

Incorporações de Guias de Tutorias via Inferência no Aprendizado On-line

Embeddings of Tutoring Guides via Inference in E-Learning

Aluisio José Pereira¹, Alex Sandro Gomes¹, Tiago Thompsen Primo²

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, Brasil

² Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, Brasil

ajp3@cin.ufpe.br, asg@cin.ufpe.br, tiago.primo@inf.ufpel.edu.br

Resumo

Neste artigo, propomos uma estratégia para incorporar guias de ajuda, via inferência, em tutoria de estudantes no aprendizado on-line. Desenvolvemos um módulo de Sistema de Tutoria Inteligente (STI) que integra a atuação de tutores humanos na construção desses guias. Esses guias, baseados em tutorias realizadas sobre o uso de uma plataforma de Rede Social Educativa (RSE), foram incorporados por meio de modelos de Processamento de Linguagem Natural (PLN). Utilizamos um modelo híbrido, retroalimentado por tutores humanos, que combina intervenções humanas e artificiais. Esse modelo gera um espaço de hipóteses para capturar o significado semântico e contextual de perguntas difíceis, oferecendo respostas com base no conhecimento prévio dos tutores. Testes preliminares indicam que os guias de ajuda, desenvolvidos por tutores em momentos off-line, orientam o modelo durante o treinamento, utilizando técnicas de destilação de conhecimento para respostas no aprendizado on-line. Os resultados demonstraram que a estratégia proposta oferece tutorias efetivas, com menor percepção de complexidade e alta satisfação, ao personalizar a experiência com base nas necessidades de tutoria identificadas.

Palavras-chave: incorporação; guia de tutoria; pedidos de ajuda; aprendizado on-line.

Abstract

In this article, we propose a strategy for incorporating help guides through inference to tutor students in online learning. We developed an Intelligent Tutoring System (ITS) module that integrates the work of human tutors in creating these guides. Based on tutorials conducted on an Educational Social Network (ESN) platform, these guides were embedded using Natural Language Processing (NLP) models. We employed a hybrid model, feedback-driven by human tutors, combining human and artificial interventions. This model creates a hypothesis space to capture the semantic and contextual meaning of difficult questions, providing answers based on the prior knowledge shared by the tutors. Preliminary tests indicate that the help guides, developed by tutors during offline moments, guide the model during training, using knowledge distillation techniques for answers in online learning. The results showed that the proposed strategy provides effective tutoring, with a lower perception of complexity and high satisfaction, by personalizing the experience based on the identified tutoring needs.

Keywords: embedding; tutoring guide; help requests; e-learning.

1. Introdução

Guiar os estudantes no processo de ensino-aprendizagem on-line, com tutorias personalizadas, exige materiais bem elaborados em situações que envolvem contextos de *politeaching* (tradução livre: polidocência) [1]. Este contexto vem ganhando novos atores, que são agentes dotados de Inteligência Artificial (AI), capazes de gerar e incorporar textos-imagens-ilustrações-áudio-vídeos-código-modelos 3D, entre outros [2] – [4]. Neste sentido, para um processo de design instrucional efetivo no aprendizado on-line que se ressalta principalmente em contextos educacionais atuais e futuros digitais possíveis, considere a importância de estratégias didático-pedagógicas híbridas. Ou seja, com envolvimento de humanos e agentes com IA, capazes de criar conteúdos por demandas para guiar as atividades de tutoria.

Por exemplo, as contingências vivenciadas rotineiramente por tutores humanos possibilitam construir guias de ajuda para direcionar os estudantes. No entanto, normalmente tais guias são dispostos em forma de manuais com várias laudas de textos e ilustrações, com informações que tornam desafiador filtrar e recuperar a micro aprendizagem momentaneamente necessária para os estudantes que estão com dificuldades urgentes. Para lidar com estas demandas, a proposta deste artigo é adotar abordagens que permitam a incorporação de guias de ajudas em determinado contexto educacional específico, e direcionar tutorias personalizadas consoante com as dificuldades dos estudantes. Para tanto, a abordagem promissora é a incorporação guias de tutorias, principalmente textual, por meio do Processamento de Linguagem Natural (PLN), que tem possibilidade de facilitar a vetorização, incorporação de textos em larga escala, a recuperação, classificação e agrupamento de informações. Algo neste sentido, já vem sendo conduzidas efetivamente por *Large Language Model* (LLM) (tração livre: Grandes Modelos de Linguagem) como, por exemplo, aplicações do ChatGPT [5], [6], LLaMA [7] e o Google Gemini [8]. Os LLM permitem incorporar textos em diferentes situações e, através do método de Geração Aumentada de Recuperação (RAG), conseguem obter informações básicas precisas de um grande banco de dados de conhecimento e conduzir conteúdos generativamente.

