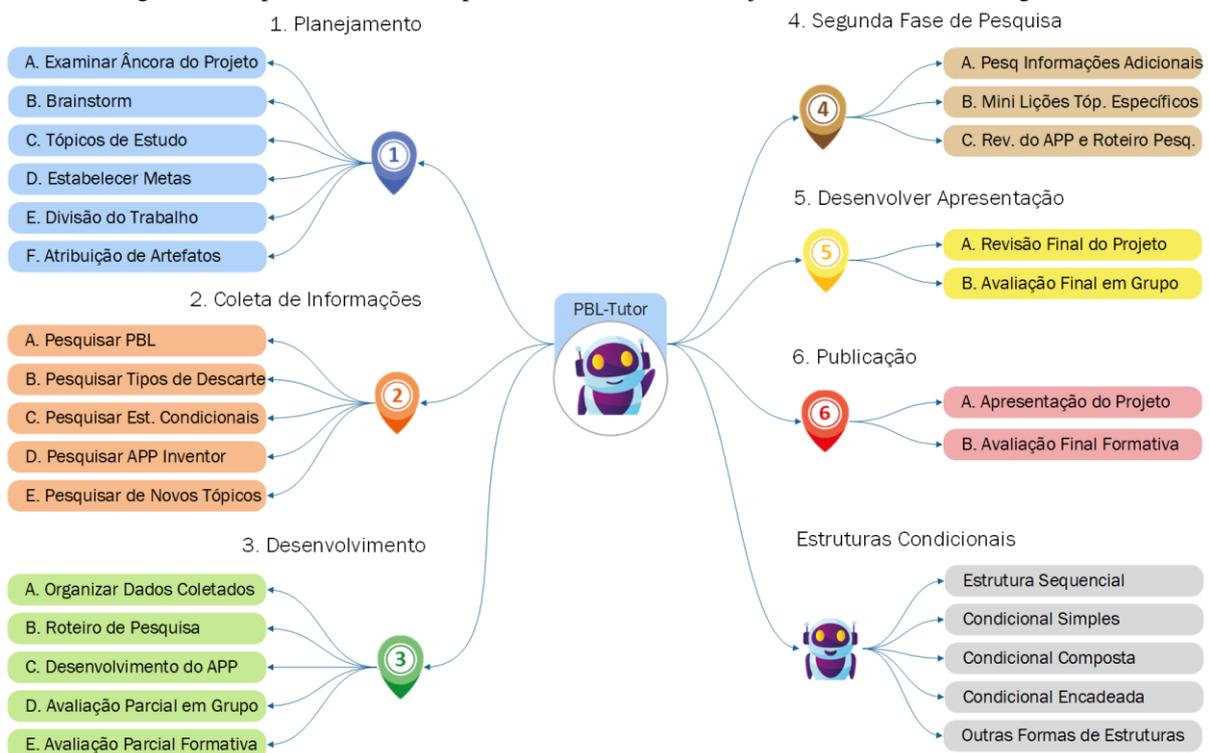
5.1 O Sistema com os Assistentes Inteligentes e a Abordagem do PBL

De acordo com a metodologia, a escolha da plataforma inteligente Dialogflow Customer Experience (CX), do Google Cloud, foi determinada, principalmente, pela sua capacidade de lidar com a complexidade necessária para projetar uma estrutura que pudesse suportar o PBL. A funcionalidade de reutilização de intenções e o gerenciamento de diálogos foram fatores-chave na seleção do Dialogflow CX. Essas características permitem criar uma estrutura eficiente para o sistema, facilitando a gestão e o controle das interações e intenções, o que é essencial para fornecer um ambiente adequado de suporte ao PBL.

O Dialogflow CX é responsável por realizar o Processamento de Linguagem Natural (NPL) e o Aprendizado de Máquina (ML). O NPL, incorporado no Dialogflow CX, permite converter as informações armazenadas na base de dados do sistema em uma linguagem compreensível para os estudantes. Por sua vez, o Aprendizado de Máquina utiliza as interações ocorridas nos diálogos entre os estudantes e o sistema para adaptar o sistema às mudanças e condições das interações. Essas interações podem revelar aspectos como a frequência e padrões nos diálogos, permitindo explorar e otimizar as orientações contidas na base de conhecimento do sistema (MEIRA, 2022).

A cada diálogo, o sistema é capaz de aprender novas formas de explorar os conceitos e regras presentes em sua base de conhecimento. Ele desenvolve a capacidade de reconhecer novos padrões e estabelecer relações entre eles, aprimorando seu desempenho ao longo do tempo. Essas funcionalidades são fundamentadas em estudos e pesquisas de diversas fontes, como Dialogflow (2023), Meira (2022), Paladines e Ramirez (2020), Sleeman e Brown (1982).

Figura 3: Mapa mental dos componentes / módulos do conjunto de assistentes inteligentes.



