

## **TEIA colaborativa Brasil-Inglaterra: promovendo intercâmbio virtual, internacionalização e aprendizado em IA Generativa em cursos de computação**

**Rosiane de Freitas<sup>1</sup>, João Alfredo Bessa<sup>1</sup>, Meng H. Hsu<sup>1</sup>, Guilherme Souza<sup>1</sup>, Lucas C. Cordeiro<sup>1 2</sup>, Rafael Menezes<sup>1 2</sup>, Yiannis Charalambous<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Computação, Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

<sup>2</sup>Department of Computer Science, University of Manchester (UoM)

{rosiane, joao.bessa, meng.hsu, guilherme.souza}@icomp.ufam.edu.br  
{lucas.cordeiro, rafael.menezes, yiannis.charalambous}@manchester.ac.uk

**Resumo.** Neste trabalho é apresentada uma experiência piloto de colaboração internacional promovendo o intercâmbio virtual entre alunos de graduação e pós-graduação em computação, envolvendo tema transversal de grande importância, o arcabouço de IA Generativa, para atrair múltiplos interesses e áreas da computação e propiciar uma forma rica, barata e acessível de internacionalização, celebrando um acordo de cooperação entre universidades do Brasil e Inglaterra: a Universidade Federal do Amazonas e a Universidade de Manchester. Os alunos exercitaram habilidades de trabalho em equipe, atividades colaborativas de coleta de recursos, entendimento de conteúdos, manipulação de ferramentas e desenvolvimento de projeto, se comunicando em inglês. Ao mesmo tempo, IA Generativa foi explorada em cenários de aplicação diversos, culminando em pequenos projetos conjuntos. Os resultados, tanto da interação quanto dos artefatos gerados durante e após a matéria, se mostraram valiosos para validar a proposição de uma disciplina de maior escala e na compreensão das ricas possibilidades, do baixo custo e necessidade de poucos recursos, que uma proposta de intercâmbio (virtual) e internacionalização como esta pode promover.

**Abstract.** This paper presents a pilot experience of international collaboration promoting virtual exchange among undergraduate and graduate students in computing, involving a cross-cutting theme of great importance, the Generative AI framework, to attract multiple interests and areas of computing and provide a rich, cheap and accessible form of internationalization, celebrating a cooperation agreement between universities in Brazil and England: the Federal University of Amazonas and the University of Manchester. The students exercised teamwork skills, collaborative activities of resource collection, content understanding, tool manipulation, and project development, and they communicated in English. At the same time, Generative AI was explored in diverse application scenarios, culminating in small joint projects. The results, both of the interaction and the artifacts generated during and after the subject, proved valuable to validate the proposal of a larger-scale discipline and in understanding the rich possibilities, low cost, and need for few resources, that a proposal of (virtual) exchange and internationalization such as this one can promote.

## 1. Introdução

A Inteligência Artificial Generativa (IAGen) tem se revelado como um promissor campo da Inteligência Artificial (IA), oferecendo novas perspectivas para a criação, análise, validação e disseminação do conhecimento, ainda em desenvolvimento mas já promovendo uma revolução tecnológica de grande impacto social. A IAGen é baseada em modelos de redes neurais e arquiteturas transformadoras com mecanismos de atenção, os modelos de linguagem muito grande (*Large Language Models - LLMs*) que são pré-treinados em gigantescas bases de dados, permitindo ricas consultas (engenharia de prompt) e a geração de conteúdo automático em diversos formatos, incluindo texto, imagens, áudio e vídeo [Goodfellow et al. 2016]. O desenvolvimento de uma disciplina acadêmica dedicada à IA Generativa apresenta-se como uma oportunidade estratégica para explorar o estado-da-arte, suas aplicações, desafios éticos e impacto interdisciplinar e social.

Apesar de relativamente bem recentes, ferramentas de IA Generativa já estão sendo amplamente utilizadas, incluindo contextos acadêmicos [Wang and Wang 2022], na geração de conteúdos diversos, envolvendo textos, imagens, áudios e videos. O farramental de IA Generativa expande as possibilidades de processos de ensino-aprendizagem, de conteúdos textuais e visuais personalizados e especializados, viabilizando também análises mais complexas, personalização de experiências de aprendizado e novos modelos de interação. No entanto, o uso desse farramental também suscita questões críticas, como a necessidade de melhor e mais ampla regulamentação, de garantia de confiabilidade e de mitigação de vieses nos conteúdos gerados.

Deste nodo, a criação de uma disciplina acadêmica dedicada à IA Generativa busca não apenas formar profissionais capacitados para utilizar essas tecnologias com conhecimento, profundidade e de maneira ética e eficaz, mas, também, fomentar o desenvolvimento de novos métodos, modelos e aplicações que possam transformar o ensino, a pesquisa, o desenvolvimento e o cotidiano da realização das mais diversas tarefas profissionais e seus múltiplos domínios.

A TEIA (Tópicos Especiais em Inteligência Artificial) é uma disciplina optativa de conteúdo aberto e amplo em inteligência artificial, oferecida como disciplina optativa tanto para a graduação dos cursos de Ciência da Computação, Engenharia de Software e Engenharia da Computação, como também para os cursos de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Nesta versão, realizada de modo experimental que tem como objetivo, através da colaboração entre grupos de pesquisa do Instituto de computação da UFAM e da Universidade de Manchester, como forma de celebrar o acordo de cooperação internacional firmado entre ambas universidades. Assim, visando compreender e manipular os recursos tecnológicos e seus potenciais usos didáticos e científicos de ferramentas de IA Generativa.