Sendo assim, neste artigo os modelos são utilizados como abordagem para permitir estratégias de incorporações de guias de tutorias via inferência de ajudas a partir das dificuldades de estudantes do aprendizado on-line. No contexto deste artigo, a aprendizagem é mediada por uma plataforma de Redes Sociais Educativas (RSE) que interopera com módulos da abordagem de Sistemas de Tutoria Inteligente (STI) desenvolvida e capaz de apoiar a

atuação de tutores humanos ao lidar com demandas recorrentes de tutorias.

Portanto, este estudo sugere a busca por respostas aos desafios motivados pela atuação híbrida (tutor humano e AI) e pela promoção de tutorias personalizadas, norteando-se pelo seguinte questionamento: “*Quais as percepções dos tutores humanos sobre a incorporação de guias de tutorias na inferência de pedidos de ajuda no aprendizado on-line?*”. O objetivo da pesquisa foi apresentar o desenvolvimento do módulo de uma abordagem de STI, denominado de “Chat-Its.Redu” e avaliar a efetividade da incorporação de guias de tutorias em ambiente virtual de RSE. A partir da observação das contingências na atuação de tutores humanos no ambiente virtual, foram utilizados guias de tutoria para treinar o modelo. O propósito foi permitir que ele identificasse padrões de perguntas normalmente feitas pelos estudantes e retornasse respostas equivalentes às que os tutores humanos costumam oferecer. No modelo, o papel principal dos tutores humanos é orientar, regularizar ou reorientar os limites de decisão durante o treinamento com técnicas de destilação dos conhecimentos nos guias de tutorias, produzidos em momentos off-line que retroalimentam o sistema. Pressupomos que, a incorporação adequada das respostas aos estudantes, para ajudá-los nos momentos de maior necessidade, se constitui como estratégia didático-pedagógica fundamental para promoção do engajamento e acompanhamento dos estudantes. As principais contribuições deste trabalho destacam-se, conforme seguintes:

- Propôs-se uma abordagem extensível que combina a atuação de tutores humanos com a representação, seleção de informação semântica de textos dos guias de ajuda.
- Visando o problema de apoio a atuação das tutorias, propôs-se um módulo de incorporação de guias de tutoria com inferência de pedidos de ajudas. Projeção vetorial e codificação do modelo de PLN a partir de LLM ressaltaram a modelagem da tutoria para descritivas textuais da ajuda.
- Experimentos com tutores em contexto real de ensino-aprendizado mediado por ambiente virtual de RSE e bases de conhecimentos ilustraram que a abordagem do sistema “Chat-Its.Redu” alcançou indícios significativamente percebidos de incorporações dos guias de tutorias.

Este artigo está organizado em quatro outras seções. A Seção 2 aborda a fundamentação teórica e trabalhos relacionados. Na Seção 3, descreve o método utilizado, incluindo as técnicas e procedimentos empregados. A

Seção 4 apresenta os resultados obtidos. Por fim, na Seção 5, apresenta as considerações finais.

2. Referencial teórico

O desenvolvimento de módulos de sistema para apoiar a atuação de tutores humanos e, até mesmo, cooperar com atuações híbridas (humano e IA) vem sendo objetos de estudos [9] – [15]. Porém, a incorporação (*embeddings*) de textos, conhecimentos em guia de tutorias para inferência de ajudas no ensino-aprendizado mediado contextos de SRE, que atrele estratégias de polidocência entre agentes humanos e artificiais, ainda é um campo de estudo não explorado. No contexto da Inteligência Artificial na Educação (IAEd) os modelos de LLM tem potencial para ser considerado um novo ator por permitir diferentes estratégias educacionais, principalmente no sentido de incorporação de textos e tutorias. Neste sentido, este artigo aborda a aplicação de tecnologias com STI, PLN e modelos de LLM. Os STI são sistemas computacionais projetados para simular o acompanhamento de um tutor humano. O PLN permite que máquinas compreendam e processem a linguagem humana. Já os LLM são modelos avançados de IA capazes de gerar e interpretar textos com alto grau de complexidade. A seguir, exploramos como a integração dessas tecnologias pode apoiar atividades de tutoria no ambiente virtual.

2.1. Incorporação de textos com LLM

Os LLM permitem incorporar textos em diferentes situações. Através do método de RAG os modelos conseguem obter informações básicas precisas de um grande banco de dados de conhecimento. O ChatGPT [5], [6] e o Google Gemini [8] são exemplos avançados de aplicação dos modelos de LLM. Com capacidades de comparar as entradas solicitadas por usuários com frases de Big Data, identificar e selecionar as possíveis maiores semelhanças, normalmente via bancos de dados vetoriais, para gerar respostas precisas a perguntas. Os LLM se tornaram excelentes na incorporação de informações advindas dos *prompts* com respostas que viabiliza a geração e recuperação de informações. Por exemplo, o Gemini vem ganhando destaque como modelos abertos para diferentes situações baseados em pesquisa e tecnologia [16], nas capacidades multimodais [17]. Esta evolução dos modelos resulta de diferentes tipos de incorporações, como: GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), Word2Vec (captura relações semânticas por concorrências de palavra), GloVe (utiliza estatísticas globais de concorrência), BERT (captura nuances de significados das palavras e oferece riqueza contextual superior por meio de transformadores), entre outras.

Diante destas possibilidades, para incorporação de guias de tutorias via inferência no aprendizado on-line, pode ocorrer à segmentação dos documentos em partes semanticamente coesas, crucial para a eficácia dos RAG e LLM. Ou seja, a incorporação por inferência é feita ao segmentar os guias de tutorias em documentos em partes semanticamente coesas, facilitando a atuação eficaz de RAGs e LLMs no aprendizado on-line. Neste caso, utilizar algoritmos como BERT para gerar incorporação de sentenças e identificar fragmentos densos em significado pode ajudar. A segmentação vetorial difere da pesquisa tradicional ao dividir documentos em partes coesas que encapsulam ideias completas, proporcionando uma recuperação de informações mais precisa e relevante, além da simples correspondência de palavras-chave [18]. Para esta atividade de divisão do documento, a percepção dos tutores humanos pode ser crucial. Pois, apesar dos LLM ganharem cada vez mais destaque, em diferentes situações, caso os modelos não tenham informações fundamentais e confiáveis, estes podem estar propensos a alucinações, transmitindo fatos convincentes, mas incorretos. No estudo deste artigo, se beneficia das estratégias de RAG para mitigar este problema.

2.2. LLM e STI

Os STI podem ser beneficiados por LLM, principalmente, para mitigar dificuldades, personalizar respostas a dúvidas e até mesmo aprimorar a promoção de indicadores de engajamento estudantil. Por exemplo, a capacidade do Gemini, em lidar com conceitos matemáticos e científicos complexos abre oportunidades convidativas de tutoria personalizada com sistemas [8]. Apesar da possibilidade de incorporação das informações no contexto das interações dos modelos de linguagem, precisa-se de um banco de dados devidamente treinando para realizar esta atividade efetivamente.

Entretanto, no contexto acadêmico novos conhecimentos são gerados a medidas que lida com as contingências diárias e necessidades dos estudantes. Além disto, a dinâmica de um contexto específico pode ser única e exclusiva. Esta dinâmica quando realizada por tutores humanos resulta em situações que vão além da transmissão meramente da informação, mas sim em relações interpessoais que diverge de respostas automatizadas. Sendo assim, o método adotado, destaca as propostas das interações de tutoria que são retroalimentadas por tutores humanos e percebem as adequações convenientes a serem incorporadas nas automatizações. Em um ciclo iterativo, a abordagem pode ser retroalimentada a cada novo contexto ou nova dinâmica de interação e a partir de estilos de tutoria humana e artificial.

Sendo assim, neste artigo foi adotado o envolvimento de tutores humanos no processo concepção das abordagens do sistema para realizar tutorias individualizadas.

3. Método

O estudo foi conduzido conforme as diretrizes definidas em Wohlin *et al.* [19], subdividido em cinco etapas principais: **escopo** - com a definição dos objetivos do estudo e das hipóteses a serem testadas; **planejamento** - com o desenvolvimento dos guias de ajuda para as tutorias com a participação de tutores humanos e do sistema “Chat-Its.Redu” no experimento; **execução** - com a condução dos testes experimentais conforme planejado, garantindo a coleta de dados; **análise** - a partir das coletas para testar as hipóteses e responder às perguntas de pesquisa; **apresentação de resultados** - comunicação dos resultados com testes estatísticos.

3.1. Escopo e planejamento

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma abordagem de STI para incorporar guias de ajuda de tutoria por meio de uma estratégia de LLM - denominada de “Chat-Its.Redu”. Para isto foram criados guias de tutorias, estruturados em formato JSON a partir de modelos de ajuda da rede social educativa Redu.Digital. Neste ambiente, a polidocência envolve, estudantes, tutores, professores, administradores de ambiente e da plataforma, que dispõem de guias sobre as funcionalidades para cada perfil. O escopo do estudo envolveu a incorporação de guias de tutorias construídos com a participação de tutores humanos que interagiam com estudantes na dinâmica de tutoria no aprendizado on-line, em ambientes de cursos com *design* instrucional mediado pela Redu.Digital.

Para alcançar o objetivo da pesquisa e obter respostas alinhadas a pergunta principal deste artigo foi levantada e testada as seguintes hipóteses: hipótese nula - “H0: A incorporação de guias de ajuda de tutoria via inferência por uma abordagem de sistema de tutoria inteligente *não* é percebida como efetivamente significativo em atividades de tutoria no aprendizado on-line.”; hipótese alternativa - “Ha: A incorporação de guias de ajuda de tutoria via inferência por uma abordagem de sistema de tutoria inteligente *é* percebida como efetivamente significativo em atividades de tutoria no aprendizado on-line.”. Nestes casos hipotéticos, se testássemos que, as incorporações de guias de ajuda de tutoria via inferência, fossem positivamente ajustadas a perguntas direcionadas ao utilizar das funcionalidades e identificadas respostas adequadas às necessidades de tutoria, seria um sinal que o

sistema se mostra, na percepção dos tutores, propício para apoio nas atividades de tutorias.

3.2. Execução - Guias de Tutorias e o Sistema “Chat-Its.Redu”

No contexto de tutorias, tutores e estudantes dispõem de recursos digitais que englobam características de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e de rede sociais [11]. E, que se destina a disponibilizar aulas contendo Recursos Educacionais Digitais (RED), bem como, fóruns para trocas colaborativas e disseminação de informações mediante o emprego de meios visuais [11]. Recorrentemente os estudantes precisam de instruções detalhadas sobre como utilizar funcionalidades do ambiente virtual por questões de letramento digital. Neste caso, a dificuldade de apoiar os estudantes se repete massivamente com a necessidade de criar guias estruturadas com o passo a passo de utilização dos recursos e tecnologias digitais. A Figura 1 apresenta exemplos dos guias criados para diferentes perfis de usuários do ambiente virtual e para o processo de tutoria em si. Apesar de disponíveis de forma digital, estes guias são estruturas de forma abrangente em várias laudas de instruções que normalmente exige buscas textuais e leituras abrangentes e não sintetiza as necessidades de micro-aprendizagem momentâneas dos estudantes.

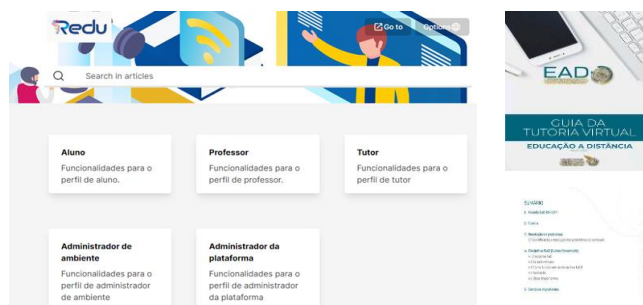


Figura 1. Guias de tutorias estruturadas em e-books e materiais digitais em laudas textuais

A proposta foi a criação do “Chat-Its.Redu” que incorpora as informações via inferência, a partir de guias de tutorias elaborado por tutores humanos, para fornecer orientações personalizadas sobre a plataforma de ensino. Por exemplo, sobre como acessar materiais de estudo e realizar as tarefas no ambiente virtual. Para tanto, em um primeiro momento, três tutoras (identificadas como: T01, T02 e T03), que desenvolvem tutorias em cursos do aprendizado on-line, construíram o guia de ajuda estruturado sobre o uso do ambiente virtual. Este guia foi representado com um “título” temático e o “conteúdo” da tutoria normalmente conduzido pelas mesmas tutoras. O “título” contém as chaves dos tópicos do guia de tutoria. O “conteúdo” se refere ao teor da tutoria em si. Por exemplo,

explicar como usar uma funcionalidade específica na plataforma. A formulação dos guias apresentaram ajudas direcionadas sobre: **Opções dos Usuários na Plataforma** (Progresso do módulo, Acessar aula, Comentar, pedir ajuda na aula e ver arquivos), a **Plataforma** (Meu perfil, Meus emblemas, Meu mural, Meus contatos, Visão geral, Mensagens, Ambientes, Configurações, Cursos acessados recentemente, Barra de pesquisa, Status do perfil, Explore o Redu, