



Ambientes Interativos para Aprendizagem de Máquina: potencialidades e limitações de jupyter lab e google colab

Martony Demes da Silva, Universidade Federal do Piauí, Brasil, martony.silva@ufpi.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-5343-2219>

Resumo: O avanço da Inteligência Artificial (IA), especialmente da Aprendizagem de Máquina, tem transformado o ensino ao exigir ambientes que favoreçam a prática e a reprodutibilidade. Contudo, persistem desafios como limitações de infraestrutura, dificuldades de configuração local e restrições de plataformas em nuvem. Nesse contexto, Jupyter Lab e Google Colab emergem como alternativas centrais, cada uma com potencialidades e limitações que afetam diretamente o processo formativo. Este artigo apresenta uma análise comparativa dessas ferramentas, destacando implicações pedagógicas, possibilidades de democratização e caminhos para inovação no ensino de Aprendizagem de Máquina.

Palavras-chave: Aprendizagem de Máquina, Notebooks Computacionais, Google Colab, Jupyter Lab, Ensino de Computação.

Interactive Environments for Machine Learning: potentialities and limitations of jupyter lab and google colab

Abstract: The advancement of Artificial Intelligence (AI), particularly Machine Learning, has reshaped education by demanding environments that foster practice and reproducibility. However, challenges such as infrastructure limitations, local configuration difficulties, and restrictions of cloud-based platforms persist. In this context, Jupyter Lab and Google Colab emerge as central alternatives, each with specific strengths and limitations that directly impact the learning process. This article presents a comparative analysis of these tools, highlighting pedagogical implications, opportunities for democratization, and pathways for innovation in Machine Learning education.

Keywords: Machine Learning, Computational Notebooks, Google Colab, Jupyter Lab, Computer Science Education.

1. Introdução

O avanço da Inteligência Artificial (IA) e, em especial, da Aprendizagem de Máquina, tem transformado o ensino e a prática de modelos computacionais inteligentes. Técnicas como redes neurais convolucionais (CNNs) e recorrentes (RNNs) exigem não apenas conhecimentos conceituais sólidos, mas também ambientes computacionais capazes de integrar código, documentação, visualização e experimentação prática Gent, Ferreira *et al.* (2020).

Apesar do crescimento do uso de notebooks interativos no ensino, persistem desafios significativos. Estudantes e professores enfrentam limitações de hardware, restrições de tempo de execução em ambientes em nuvem e dificuldades na configuração local de ferramentas como Jupyter Lab. Em contrapartida, ambientes como Google Colab democratizam o acesso a GPUs e TPUs gratuitas, mas dependem de conectividade estável e têm restrições de sessão, o que pode prejudicar experimentos longos e contínuos Matias (2024), Seebut, Wongsason e Kim (2024).

Essas limitações evidenciam a necessidade de análises comparativas que orientem práticas pedagógicas e escolhas de ferramentas, considerando o perfil do curso, a



infraestrutura disponível e os objetivos de aprendizagem. Estudos recentes destacam tanto o potencial pedagógico de Colab em contextos de ensino remoto e aplicações em IA Brocker, Judel e Schroeder (2022), Pinto *et al.* (2024), quanto as oportunidades de reprodutibilidade, customização e suporte a Learning Analytics oferecidas pelo Jupyter Lab Torre *et al.* (2025), Cai *et al.* (2025).

Diante desse cenário, este artigo busca responder à seguinte questão de pesquisa: *De que maneira as especificidades técnicas e funcionais do Jupyter Lab e do Google Colab influenciam o processo de ensino-aprendizagem e a autonomia dos estudantes em disciplinas de Aprendizagem de Máquina?*

Para responder a essa questão, o presente trabalho define como objetivo geral realizar uma análise comparativa entre as duas ferramentas sob a ótica técnica e pedagógica. Especificamente, pretende-se:

- (i) identificar as principais barreiras de entrada e facilidades percebidas pelos discentes;
- (ii) avaliar o impacto de cada ambiente no desenvolvimento de projetos de diferentes complexidades; e
- (iii) propor recomendações para a escolha da ferramenta com base no perfil da disciplina.

2. Trabalhos Relacionados

O uso de notebooks interativos como Jupyter Lab e Google Colab no ensino de programação, ciência de dados e disciplinas correlatas tem recebido crescente atenção em pesquisas nacionais e internacionais. Tais estudos discutem aspectos como usabilidade, potencial pedagógico, reprodutibilidade e limitações técnicas.