O restante deste artigo está organizado como segue Na Seção 2 é apresentado o referencial teórico sobre IA Generativa. Na Seção 3, são apresentados trabalhos relacionados à proposta de disciplina em questão. Na Seção 4 é apresentada a abordagem pedagógica adotada. Na Seção 5, são apresentados os principais resultados gerados na disciplina e alcançados posteriormente. Por fim, na Seção 6 são tecidas as considerações finais.

## 2. Referencial Teórico

**Inteligência Artificial (IA)** pode ser definida, de modo geral, como a capacidade de sistemas computacionais ou tecnológicos em simular a Inteligência humana, incluindo a percepção do ambiente, o aprendizado e a tomada de decisões para atingir objetivos específicos [Russell and Norvig 2016]. Estabelecida como disciplina acadêmica em 1956, a IA consolidou-se como um campo interdisciplinar, integrando contribuições de áreas como psicologia, linguística, filosofia e neurociência, além de diversos ramos da matemática. Hoje em dia, é mais conhecida como uma das áreas da ciência da computação, sendo de todo modo muito abrangente e contendo subáreas bem amplas como: linguagens formais, métodos formais, raciocínio lógico automatizado, representação do conhecimento, processamento de linguagem natural, percepção, métodos de simulação de comportamentos biológicos, fenômenos físicos, etc, além do arcabouço de aprendizado de máquina. [McCarthy et al. 2006, Luger et al. 1998].

Há também, hoje em dia, uma denominação de **Inteligência Computacional (IC)** para englobar problemas complexos (geralmente de otimização combinatória e NP-Difíceis, em termos de complexidade computacional) e as estratégias algorítmicas de resolução, que simulam comportamento de animais, de fenômenos físicos, biológicos, etc, além de abordagens vindas da área multidisciplinar de pesquisa operacional [Tihanyi et al. 2024].

A **Sociedade Brasileira de Computação (SBC)** possui 2 Comissões Especiais para atender IA e IC, a CEIA e a CEIC, respectivamente. E uma grande conferencia anual acontece, o BRACIS (*Brazilian Conference on Intelligent Systems*), com diversos eventos em paralelo, como grande palco científico brasileiro sobre pesquisas científicas e resultados promissores para avanços nesta grande área.

Tais estratégias de IA/IC têm sido continuamente refinadas e ampliadas, e isto também muito devido ao avanço tecnológico, aumento da capacidade de processamento e de armazenamento de dados. Neste contexto, surgiu o **Aprendizado de Máquina** (do inglês, *Machine Learning - ML*), que consiste em desenvolver e aplicar estratégias que aprendem com dados previamente coletados, armazenados e estruturados, sem perda de generalidade. Um grande salto em ML ocorreu na primeira década século XXI, quando surgiu o **Aprendizado Profundo** (do inglês, *Deep Learning-DL*), com estratégias mais sofisticadas, com modelagem teórica em redes neurais e forte fundamentação matemática estatística, superando abordagens anteriores e levando a avanços significativos no campo. O aprendizado profundo é também chamado de **Redes Neurais Profundas** (do inglês, *Deep Neural Network - DNN*), e os avanços na área foram ainda mais acelerados a partir de 2017, com a publicação do artigo “**Attention Is All You Need**” [Vaswani 2017], que revolucionou a IA, ou seja, potencializou a DNN, ao introduzir o conceito de aprendizado por atenção e a introdução das arquiteturas de transformadores (do inglês, *Transformers*), que são modelos baseados em mecanismos de atenção. Esses avanços consolidaram o arcabouço de IA como uma das áreas mais dinâmicas e promissoras da ciência e tecnologia, atrairindo investimentos massivos e gerando transformações em diversos setores [Ciaramella and Ciaramella 2024].

As arquiteturas de transformadores impulsionaram o desenvolvimento dos modelos de linguagens de grande escala (do inglês, **Large Language Models - LLMs**), que são sistemas treinados em vastas quantidades de dados (de início, apenas textuais) para

entender e gerar linguagem humana. Esses modelos são projetados para realizar uma variedade de tarefas relacionadas ao processamento de linguagem, como tradução de idiomas, resumo de textos, geração de conteúdo, análise de sentimentos, e até mesmo responder perguntas complexas e conversar de forma coerente [Manning 2022].

DNN, arquitetura de transformadores e LLMs são componentes essenciais da **IA Generativa - IAGen** (*Generative AI*). Em particular, os modelos DNN de **Redes Adversárias Generativas** (do inglês, *Generative Adversarial Networks* - GANs). Os avanços na computação em nuvem pós-pandemia tornaram as tecnologias e ferramentas de IAGen comercialmente viável e cada vez mais amplamente disponível para a sociedade. As ferramentas de IAGen e suas LLMs possuem milhões ou até bilhões de parâmetros, que possibilitam ajustes finos na rede neural que permitem a interpretação e produção precisa de linguagem. Exemplos de LLMs incluem o GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), o BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), e outros desenvolvidos por empresas como OpenAI, Google e Meta Tecnologias de IAGen recentes produzidas pelos chineses não estavam disponíveis ainda no ano de 2024, quando foi realizado o curso proposto e mote deste artigo, mas, cabe citar a explosão do mercado com o lançamento neste ano de 2025, do DeepSeek, desenvolvido por uma startup chinesa e que apresentou de início desempenho similar às ferramentas das grandes empresas de tecnologias (BigTechs) dos EUA, sendo propalado que a base de treino, o poder e o tempo de processamento foram bem menores do que as dominantes até então no mercado. E, logo em seguida, a empresa chinesa Alibaba divulgou sua IAGen, Qwen, cuja versão Qwen 2.5-Max apresentou desempenho melhor do que a DeepSeek-V3 e o GPT-4o, e Llama-3.1-405B, em quase todos os aspectos.