Fonte: Meira (2022).

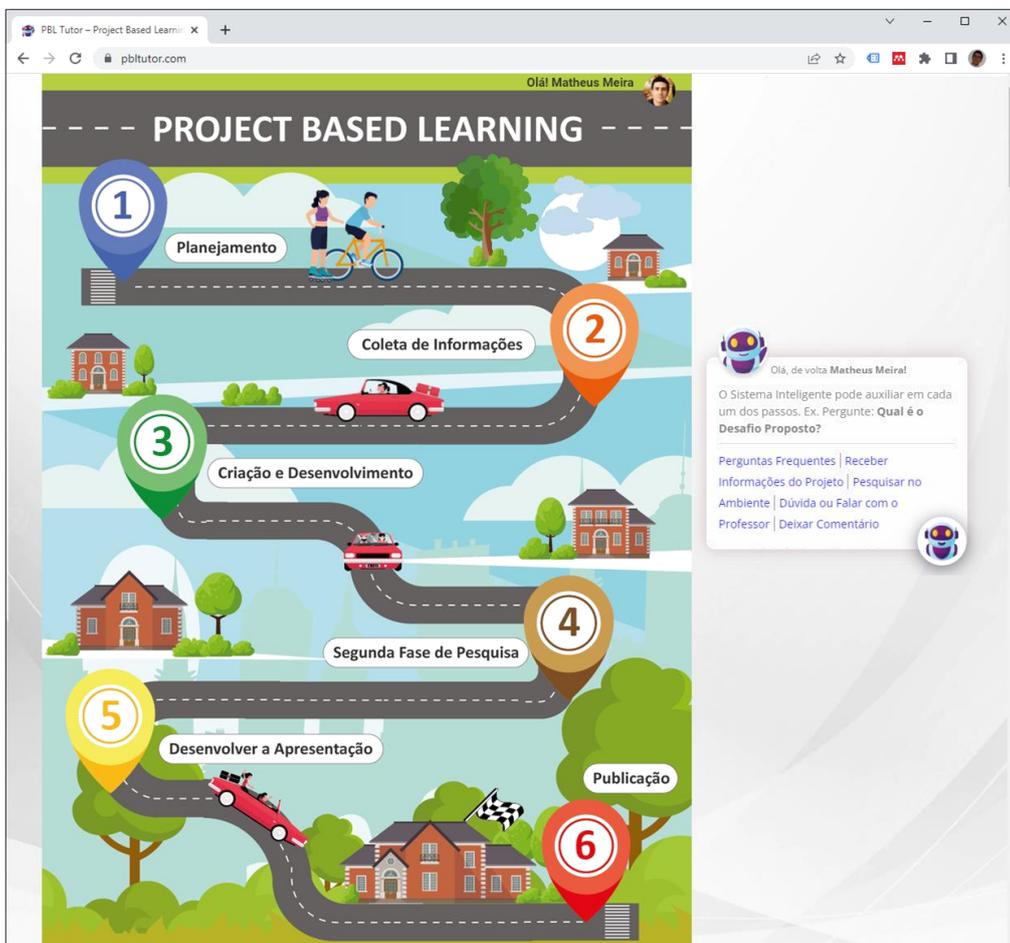
Com objetivo de validar o protótipo, houve a seleção de um case para conceitos presentes na disciplina de domínio específico na lógica de programação, área da computação. A disciplina serviu de arcabouço para desenvolver um mapa mental (Figura 3) para ilustrar o componente das “Estruturas Condicionais” (conceito de lógica de programação) e suas

interações com os assistentes especializados nas abordagens de cada passo do PBL: (1) planejamento; (2) coleta de informações; (3) desenvolvimento; (4) pesquisa; (5) apresentação; (6) publicação. No centro do mapa, encontra-se o assistente inteligente com a função de gerente de fluxo de processos, que está conectado aos especialistas de cada etapa do PBL e ao especialista em lógica de programação. Cada especialista ramifica-se para seus respectivos componentes, que representam as atividades ou conceitos do PBL e da lógica de programação.

5.2 A Plataforma Interativa e a Interface do Assistente Inteligente

Foi criada uma plataforma interativa como uma opção adicional para complementar situações ou recursos não abrangidos por Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) (Figura 4). A função principal dessa plataforma é integrar o componente de interface do ITS (*Intelligent Tutoring System*), ou seja, os diversos assistentes inteligentes disponíveis. Um dos aspectos-chave dessa integração é a transparência do sistema, ou seja, os estudantes não percebem a presença dos múltiplos assistentes durante a interação nos passos do projeto PBL.

Figura 4: Plataforma interativa criada para o PBL-Tutor.