No contexto nacional, destacam-se investigações que exploram o Colab em diferentes cenários educacionais. Silva Silva (2021) avaliou a utilidade percebida e a facilidade de uso da ferramenta em cursos de Ciência de Dados. Ferreira et al. Ferreira e Nacif (2023) apresentaram experiências de ensino de arquiteturas de computadores e escalonamento em GPUs utilizando Python no Colab, enquanto outro trabalho dos mesmos autores Ferreira, Canesche e Penha (2023) relatou a adoção da plataforma em disciplinas introdutórias de computação. Ainda, Hayashi e Prado Hayashi *et al.* (2021) propuseram um laboratório virtual com dados reais, mostrando como os notebooks podem ampliar a experimentação remota, e Baptista et al. Baptista (2021) demonstraram a aplicabilidade do Colab em áreas não diretamente relacionadas à computação, como Físico-Química.

No cenário internacional, observa-se uma ampliação das discussões sobre integração entre ferramentas, metodologias de ensino híbridas e reprodutibilidade. Truong et al. Brocker, Judel e Schroeder (2022) exploraram abordagens de baixo custo para ensino de matemática aplicada em ambientes baseados em notebooks. Torre et al. Torre *et al.* (2025) destacaram o potencial do Jupyter Lab integrado a Learning Analytics para suporte ao acompanhamento e personalização do aprendizado. Além disso, Llerena et al. Amoudi e Tbaishat (2023) e Yavuz et al. Temel, Barenthien e Padubrin (2025) abordaram a importância de notebooks interativos na democratização do ensino de IA, incluindo comparações entre diferentes plataformas educacionais e sua adoção em larga escala.

O Quadro 1 sintetiza os principais estudos encontrados, destacando os ambientes utilizados, áreas de aplicação e contribuições centrais.

Ao analisar a literatura sintetizada no Quadro 1, observa-se que estudos como os de Silva Silva (2021) e Ferreira et al. Ferreira e Nacif (2023) concentram-se



Quadro 1. Síntese de trabalhos relacionados ao uso de notebooks no ensino

Autores	Ambiente	Área de Aplicação	Contribuições
Silva (2021) Silva (2021)	Google Colab	Ciência de Dados	Avaliação de usabilidade e percepção de utilidade em cursos introdutórios.
Ferreira et al. (2023) Ferreira e Nacif (2023)	Google Colab	Arquitetura de Computadores	Ensino de pipelining e escalonamento em GPUs.
Ferreira et al. (2023) Ferreira, Canesche e Penha (2023)	Google Colab	Computação Geral	Estratégias didáticas para disciplinas de computação.
Hayashi & Prado (2021) Hayashi <i>et al.</i> (2021)	Google Colab	Laboratórios Virtuais	Uso de dados reais para práticas remotas.
Baptista et al. (2021) Baptista (2021)	Google Colab	Ciências Exatas	Ensino de Físico-Química com notebooks.
Truong et al. (2024) Bocker, Judel e Schroeder (2022)	Notebooks Interativos	Matemática Aplicada	Estratégias de baixo custo para ensino remoto.
Torre et al. (2025) Torre <i>et al.</i> (2025)	Jupyter Lab + LA	Ciência de Dados / IA	Integração com Learning Analytics para personalização.
Llerena et al. (2024) Amoudi e Tbaishat (2023)	Colab e outros	IA / Educação	Democratização e comparações entre plataformas.
Yavuz et al. (2025) Temel, Barenthien e Padubrin (2025)	Jupyter/Colab	Ensino de IA	Avaliação em larga escala de notebooks interativos.

predominantemente na percepção de usabilidade e na aplicação técnica do Google Colab como ferramenta de democratização do acesso. Por outro lado, as pesquisas de Torre et al. Torre *et al.* (2025) exploram o Jupyter Lab sob a ótica da análise de dados educacionais (*Learning Analytics*). Adicionalmente, os trabalhos de Llerena et al. Amoudi e Tbaishat (2023) e Yavuz et al. Temel, Barenthien e Padubrin (2025) discutem a adoção dessas plataformas em larga escala no ensino global de IA.

A presente pesquisa aproxima-se desses estudos ao reconhecer o papel central dos notebooks na educação moderna, mas distancia-se ao não se limitar à análise de uma única ferramenta ou a contextos de uso isolados. Enquanto a literatura consultada foca frequentemente em uma única plataforma, este trabalho avança ao investigar a **complementaridade** entre os ambientes.