A IAGen envolve a geração de artefatos complexos como imagens, textos e rotinas algorítmicas por meio de técnicas de aprendizagem de máquina. Os conteúdos gerados por IAGen também podem gerar artefatos secundários, como um modelo de Arquitetura Transformadora que tem como objetivo criar um chatbot [et. al. 2023]. Enquanto o Aprendizado de Máquina convencional tem normalmente por objetivo realizar tarefas de classificação ou regressão e gera dados de baixa dimensão, como rótulos, a IAGen diferencia-se pela criação de dados novos, de alta dimensão, envolvendo textos complexos ou dados multimídia (com texto, imagem, áudios, vídeos).

Por fim, a IAGen está ocasionando uma nova revolução tecnológica na humanidade, de dimensões sem precedentes, onde o consumo elevado de recursos naturais e a possibilidade de geração de conteúdos indevidos em grande proporção e similares aos gerados por personalidades, governantes e governos e empresas, fez acionar um forte alerta de que políticas e regulamentação para a geração e uso de tais tecnologias precisam ser fortemente desenvolvidas e aplicadas.

### 3. Trabalhos Relacionados

Existem duas grandes abordagens no ensino de computação que podem, ou não, ser aplicadas mutualmente em uma disciplina de Computação. A primeira abordagem é de caráter tecnológico, onde o foco é aprender como manipular determinada tecnologia ou metodologia de execução de tarefas. A segunda abordagem, de caráter Científico, tem como foco compreender os fundamentos teóricos e a lógica de funcionamento do objeto de estudo.

A primeira matéria sobre Inteligência Artificial proposta em 1956 e posterior-

mente descrita por McCarthy (2006) apresenta os principais conceitos sobre heurísticas e métodos aproximados da época, em uma abordagem Científica. Em contraponto o trabalho de Galeno (2024) é um exemplo de abordagem tecnológica tendo como objetivo que seus alunos aprendam as principais estruturas e funcionalidades presentes na Linguagem Python.

Em relação à forma, este trabalho se concentra no campo das metodologias ativas, que é composto por um conjunto de práticas que têm o estudante como ator central do aprendizado, valorizando discussões coletivas, estímulo à autonomia e ao pensamento crítico [Berbel 2011]. Além do aprendizado colaborativo, que por meio das interações entre os alunos busca-se encontrar senso compostos por várias perspectivas de uma mesma questão [Torres and Irala 2014].

O estudo de Baidoo(2023) explora os benefícios e limitações do ChatGPT na educação, destacando sua capacidade de promover aprendizagem personalizada, correção automatizada de redações, tradução de idiomas e interação virtual, além de adaptar o ensino ao progresso do aluno. O trabalho aponta que o ChatGPT apresenta limitações, como a falta de interação humana, vieses nos dados de treinamento, entendimento limitado de conceitos complexos e questões de privacidade. A sugestão é que educadores, pesquisadores e formuladores de políticas trabalhem juntos para integrar essas ferramentas de IA de forma segura e construtiva, enfatizando a importância de manter a interação humana e adaptar as práticas educacionais para maximizar os benefícios da IA generativa.

O artigo de Mittal(2024) aborda os benefícios da GAI na educação, como o aumento do engajamento dos alunos, a personalização do ensino, a adaptação ao estilo de aprendizagem de cada estudante e a promoção da criatividade e inovação. No entanto, os autores destacam desafios significativos, como questões de privacidade de dados, viés nos algoritmos, falta de controle sobre os resultados gerados e a necessidade de garantir a precisão e a confiabilidade do conteúdo produzido. Além disso, a integração da GAI com tecnologias emergentes, como o metaverso, pode criar ambientes de aprendizagem imersivos e interativos, mas também exige cuidados éticos e técnicos.