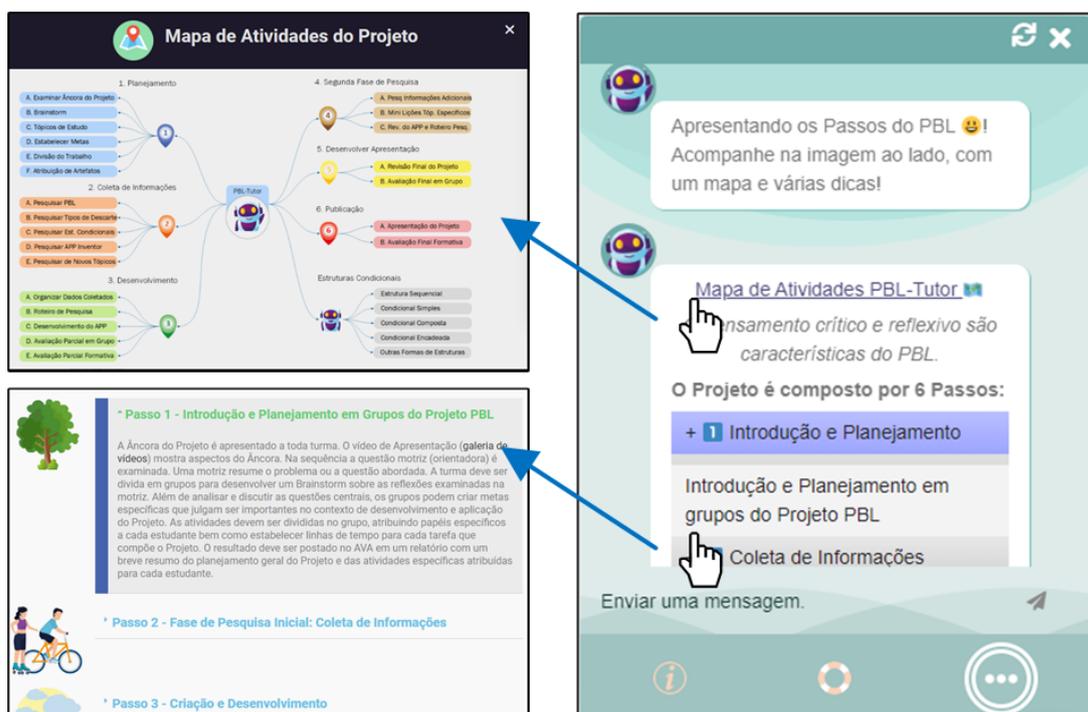
Fonte: Meira (2022).

No desenvolvimento da plataforma interativa, além da integração e apresentação do assistente inteligente, outros aspectos importantes foram relacionados, tais como: (1) proporcionar uma experiência intuitiva que representasse os passos do projeto PBL; (2) ter integrações com AVA's existentes; (3) promover a interatividade com os elementos da página web; (4) evitar sair da página principal do projeto; (5) oferecer infográficos, *roadmaps* e mapas mentais para destacar as etapas do projeto.

O objetivo do ITS consiste em fornecer uma experiência de conversação inteligente e personalizada. Essa experiência é oferecida por meio de uma plataforma interativa que está associada a recursos multimídia. A plataforma foi projetada com uma estrutura que permite aproveitar essa interatividade para integrar o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), bibliotecas digitais e outras plataformas externas.

A Figura 5 ilustra a integração e interação da IA (Inteligência Artificial) à plataforma interativa. Em um diálogo que representa os passos do PBL, o assistente explica cada uma das etapas e explora os recursos interativos da plataforma, fornecendo referências para informações adicionais de diferentes maneiras: (1) por meio da exibição de um *roadmap* de projeto; (2) por meio de um link que leva a um mapa das atividades do projeto; (3) por meio de menus expandidos dos passos do projeto, apresentado suporte à programações em HTML, como botões interativos (Figura 5 apresenta botão HTML “accordion”). Esse menu demonstra a integração de cada passo do PBL com o ambiente do projeto.

Figura 5: Interatividade entre assistentes inteligentes (do ITS) e plataforma.



Fonte: (Tese, Meira).

6 Conclusões

Com o desenvolvimento das interações, o sistema tem a capacidade de aprender com situações inéditas e desenvolver estratégias de apoio para determinar as orientações adequadas. A arquitetura do protótipo se destaca pela presença de múltiplos assistentes inteligentes, que trabalham em conjunto sob a coordenação de um gerente, seguindo os passos do PBL. Essa integração entre a IA na educação e uma arquitetura de desenvolvimento inovadora resulta em um protótipo de Sistema de Tutoria Inteligente e interativo, capaz de fornecer soluções adaptativas e personalizadas, de acordo com as necessidades individuais dos estudantes.

Abordagens encontradas nas vertentes dos sistemas especialistas, da aprendizagem de máquina e das interações com processamento de linguagem natural, permite que o protótipo ITS se adapte e evolua com base nas interações, oferecendo respostas mais efetivas e orientações mais adequadas para situações diversas. A incorporação da IA na educação e uma arquitetura de desenvolvimento inovadora possibilita a criação de um protótipo ITS interativo, capaz de oferecer soluções adaptativas e personalizadas para atender às novas perspectivas e necessidades dos estudantes.

Referências

AMARAL, S. F. DO; BARROS, D. M. V. Estilos de Aprendizagem no Contexto Educativo de Uso das Tecnologias Digitais Interativas. **LANTEC**, p. 1–32, 2007.

AMARAL, S. F. DO; GARBIN, M. Construção de um ambiente educacional interativo na internet: a Biblioteca Escolar Digital. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 45, n. 6, p. 1–11, 2008.

BARELL, J. Problem-based learning: The foundation for 21st Century skills. Em: **BELLANCA, J. ; BRANDT, R. (Eds.), 21st Century skills: Rethinking how students learn**. Bloomington: Solution Tree Press, 2010. p. 175–200.

BATES, A. W. **Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning**. Vancouver BC: Tony Bates Associates Ltd, 2015.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

CARBONELL, J. R. AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction. **IEEE Transactions on Man-Machine Systems**, v. 11, n. 4, p. 190–202, 1970.

CHEN, Y.; ZHANG, Y. Research on Intelligent Tutoring System Based on Data-Mining Algorithms. **Proceedings - 2019 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2019**, p. 443–446, 2019.

COOPER, S.; NAM, Y. J.; SI, L. Initial results of using an intelligent tutoring system with Alice. p. 138, 2012.

DIALOGFLOW. **Dialogflow**. Disponível em: <<https://cloud.google.com/dialogflow/>>. Acesso em: 4 maio. 2023.

GRANT, M. M. Getting a grip on project-based learning: Theory, cases and recommendations. **Meridian**, v. 5, n. 1, p. 1–17, 2002.

LARMER, J.; ROSS, D.; MERGENDOLLER, J. R. **Project Based Learning (PBL) Starter Kit: To-the-Point Advice, Tools and Tips for Your First Project in Middle or High School**. 1. ed. Novato, CA: Buck Institute for Education, 2009.

MACIEL, C. **Educação a Distância: Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Cuiabá: EdUFMT - Editora da Universidade Federal de Mato Grosso, 2013.

MAKASI, T. et al. A Typology of Chatbots in Public Service Delivery. **IEEE Software (Early Access)**, p. 1–8, 2021.

MALOTKY, N. T. VON; MARTENS, A. **Analyzing the Usage of the Classical ITS Software Architecture and Refining It**. (A. Coy, Y. Hayashi, M. Chang, Eds.) **Intelligent Tutoring Systems. Anais...** Cham: Springer International Publishing, 2019.

MEIRA, M. C. **Desenvolvimento de um sistema de tutoria inteligente e interativo baseada na metodologia PBL aplicado em ambiente virtual de aprendizagem (Tese Doutorado)**. [s.l.] UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, 2022.

MOURSUND, D. **Project-Based Learning Using Information Technology**. Eugene: International Society for Technology in Education (ISTE), 1999.

OLIVEIRA, E. The Quest for Beneficial AI. **Proceedings of the 2019 IEEE 23rd International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design**, p. 7281, 2019.

OTSUKI, M.; SAMEJIMA, M. An intelligent tutoring system for case-based e-learning on project management. **Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013**, p. 3471–3476, 2013.

PALADINES, J.; RAMIREZ, J. A Systematic Literature Review of Intelligent Tutoring Systems With Dialogue in Natural Language. **IEEE Access**, v. 8, p. 164246–164267, 2020.

PAPERT, S. Teaching Children Thinking. **Programmed Learning and Educational Technology**, v. 9, n. 5, p. 245–255, 9 set. 1972.

PRENSKY, M. **Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais**. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.

RISSOLI, V. R. V.; GIRAFFA, L. M. M.; MARTINS, J. D. P. Sistema Tutor Inteligente baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa com acompanhamento Fuzzy. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 9, n. 2, p. 35–48, 2006.

SELDON, S. A.; ADIBOYE, O. **The Fourth Education Revolution: Will Artificial Intelligence Liberate or Infantilise Humanity**. London: University of Buckingham Press, 2018.

SLEEMAN, D.; BROWN., J. S. **Intelligent Tutoring Systems**. London. UK: Academic Press, 1982.

TAVARES, L. A.; MEIRA, M. C.; AMARAL, S. F. DO. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699–48714, 2020.

VICARI, R. M. **Tutor inteligente para a programação em lógica: idealização, projecto e desenvolvimento (Tese Doutorado)**. [s.l.] Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 1989.

YANG, F.-J. The ideology of intelligent tutoring systems. **ACM Inroads**, v. 1, n. 4, p. 63, 2012.