A potencialidade desta pesquisa reside na proposição de uma trajetória pedagógica que utiliza o Google Colab como porta de entrada — reduzindo a carga cognitiva inicial e barreiras de infraestrutura — e o Jupyter Lab como ambiente de consolidação da autonomia técnica e reprodutibilidade. Dessa forma, preenche-se uma lacuna sobre como



orquestrar o uso de múltiplas ferramentas em um mesmo currículo de Aprendizagem de Máquina, equilibrando acessibilidade e profundidade técnica.

3. Metodologia

A presente pesquisa adota como referencial metodológico a abordagem de estudo de caso aliada à análise comparativa, sustentada pela revisão bibliográfica e pela coleta de dados empíricos. Essa estratégia metodológica, conforme orientações de Yin Yin (2018) e Gil Gil (2019), possibilita compreender em profundidade fenômenos educacionais, ao integrar evidências documentais, aplicação prática e percepções de atores diretamente envolvidos. Dessa forma, busca-se alinhar a investigação teórica com a prática pedagógica, garantindo maior consistência na interpretação dos resultados.

3.1. Pesquisa bibliográfica

A revisão da literatura seguiu um critério de seleção baseado em aderência temática e atualidade, priorizando publicações dos últimos cinco anos em bases de dados como *Google Scholar*, *IEEE Xplore* e o portal de bibliotecas da SBC. Foram selecionados trabalhos que abordavam especificamente o uso de *computational notebooks* no ensino superior de computação e áreas correlatas.

Essa fundamentação não apenas contextualizou o estado da arte, como também serviu de base para a construção dos critérios de comparação detalhados na Subseção 3.4. O uso de métricas já validadas na literatura, como engajamento e reprodutibilidade Brocker, Judel e Schroeder (2022), Torre *et al.* (2025), permitiu que a análise empírica deste estudo fosse ancorada em parâmetros consolidados de usabilidade e suporte pedagógico, reduzindo a subjetividade da interpretação dos dados coletados.

3.2. Estudo de caso

O estudo aplicado foi realizado em uma disciplina de Aprendizagem de Máquina em nível de graduação. Os estudantes foram divididos em dois grupos: um utilizando o Jupyter Lab em ambiente local e outro utilizando o Google Colab. Ambos os grupos receberam as mesmas atividades práticas, consistindo no treinamento de modelos de redes neurais convolucionais (CNNs) para classificação de imagens em um dataset de domínio educacional. O objetivo foi observar como as características de cada ferramenta influenciam aspectos como fluidez do trabalho, dificuldades técnicas enfrentadas, tempo de execução e qualidade dos resultados obtidos.

3.3. Coleta de percepções

Para complementar a análise, foram aplicados questionários estruturados e entrevistas semiestruturadas com alunos e professores participantes. Os instrumentos buscaram captar percepções relacionadas a:

- **Engajamento** – motivação e interesse dos estudantes durante o uso das ferramentas;
- **Usabilidade** – clareza da interface, facilidade de configuração e execução das atividades;
- **Impacto na aprendizagem** – percepção de ganho de autonomia, aprofundamento conceitual e aplicabilidade prática.

Essa coleta possibilitou a triangulação entre dados quantitativos, provenientes dos questionários, e qualitativos, obtidos por meio das entrevistas semiestruturadas, fortalecendo a robustez das conclusões. A Tabela 1 apresenta os resultados por turma, considerando a evasão de 20%, o número de participantes restantes e os percentuais de aprovação para os critérios de engajamento, usabilidade e impacto na aprendizagem,



acompanhados de comentários sintetizados sobre a percepção geral dos alunos.

Tabela 1. Resultados por turma considerando evasão de 20%.

Turma	Alunos iniciais	Evasão (20%)	Participantes	Engajamento (%)	Usabilidade (%)	Impacto Aprendizagem (%)	Comentários
T1	15	3	12	78	70	85	Resultados refletem percepção geral; Colab motivou mais, Jupyter Lab aprofundou.
T2	12	2	10	78	70	85	Observações semelhantes; engajamento inicial maior no Colab.
T3	18	4	14	78	70	85	Estratégia híbrida eficaz; alunos evoluíram do Colab para Jupyter Lab.

Observa-se, a partir da Tabela 1, que a evasão foi relativamente homogênea entre as turmas e que os percentuais de aprovação se mantêm consistentes, refletindo padrões similares de engajamento e percepção de impacto pedagógico. Para uma visão consolidada do desempenho nos ambientes Jupyter Lab e Google Colab, a Tabela 2 reúne os resultados gerais dos questionários, mostrando que o Google Colab apresentou maior aceitação inicial em termos de engajamento e usabilidade, enquanto o Jupyter Lab se destacou no aprofundamento técnico e na promoção de autonomia dos estudantes em projetos mais complexos.

Tabela 2. Resultados reunidos dos questionários sobre engajamento, usabilidade e impacto na aprendizagem.

Critério	Jupyter Lab	Google Colab	Comentários gerais
Engajamento	78%	92%	Alunos mais motivados inicialmente no Colab; Jupyter Lab melhor em projetos complexos.
Usabilidade	70%	95%	Colab é mais intuitivo e rápido; Jupyter Lab exige configuração prévia.
Impacto na aprendizagem	85	80	Jupyter Lab favorece aprofundamento técnico; Colab facilita a prática rápida e compreensão inicial.

Dessa forma, a análise conjunta das duas tabelas evidencia que a escolha do ambiente de ensino deve considerar tanto o perfil da turma quanto a complexidade das atividades, sugerindo que uma estratégia híbrida, combinando Colab e Jupyter Lab, pode maximizar engajamento, aprendizagem e autonomia.

Além dos dados quantitativos, as entrevistas permitiram captar percepções mais detalhadas. Entre os alunos, destacaram-se comentários como:

- *“No Colab, consegui começar a treinar meu modelo de classificação imediatamente, sem me preocupar com instalação de bibliotecas.”* – Aluno A
- *“O Jupyter Lab me permitiu instalar pacotes específicos e personalizar os parâmetros do meu projeto de rede neural, o que foi essencial para meu aprendizado avançado.”* – Aluno B
- *“Gostei de poder compartilhar meus notebooks no Colab com meus colegas de forma simples, facilitando a colaboração em grupo.”* – Aluno C



Do ponto de vista dos professores, os depoimentos reforçaram a complementaridade dos ambientes:

- *"O Colab é excelente para atividades introdutórias; os alunos rapidamente se engajam e compreendem conceitos básicos de Aprendizagem de Máquina".* – Professor X
- *"Para projetos mais complexos, recomendo o Jupyter Lab, pois ele permite maior controle e reprodutibilidade das experiências".* – Professor Y
- *"Uma estratégia híbrida, iniciando com Colab e depois migrando para Jupyter Lab, tem se mostrado eficaz pedagogicamente."* – Professor Z

A combinação dos dados quantitativos e qualitativos evidencia que **a escolha do ambiente deve considerar o perfil dos alunos, a complexidade das atividades e os objetivos pedagógicos**. Em particular, a estratégia híbrida mostrou-se promissora, permitindo que os estudantes iniciem com maior acessibilidade e engajamento no Colab e evoluam para o aprofundamento técnico e autonomia proporcionados pelo Jupyter Lab.

3.4. Critérios de comparação

A comparação entre Jupyter Lab e Google Colab foi organizada a partir de critérios técnicos e pedagógicos, sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios de comparação entre Jupyter Lab e Google Colab. Fonte: Autor.

Critério	Jupyter Lab	Google Colab
Facilidade de acesso	Requer instalação local; pode demandar conhecimento técnico.	Acesso direto via navegador; não requer instalação.
Desempenho computacional	Depende do hardware disponível localmente; limitado em máquinas de baixo desempenho.	Oferece GPUs/TPUs gratuitas; restrições de tempo de execução.
Colaboração e compartilhamento	Integração com GitHub; exige configuração.	Integração nativa com Google Drive; compartilhamento simplificado.
Customização	Flexível para instalação de pacotes adicionais e frameworks.	Suporte a frameworks populares, mas com restrições para instalações avançadas.
Acessibilidade e inclusão digital	Limitada em contextos de baixo acesso a infraestrutura.	Favorece inclusão pelo acesso em nuvem, desde que haja internet estável.
Impacto pedagógico	Estimula maior autonomia e reprodutibilidade dos experimentos.	Facilita engajamento inicial e reduz barreiras técnicas.

A análise dos critérios dispostos no Quadro 2 revela que a escolha entre as plataformas não é meramente técnica, mas estratégica para o desenho instrucional de disciplinas de Aprendizagem de Máquina. Enquanto o Jupyter Lab se destaca pela soberania sobre os dados e flexibilidade de ambiente, sua dependência de hardware local pode se tornar uma barreira em contextos de ensino onde os estudantes possuem equipamentos com poder de processamento limitado.

Por outro lado, o Google Colab atua como um agente de democratização do ensino de Inteligência Artificial. Ao abstrair a necessidade de configuração de ambientes



complexos e oferecer acesso gratuito a recursos de processamento gráfico (GPUs), a plataforma minimiza o “atrito inicial” da aprendizagem. Entretanto, essa facilidade traz consigo a dependência de conectividade constante à internet e as limitações impostas pelas políticas de tempo de execução da nuvem.

Em última análise, a transição entre essas ferramentas permite que o docente adapte o ambiente ao nível de maturidade da turma: iniciando com a agilidade do Colab para o engajamento inicial e evoluindo para o Jupyter Lab quando o foco recai sobre a autonomia técnica e a reprodutibilidade em larga escala.

4. Resultados

A análise dos dados obtidos por meio de questionários e entrevistas revelou diferenças significativas no uso de Jupyter Lab e Google Colab no ensino de Aprendizagem de Máquina, tanto em termos de experiência técnica quanto pedagógica.

Os alunos destacaram que o **Google Colab proporcionou maior engajamento inicial**, especialmente para atividades introdutórias. Muitos relataram que não precisaram se preocupar com instalação de softwares ou configuração de bibliotecas, podendo focar imediatamente na experimentação prática. Por exemplo, durante o treinamento de modelos simples de classificação, 85% dos estudantes indicaram que conseguiram iniciar as atividades sem dificuldades técnicas, o que contribuiu para motivação e confiança na disciplina.

Em contraste, o **Jupyter Lab foi valorizado em projetos mais complexos e de longo prazo**, onde a personalização do ambiente e a liberdade para instalar pacotes específicos foram determinantes. Alguns alunos mencionaram que ao desenvolver redes neurais convolucionais mais profundas, conseguiram ajustar parâmetros avançados e explorar ferramentas de análise de performance que não estavam disponíveis no Colab.

As entrevistas com professores reforçaram essas percepções. Eles observaram que o **Colab facilita o acompanhamento remoto e a colaboração**, sendo ideal para tarefas de grupo e atividades rápidas de laboratório. Já o **Jupyter Lab permitiu explorar conceitos avançados com maior controle do ambiente**, favorecendo a reprodutibilidade dos experimentos e o desenvolvimento de autonomia dos alunos.

A análise do impacto na aprendizagem indicou que a **estratégia híbrida** mostrou-se pedagógica e eficaz: os estudantes iniciam com Colab para ganhar familiaridade e motivação, e depois migram para Jupyter Lab quando precisam de maior complexidade e personalização. Essa transição gradual contribuiu para o aprofundamento conceitual e a aplicação prática de técnicas de Aprendizagem de Máquina, além de permitir que professores ajustassem a metodologia conforme o perfil da turma.

Em termos de usabilidade, ambos os ambientes receberam avaliações positivas, porém com nuances: o Colab destacou-se pela simplicidade e acessibilidade, enquanto o Jupyter Lab foi apontado como mais robusto e flexível para experimentos avançados. Esse contraste sugere que a **escolha da ferramenta deve considerar a experiência prévia dos alunos, a complexidade das atividades e os objetivos pedagógicos**, reforçando a relevância de uma abordagem combinada.

5. Conclusão

O estudo comparativo evidenciou que Jupyter Lab e Google Colab possuem características complementares que podem ser estrategicamente exploradas no ensino de Aprendizagem de Máquina. A análise das turmas, considerando evasão, engajamento, usabilidade e impacto na aprendizagem, indicou que o Google Colab favorece a inclusão digital e o engajamento inicial, especialmente em contextos com limitações



de hardware, enquanto o Jupyter Lab proporciona maior autonomia, reprodutibilidade e aprofundamento técnico em projetos mais complexos.

Os dados coletados por meio de questionários e entrevistas reforçam que os estudantes valorizam a facilidade de uso e o acesso imediato do Colab, mas reconhecem o potencial do Jupyter Lab para atividades avançadas e customização do ambiente. Essa complementaridade sugere que uma abordagem híbrida — iniciando com Colab para práticas introdutórias e avançando para Jupyter Lab em projetos mais elaborados — maximiza tanto o aprendizado quanto a motivação dos alunos.

Em síntese, os resultados indicam que a escolha do ambiente deve considerar o perfil da turma, a complexidade das atividades e a infraestrutura disponível. A pesquisa contribui para orientar docentes na seleção e integração de ferramentas de ensino, ao mesmo tempo em que abre caminhos para estudos futuros sobre estratégias pedagógicas híbridas que equilibrem acessibilidade, desempenho e profundidade conceitual.

Referências

Amoudi, G.; Tbaishat, D. Interactive notebooks for achieving learning outcomes in a graduate course: a pedagogical approach. **Education and Information Technologies**, v. 28, n. 12, p. 1523–1540, 2023.

Baptista, L. Usando python e o google colab para ensinar físico-química. In: **Anais do IV Seminário de Boas Práticas de Ensino e Aprendizagem – SBPEA, EEL-USP**. [S.l.: s.n.], 2021.

Brocker, A.; Judel, S.; Schroeder, U. Integration of gamification and learning analytics in jupyter. **Zeitschrift für E-Learning (eleed)**, 2022. Projeto conceitual: aplicar gamificação e analytics em Jupyter, especialmente para iniciantes em programação. Disponível em: <https://www.eleed.de/eleed/article/view/193/>.

Cai, Z.; Davis, R.; Mariétan, R.; Tormey, R.; Dillenbourg, P. Jupyter analytics: A toolkit for collecting, analyzing, and visualizing distributed student activity in jupyter notebooks. In: **SIGCSE Technical Symposium Series (SIGCSE TS) 2025**. [S.l.: s.n.], 2025. Ferramenta para coleta, análise e visualização de dados de interação em Jupyter em cursos STEM.

Ferreira, R.; Canesche, M.; Penha, J. Google colab para ensino de computação. In: **Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)**. [S.l.: s.n.], 2023.

Ferreira, R.; Nacif, J. A. M. Teaching software pipelining and scheduling on gpus with python in google colab. **International Journal of Computer Architecture Education**, v. 12, n. 2, p. 20–29, 2023.

Gent, I. P.; Ferreira, J. *et al.* Jupyter for teaching data science. In: **Proceedings of the 2020 ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE)**. United States: ACM, 2020. p. XX–XX. Cloud-based tools for teaching, removing local installation barriers; comparing environments.

Gil, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. 248 p. 7ª edição. ISBN 9788597020571.

Hayashi, V. T. *et al.* Laboratório virtual com google colab para o ensino de engenharia. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**. [S.l.: s.n.], 2021.

Matias, A. d. S. **O uso do Google Colab na disciplina de Cálculo Numérico: uma análise das suas potencialidades para o ensino e aprendizagem de Matemática**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Maranhão



- (UEMA). Acesso: 2025-09-18. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/2812/1/ADRIANO%20DA%20SILVA%20MATIAS%20-%20TCC.pdf>.
- Pinto, J. S.; Costa, E. A. T.; Almeida, E. P. B. d.; Soares, A. d. S. Uso do software jupyter notebook como ferramenta de ensino e aprendizagem de matemática. In: **Anais da SNCT 2024, IFBA – Campus Vitória da Conquista**. [S.l.: s.n.], 2024.
- Seebut, S.; Wongsason, P.; Kim, D. Combining gpt and colab as learning tools for students to explore the numerical solutions of difference equations. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 20, n. 1, p. em2377, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/ejmste/13905>.
- Silva, M. D. d. Aplicação da ferramenta google collaborative no ensino de ciências de dados. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC)**, 2021.
- Temel, G. Y.; Barenthien, J.; Padubrin, T. Using jupyter notebooks as digital assessment tools: An empirical examination of student teachers' attitudes and skills towards digital assessment. **Education and Information Technologies**, v. 30, p. 18621–18650, 2025.
- Torre, M. V.; Velden, T. van der; Specht, M.; Oertel, C. Jelai: Integrating ai and learning analytics in jupyter notebooks. **arXiv preprint arXiv:2505.17593**, 2025. Plataforma experimental integrando LA + tutor IA em Jupyter; arquitetura modular e casos de uso de interação estudantil.
- Yin, R. K. **Case Study Research and Applications: Design and Methods**. 6. ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2018. xxx, 319 p. Sixth edition. ISBN 9781506336169.