

Integrando IA Generativa à Sala de Aula Invertida: Uma Proposta de Arquitetura Multimodal para o Ensino Superior

Wesley B. Thereza¹

¹UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário de Alto Araguaia. 78.780-000. Alto Araguaia-MT-Brasil

wesley@unemat.br

Abstract. *This paper presents a pedagogical architecture that integrates Generative Artificial Intelligence (Gemini and NotebookLM) with the Flipped Classroom methodology to support personalized learning in Higher Education. The proposed framework automates the generation of multimodal educational content from synchronous lecture transcriptions, grounded in the principles of Universal Design for Learning (UDL). The core contribution lies in the end-to-end integration of the instructional workflow, the application of Retrieval-Augmented Generation (RAG) for domain-specific contextualization of the language model, and the inclusion of a structured formative feedback loop directed at the instructor. The work is currently at a conceptual stage, and a quasi-experimental pilot study is proposed to empirically validate hypotheses regarding improvements in academic performance, student engagement, and retention rates.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma arquitetura pedagógica que integra IA Generativa (Gemini e NotebookLM) e Sala de Aula Invertida para personalizar a aprendizagem no Ensino Superior. A proposta automatiza a geração de conteúdo multimodal a partir de transcrições de aulas síncronas, fundamentando-se nos princípios do Design Universal para Aprendizagem (UDL). A contribuição reside na integração ponta-a-ponta do fluxo, no uso de RAG para contextualizar a IA e na inclusão de um loop de feedback formativo ao docente. O trabalho encontra-se em estágio conceitual e propõe um estudo piloto quasi-experimental para validar hipóteses de melhoria no desempenho, engajamento e retenção discente.*

1. Introdução e Motivação

A evasão no Ensino Superior é um fenômeno complexo, mas a literatura aponta consistentemente para a falta de engajamento e de integração acadêmica e social como seus principais preditores [Tinto 1993]. Nesse contexto, a busca por experiências de aprendizagem mais flexíveis e personalizadas tem impulsionado a adoção de metodologias ativas, como a Sala de Aula Invertida, que comprovadamente melhoram o desempenho discente [Strelan et al. 2020] e podem impactar a permanência dos estudantes [Braxton et al. 2000]. Paralelamente, a ascensão da Inteligência Artificial (IA) Generativa oferece potencial inovador para a pedagogia [Liu et al. 2025]. Esta proposta articula a Sala de Aula Invertida com IA Generativa do Google (Gemini e NotebookLM), fundamentando-se na Teoria do Cone de Aprendizagem [Dale 1969] e nos princípios do Design Universal para Aprendizagem (UDL) [CAST 2018] — quadro que orienta a oferta de múltiplos meios de representação, ação e engajamento, diretamente atendidos pelos materiais multimodais gerados pela arquitetura.

Iniciativas recentes exploram IA generativa no ensino superior. [Kasneci et al. 2023] discutem oportunidades e riscos de LLMs na educação, destacando a geração automática de conteúdo como promissora. [Liu et al. 2025] demonstraram o potencial de LLMs como assistentes pedagógicos personalizados. Diferentemente dessas abordagens pontuais, a presente proposta integra captura de aulas, processamento por RAG, geração multimodal e disponibilização em plataforma acadêmica em um único fluxo orquestrado, incluindo loop de feedback formativo ao docente.

2. Arquitetura da Solução

Propomos uma arquitetura em quatro fases que integra as ferramentas Google com a plataforma acadêmica SIGAA, conforme ilustrado na Figura 1 disponível neste link:

<https://drive.google.com/file/d/1Nko1FA6Ss2St10Y0RosnEb73ZbEjpXAr/view?usp=sharing>. A arquitetura é descrita de forma independente de ferramentas específicas: em princípio, qualquer LLM (incluindo modelos open source) pode substituir o Gemini na Fase 2, e soluções alternativas ao NotebookLM podem ser adotadas na Fase 3, conforme discutido na Seção 3.

- **Fase 1 – Captura e Transcrição:** A aula síncrona no Google Meet é gravada e sua transcrição automática (.txt) gera o registro textual completo da interação.
- **Fase 2 – Processamento com IA:** A transcrição alimenta um modelo de linguagem (Gemini, ou alternativa open source). A contextualização ocorre por Retrieval-Augmented Generation (RAG) sobre base vetorial contendo o plano de ensino, os objetivos de aprendizagem, além de livros e artigos de referência. O modelo gera: (a) resumo estruturado em Markdown; (b) feedback formativo ao professor; e (c) atividade gamificada. Todos os artefatos passam por revisão humana obrigatória antes da publicação.
- **Fase 3 – Geração de Conteúdo Multimodal:** O resumo validado serve como fonte para geração de materiais multimodais (podcast, vídeo, mapa mental, infográfico, flashcards, apresentação de slides). Atualmente utiliza-se o NotebookLM; contudo, como essa ferramenta não dispõe de API gratuita, a implementação piloto avaliará alternativas abertas (ex.: pipelines com modelos TTS e de sumarização open source) para garantir maior flexibilidade e replicabilidade.
- **Fase 4 – Disponibilização:** O professor publica os materiais no SIGAA. Inicialmente a integração é manual (copiar/colar); scripts de automação via APIs estão previstos como trabalho futuro.

3. Contribuição, Validação e Trabalhos Futuros

A contribuição central é a criação de um ecossistema de aprendizagem personalizado e multimodal, automatizando a geração de materiais a partir de aulas síncronas. Distingue-se do estado da arte pela integração ponta-a-ponta do fluxo — da captura à disponibilização — pelo uso de RAG para contextualização e pelo loop de feedback formativo estruturado ao docente. O trabalho encontra-se atualmente em estágio conceitual, sem resultados empíricos.

3.1. Desenho do Estudo Piloto

Propõe-se um estudo piloto quasi-experimental (pré-teste/pós-teste com grupo controle não equivalente) em duas turmas do curso de Ciência da Computação da UNEMAT no primeiro semestre de 2026. O grupo experimental utilizará os materiais gerados pela arquitetura; o grupo controle receberá apenas os materiais tradicionais. As variáveis dependentes incluirão: (i) desempenho acadêmico (médias das avaliações formativas e somativas); (ii) engajamento (acesso aos materiais, taxa de conclusão das atividades gamificadas); e (iii) percepção de utilidade e satisfação dos estudantes (questionário validado, escala Likert). A coleta de dados ocorrerá via SIGAA e instrumento próprio após consentimento informado, em conformidade com a LGPD e o CEP/UNEMAT. A análise estatística empregará testes não-paramétricos (Mann-Whitney) dado o tamanho amostral esperado. Convidamos a comunidade a discutir a arquitetura, sugerir métricas adicionais e colaborar na implementação e análise dos resultados.

Link – Youtube: <https://youtu.be/Dxe0i62qrbs?si=Ut3mJKZtQlDZvpQM>

Referências

- Braxton, J. M., Milem, J. F., & Sullivan, A. S. (2000). The Influence of Active Learning on the College Student Departure Process: Toward a Revision of Tinto's Theory. *The Journal of Higher Education*, 71(5), 569–590.
<https://doi.org/10.1080/00221546.2000.11778853>
- CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. Disponível em: <http://udlguidelines.cast.org>
- Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching* (3rd ed.). Dryden Press.
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Liu, J., Jiang, B., & Wei, Y. (2025). LLMs as Promising Personalized Teaching Assistants: How Do They Ease Teaching Work? *ECNU Review of Education*, 8(2).
<https://doi.org/10.1177/20965311241305138>
- Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>
- Tinto, V. (1993). *Leaving College: Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition* (2nd ed.). University of Chicago Press.