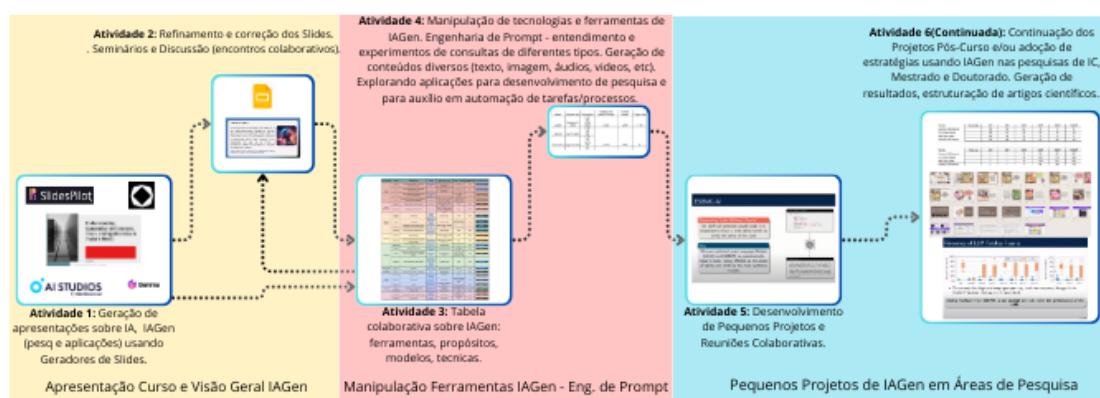
Embora não sejam diretamente ligadas a elaboração de uma disciplina acadêmica, existem diversos trabalhos que buscam aferir o impacto do uso de ferramentas de IA Generativa na qualidade do aprendizado no contexto acadêmico, como o artigo de Jain(2024) que busca predizer a intenção de um aluno da educação superior de usar IAGen em alguma tarefa. As pesquisas de Mortlock(2024) e Chiu(2023) refletem sobre a qualidade do aprendizado e a integridade dos sistemas de avaliação dentro do cenário acadêmicos, bem como as mudanças já notadas.

Em relação à iniciativas binacionais, as diferentes perspectivas constroem um ambiente desafiador e rico, o trabalho de Lara(2015) apresenta um cenário de êxito acadêmico nas iniciativas binacionais entre universidades mexicanas e estadunidenses. O artigo de Knobel(2013) apresenta um saldo positivo de parcerias de pesquisa internacionais, destacando que colaborações com pesquisadores e grupos renomados da comunidade acadêmica ajudam a construir uma cultura local na área de pesquisa e alavancam as citações dos artigos colaborativos.

## 4. Metodologia e Abordagem Pedagógica

A metodologia de pesquisa que norteou este trabalho é de natureza aplicada, de caráter exploratório e descritivo, de abordagem de análise quali-quantitativa, e com procedimentos metodológicos descritos a seguir, e visando criar perspectiva sobre a abrangência das ferramentas e Métodos de IA Generativa. Uma abordagem experimental foi adotada através da elaboração de novas atividades no escopo da Disciplina, objetivando filtrar as bem sucedidas para a otimização de disciplinas futuras.

De abordagem pedagógica híbrida e aprendizado ativo e colaborativo, a disciplina foi ministrada na Modalidade virtual (e com encontros presenciais com os alunos brasileiros e a professora Rosiane de Freitas, e o mesmo com os alunos da Inglaterra e o professor Lucas Cordeiro) e majoritariamente em língua Inglesa. Foi organizada em seis grandes partes e com atividades separadas em 3 partes, como apresentado na Figura 1.



**Figura 1. Roteiro de Atividades Pedagógicas Proposto para o Curso TEIA.**

Os procedimentos metodológicos são descritos a seguir, seguindo a estrutura geral do curso apresentada na Figura 1.

### 4.1. Parte 1 - Apresentação do Curso e Visão Geral sobre IA Generativa

A primeira parte do curso foi caracterizada pela apresentação do Plano de Ensino, com as principais características descritas a seguir:

- disciplina optativa, de carga horária de 60 horas, divididas em duas vezes de 2 horas semanais.
- turma piloto, com alunos eminentemente de pós-graduação, da UFAM (Brasil) e da UoM (Inglaterra), mas, recebendo alunos brasileiros de cursos de graduação em Computação;
- modalidade híbrida presencial-remota: alguns momentos de interação entre alunos brasileiros, em português (em um dos dias da semana, principalmente na primeira metade do curso) e o mesmo acontecendo com os alunos na Inglaterra, em inglês;
- voltada para o estudo colaborativo interinstitucional, que no caso, promove a interação de alunos de diferentes países, Brasil e Inglaterra (forma acessível e de promover internacionalização a baixo custo);

- voltada para o estudo do arcabouço teórico e tecnológica de IA Generativa: seus conceitos teóricos e manipulação de tecnologias e ferramentas;
- dividida em três grandes partes, com grandes atividades colaborativas (descritas a seguir);
- abordagem pedagógica voltada à investigação, entendimento e resolução de problemas, onde nas duas primeiras partes envolvendo atividades colaborativas de investigação, revisão literatura e de manipulação experimental de tecnologias e ferramentas de IAGen.
- processo de ensino-aprendizagem colaborativo envolvendo preparação de apresentações sobre tópicos específicos ou ferramentas e experimentações, e realização de pequenos seminários.
- abordagem pedagógica voltada ao desenvolvimento de projeto, onde a terça parte final é voltada para o desenvolvimento colaborativo de um pequeno projeto usando IAGen aplicado a uma subárea de pesquisa em Computação.

Nesta primeira parte do curso, além da apresentação do curso, foi também planejado ser dada uma visão geral de IA Generativa, sendo executada através das duas grandes atividades a seguir.

**Atividade 1:** Geração de apresentações sobre IA, IAGen (conceitos, modelos, ferramentas e aplicações), e IAGen aplicada à diferentes áreas de pesquisa em computação e afins, usando Geradores de Slides

**Atividade 2:** Refinamento e correção dos Slides. Seminários e Discussão (encontros colaborativos).

Como fruto concreto das atividades é proposta a geração de artefatos. No caso da Parte I, os artefatos são os slides de apresentações gerados por ferramentas de IAGen (Atividade 1) e os slides de apresentações validados, complementados e refinados pelos alunos.

## 4.2. Parte 2 - Manipulação de Ferramentas de IAGen e Engenharia de Prompt

A segunda parte, com o foco de compreender e compilar as principais ferramentas de IA Generativa, suas composições teóricas e tecnológicas e seus propósitos de aplicação.

Foi planejada a construção colaborativa de uma tabela com o estado-da-arte tecnológico sobre IAGen, especificando as características teóricas e tecnológicas das principais ferramentas de IAGen, de tipos ou aplicações mais diversos e mais representativos

As atividades desta Parte II são pontuadas a seguir.

**Atividade 3:** Tabela colaborativa sobre IAGen: ferramentas, propósitos, modelos, técnicas.

**Atividade 4:** Manipulação de tecnologias e ferramentas de IAGen. Engenharia de Prompt - entendimento e experimentos de consultas de diferentes tipos. Geração de conteúdos diversos (texto, imagem, áudios, vídeos, etc). Explorando aplicações para desenvolvimento de pesquisa e para auxílio em automação de tarefas/processos.

Como artefatos a serem gerados nesta Parte II, as demos de utilização das ferramentas (e adequação dos slides de apresentações) e a tabela com o estado-da-arte de ferramentas de IAGen.

#### **4.3. Parte 3 - Desenvolvimento de Projetos aplicando IAGen em Subáreas da Computação**

Por fim, a terceira e última parte do curso visa aplicar os conhecimentos obtidos sobre os conceitos, modelos e ferramentas de IAGen para o desenvolvimento de projetos de pesquisa envolvendo subáreas da Computação. E seminários sobre os trabalhos finais desenvolvidos.

**Atividade 5:** Desenvolvimento de Pequenos Projetos e Reuniões Colaborativas.

**Atividade 6 (Continuada):** Continuação dos Projetos Pós-Curso e/ou adoção de estratégias usando IAGen nas pesquisas de IC, Mestrado e Doutorado. Geração de resultados, estruturação de artigos científicos.

Como a principal interação de pesquisa entre os grupos do IComp/UFAM e da Univ. de Manchester envolve raciocínio automatizado e otimização combinatória, a ênfase foi dada em tópicos dentro destes contextos, mas, podendo abranger outros.

### **5. Experimentos e Principais Resultados**

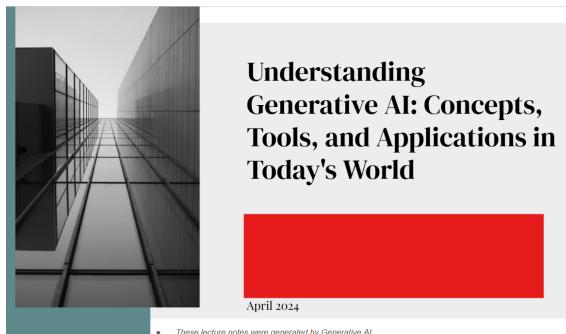
Na **Parte I** Uma visão geral e conceitos essenciais sobre IAGen através de uma Sequência de Slides gerados por IAGen. Como primeira atividade, foram repassados slides gerados por ferramenta de IAGen para, justamente, uma apresentação dando uma visão geral de IA Generativa. Todo o contexto de geração foi devidamente explicado.

A partir disto, foi solicitado que cada subgrupo Brasil-Inglaterra estipulado fizessem seus próprios conjuntos de slides gerados por IAGen e os validassem e complementassem. É relevante mencionar que a maior parte dos Artefatos gerados estão em Inglês por conta da proposta do curso e a cooperação internacional. Os temas delimitados para esta atividade ditaram as tarefas posteriores, sendo os principais citados a seguir.

- **Visão Geral sobre IA e IAGen.**
- **IAGen e Pesquisa em Computação.**
- **Aplicações em IAGen.**
- ***Large Language Models* e engenharia de prompt.**
- **IAGen na Educação em Computação.**
- **IAGen e Automated Reasoning.**
- **IAGen e Otimização Combinatória.**
- **IAGen e Correção de Programas.**

O primeiro artefato foi gerado através da Primeira parte da disciplina, onde um conjunto de apresentações sobre os tópicos citados na seção anterior que posteriormente foi complementado e ajustado colaborativamente.

Na **Parte II**, foi definida a construção de uma tabela com as mais diversas e destacadas ferramentas de IA Generativa (Atividade 3) e demonstrações de experimentação de ferramentas diversas de IAGen (Atividade 4).



**Figura 2. Recorte do conjunto de Apresentações Geradas colaborativamente baseadas em modelos gerados Utilizando softwares de IAGen.**

Houve interseção entre as Partes I e II, de modo que a Tabela da Atividade 3 começou a ser construída, na verdade, ainda na Parte I do curso.

Um importante artefato gerado colaborativamente durante a disciplina foi o quadro de ferramentas de IA Generativa (Figura 5). O Quadro apresenta um recorte das principais ferramentas da época em que a disciplina foi ministrada. As categorias e campos foram delimitados de forma *Ad-Hoc* pelos alunos que realizaram a tarefa.

Fruo da manipulação das ferramentas, houve a geração de pequenas demonstrações (artefatos multimídias). A Atividade 4 foi responsável, também, por tabelas menores detalhando algumas ferramentas mais relevantes como o Chat-GPT e tabelas geradas via *prompt* para comparação com a gerada manualmente.

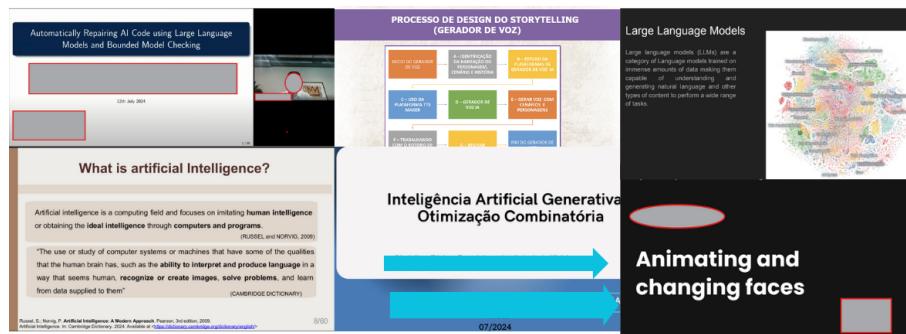
**Tabela 1. Artefato da Atividade 4: Comparação entre as gerações do Chat-GPT.**

Model	Architecture	Parameter count	Training data	Release date	Training cost
GPT-1	12-level, 12-headed Transformer decoder (no encoder), followed by linear-softmax.	117 million	BookCorpus: 4.5 GB of text, from 7000 unpublished books of various genres.	June 11, 2018	30 days on 8 P600 GPUs, or 1 petaFLOP/s-day.
GPT-2	GPT-1, but with modified normalization	1.5 billion	WebText: 40 GB of text, 8 million documents, from 45 million webpages upvoted on Reddit.	February 14, 2019 (initial/limited version) and November 5, 2019 (full version)	"tens of petaflop/s-day", or 1.5e21 FLOP.
GPT-3	GPT-2, but with modification to allow larger scaling	175 billion	499 billion tokens consisting of CommonCrawl (570 GB), WebText, English Wikipedia, and two books corpora (Books1 and Books2).		3640 petaflop/s-day (Table D.1), or 3.1e23 FLOP.
GPT-3.5	Undisclosed	175 billion	Undisclosed	May 28, 2020	Undisclosed
GPT-4	Also trained with both text prediction and RLHF; accepts both text and images as input. Further details are not public.	Undisclosed. Estimated 1.7 trillion	Undisclosed	March 14, 2023	Undisclosed. Estimated 2.1e25 FLOP.

Na Parte III, foram desenvolvidos pequenos projetos usando IAGen em diferentes áreas de pesquisa em computação e afins. Consistiu em aplicar o que foi catalogado em seu objeto de pesquisa ou aprofundar o entendimento sobre algum tópico da matéria, como os Grandes Modelos de Linguagem. A maior parte dos alunos realizaram os seminários, de ambas as universidades, colaborativamente. A Figura (3) mostra um Recorte das apresentações realizadas.

Durante a atividade de Seminários alguns alunos deram continuidade no estudo dirigido adaptando seus escopos originais de pesquisa para incluir ferramentas de IA Generativa. Um aluno foi convidado a integrar o grupo de pesquisa dos autores e os alunos da colaboração já aplicavam de forma pregressa métodos de IA, continuaram com os escopos apresentados.

Da atividade continuada vale mencionar:



**Figura 3. Coleção de Seminários da TEIA**

- O uso de IAGen na Rotulação de Vídeos de Esportes (Figura 4);
- IAGen na geração e adaptação de contos educacionais;
- IAGen em processos Verificação Formal de software
- IAGen na correção de programas/códigos;
- Comparação de Modelos de linguagem em Hardware limitado.



**Figura 4. Pesquisa Originada da Disciplina Ministrada e Atividade Continuada**

## 6. Considerações Finais

Diante do apresentado pode-se observar que a TEIA foi, como matéria experimental, bem sucedida. Os artefatos gerados e sua estrutura são valiosos no refinamento do estrutura da disciplina, do seu conteúdo, bem como da compreensão das possibilidades de uso no contexto acadêmico das ferramentas de IAGen disponíveis.

A oferta de uma matéria acadêmica colaborativa entre as duas universidades trouxe aprendizado e novas perspectivas para os estudantes e professores. Promove a troca de conhecimentos e perspectivas multiculturais, enriquecendo o aprendizado ao integrar diferentes abordagens teóricas e práticas. Além disso, fortalece a internacionalização das instituições, ampliando suas redes de colaboração e visibilidade global. Para os estudantes, a experiência proporciona o desenvolvimento de competências interculturais, como comunicação em línguas estrangeiras e adaptação a contextos diversos, habilidades essenciais em um mundo globalizado. Para os professores, a colaboração estimula a inovação pedagógica e a produção de pesquisas conjuntas.

Purpose	Tool	Features	Link	How to use	Free / Value	Platform	Trust Level
Slide Generation	SlidePilot	Create slide generation (with authora images, text, format)	<a href="http://www.slidespilot.com">www.slidespilot.com</a>	Writing prompts similar to gpt chat, select the type of presentation.	\$8-\$15/Month	Web	Educational
	Tome.ai	Create slide generation (with authora images, text, format)	<a href="https://tome.app">tome.app</a>	Writing prompts similar to gpt chat, select the type of presentation.	\$16-\$20/Month	Web	Educational
	AI Studios	creates slides and synthesizes text into voice in the presentation	<a href="https://ai-studios-plus-editor.deepbrain.ai/">AI STUDIOS+ Editor (deepbrain.ai)</a>	Prompt Text, Video, Audio	Free / \$24.00 - \$72.00	web	Usable
	Gamma	Transform or enhance docs, presentations, Generate Slides, webpages	<a href="https://gamma.ai">Gamma</a>	Writing prompts, uploading document or importing document from Drive	\$8-\$20/Month Credit System with 400 free credits	Web	Usable
Video generation	Haiper.ai	Video generator, animate images	<a href="https://haiper.ai">Haiper AI</a>	Writing prompts, uploading image, video	Free	Web	Usable
	Noisee AI	Video/Musical Clip generator	<a href="https://noisee.ai">Noisee AI</a>	Uploading music or inserting music url, writing prompts for details, uploading image for style	Free	Web	Usable
Academic Search Machine	Semantic Scholar	Find articles	<a href="https://www.semanticscholar.org">Semantic Scholar   AI-Powered Research Tool</a>	Search Strings	Free	Web	Partially Operational
	Elicit	Find articles	<a href="https://www.elicit.ai">Elicit: The AI Research Assistant</a>	Search Strings	\$10 per month / Have a free version	Web	Partially Operational
	Scispace	Automated Literature Review, Extract concepts from text and paraphraser	<a href="https://www.scispace.net/">https://www.scispace.net/</a>	Writing Prompts, uploading pdfs	\$12 per month	Web	Partially Operational
	Consensus	Find articles and Literature Review	<a href="https://www.consensus.ai">Consensus: AI Search Engine for Research</a>	Search Strings	Free	Web	Partially Operational
Classroom	Tutor AI	Virtual professor	<a href="https://www.tutor.ai">https://www.tutor.ai</a>	Prompt text, select a modulo for study.	Free	Web	Experimental
	Gradescope	American ed-tech company that offers online and AI-assisted grading tools for higher education,	<a href="https://www.gradescope.com/">https://www.gradescope.com/</a>	Writing prompts, uploading image, video	Free	Web	Usable
Sumarizer	ExplainPaper	Automated Literature Review and Sumarizer	<a href="https://www.explainpaper.com">Dashboard   Explainpaper</a>	Uploading Pdfs	\$20 / Have a free version	web	Educational
	ChatPDF	reading pdf documents	<a href="https://www.chatpdf.com">https://www.chatpdf.com</a>	Prompt dpf document	Free / Upgrade \$ 5,84	web	Usable
	Humata	creates a summary in PDF and highlights the text that addresses the targeted question.	<a href="https://app.humata.ai/">https://app.humata.ai/</a>	Asking is faster than skimming	Student \$ 1,99/month Expert \$ 9,99/month Team \$ 49,00/month	Web	Usable
	PaperPal	Writing Assistant for academic texts	<a href="https://www.paperpal.com">AI Academic Writing Tool - Online English Language Check   Paperpal</a>	Uploading Texts	Free	Web	Educational
Data analysis and visualization	Julius AI	Data tools	<a href="https://www.julius.ai">Julius AI   Your AI Data Analyst</a>	Uploading Datasets	Free - \$70	Web	Educational
	Tableau	Creates interactive data visualizations	<a href="https://www.tableau.com">Tableau</a>	Data import and configuration	To check	Multi	Usable
Image generation	Adobe Firefly	image generator	<a href="https://firefly.adobe.com/">https://firefly.adobe.com/</a>	Prompt text	\$5/Month	web	Usable
	DALL-E 2	GPT Image	<a href="https://dalle2.openai.com">DALL-E 2 (openai.com)</a>	Prompt Text	\$20-\$25/Month(included in chat gpt plus)	Web	Usable
	Midjourney	Image	<a href="https://www.midjourney.com/">https://www.midjourney.com/</a>	Prompt text, similar to DALL-E.	Free (beta version)	Web	Usable
Language	DeepL	Translate texts and documents	<a href="https://www.deepl.com">www.deepl.com</a>	Write the text to be translated	\$9-\$45/Month Have a Free version	web / mobile	Fully Operational
	Grammarly	manages writing	<a href="https://www.grammarly.com">Spell Checker</a>	Writing prompts	Free	Web	Usable
GPT Like	ChatGPT4	General Texts- More context and data	<a href="https://chatgpt.openai.com">ChatGPT (openai.com)</a>	Prompt text	\$20-\$25/Month Have a free version in windows	web	Usable
	ChatGPT3*	General Texts	<a href="https://chatgpt.openai.com">ChatGPT (openai.com)</a>	Prompt text	Free	web	Usable
	AIPRM	ChatGpt guide	<a href="https://www.aiprm.com/">https://www.aiprm.com/</a>	Prompt selection	\$10-33/Month	Web	Usable
	Gemini	General Texts – More context and data from Google	<a href="https://gemini.google.com">Gemini (google.com)</a>	Prompt text	Free	web/mobile	Usable
GPT Like Interface	GPT4All	All Nomic Open source models	<a href="https://gpt4all.io">GPT4All</a>	Run local client for chat gpt	Free	Web	Educational
Dub/Audio Generation	Eleven Labs	Synthetic Voice	<a href="https://elevenlabs.io">https://elevenlabs.io</a>	Prompt text	\$5-\$30/Month	Web	Usable
	Adobe Podcast	Audio generation	<a href="https://podcast.adobe.com/">https://podcast.adobe.com/</a>	Prompt audio	\$10/Month	Web	Usable
	Suno.ai	Create Musics and soud effects	<a href="https://suno.ai">Suno AI</a>	Upload Lyrics or prompt text	\$8-\$30/Month	Web	Partially Operational
General AIs	Perplexity AI	Intelligent search	<a href="https://perplexity.ai">Perplexity</a>	Prompt text	\$20 pro version (unlimited searches), Free version (5 searches/day).	Web	Usable
	Tess AI	Generate image, Video, Code, Transcription, Chat	<a href="https://tess.ai">Tess AI</a>	Writing prompts, uploading video/audio for transcription	\$3-\$100/Month Credit System with 150 free credits	Web	Usable
	Luz AI	Chat, generate images, audio transcription, news	<a href="https://luz.ai">Luzia</a>	Writing prompts, uploading audio	Free	Mobile, WhatsApp	Usable
Code Assistant	GitHub Copilot	Programming	<a href="https://github.com/features/copilot">https://github.com/features/copilot</a>	Code Assistant	\$10-\$40/Month	Desktop	Partially Operational
	Amazon Q	Programming	<a href="https://aws.amazon.com/q/">https://aws.amazon.com/q/</a>	Code Assistant	To check	Desktop	Usable
	Codeium	Programming	<a href="https://codeium.com/">https://codeium.com/</a>	Can be added as an IDE extension	\$15/Month	Desktop	Usable
	JetBrains AI	Programming	<a href="https://www.jetbrains.com">https://www.jetbrains.com</a>	IDE extension	\$8/Month	Desktop	Usable

**Figura 5. Quadro Colaborativo de catalogação e categorização de ferramentas de IA Generativa.**

As ferramentas de IA Generativa se mostraram capazes de ter um uso benéfico no contexto acadêmico se usadas de forma a complementar o ensino e automatizar tarefas menores. Por fim, vale ressaltar que este é um campo em constante crescimento e a importância do uso ético das ferramentas de IA Generativa.

**Agradecimentos** Este trabalho foi fruto de uma disciplina do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) oferecida em conjunto com cursos de graduação em Computação do Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas (IComp/UFAM), e conduzida por membros do Grupo de Pesquisa do CNPq em Algoritmos, Otimização e Complexidade Computacional (ALGOX). Contribuiu para o Projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Tecnológica (PD&I) “SWPERFI - Técnicas de Inteligência Artificial para Análise e Otimização de Desempenho de Software”, parcialmente apoiado pela Motorola Mobility Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda e Flextronics da Amazônia Ltda, nos termos da Lei Federal nº 8.387/1991, por meio do Convênio nº 004/2021, firmado com o ICOMP/UFAM. Também, este trabalho foi parcialmente apoiado por agências de fomento brasileiras, sendo: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES-PROEX) - Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM - por meio do projeto POSGRAD 2024/2025.

## Referências

- Baidoo-Anu, D. and Ansah, L. O. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (ai): Understanding the potential benefits of chatgpt in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1):52–62.
- Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências sociais e humanas*, 32(1):25–40.
- Chiu, T. K. F. (2023). The impact of generative ai (genai) on practices, policies and research direction in education: a case of chatgpt and midjourney. *Interactive Learning Environments*, 0(0):1–17.
- Ciaramella, A. and Ciaramella, M. (2024). *Introduction to Artificial Intelligence: from data analysis to generative AI*.
- et. al., C. Z. (2023). A complete survey on generative ai (aigc): Is chatgpt from gpt-4 to gpt-5 all you need?
- Galeno, L., Costa, L. F., and Xexéo, G. (2024). Fostering programming logic skills in high school students through project-based learning: An educational experience. In *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 132–142, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Jain, K. K. and Raghuram, J. (2024). Gen-ai integration in higher education: Predicting intentions using sem-ann approach. *Education and Information Technologies*, pages 1–41.
- Lara, C. (2015). *Binational collaborations: Towards academic success of Mexican-Americans in the United States through Mexican universities*. PhD thesis, University of Southern California.
- Luger, G. F. et al. (1998). *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*, 5/e. Pearson Education India.

- Manning, C. D. (2022). Human language understanding & reasoning. *Daedalus*, 151(2):127–138.
- Marcelo Knobel, T. P. S. and de Brito Cruz, C. H. (2013). International collaborations between research universities: experiences and best practices. *Studies in Higher Education*, 38(3):405–424.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., and Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*, 27(4):12–12.
- Mittal, U., Sai, S., Chamola, V., and Sangwan, D. (2024). A comprehensive review on generative ai for education. *IEEE Access*, 12:142733–142759.
- Mortlock, R. and Lucas, C. (2024). Generative artificial intelligence (gen-ai) in pharmacy education: Utilization and implications for academic integrity: A scoping review. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, 15:100481.
- Russell, S. J. and Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson.
- Tihanyi, N., Jain, R., Charalambous, Y., Ferrag, M. A., Sun, Y., and Cordeiro, L. C. (2024). A new era in software security: Towards self-healing software via large language models and formal verification.
- Torres, P. L. and Irala, E. A. F. (2014). Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. *Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento*. Curitiba: Senar, pages 61–93.
- Vaswani, A. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*.
- Wang, Y. and Wang, H. (2022). Generative ai in education: Applications, challenges, and opportunities. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 15(2):45–60.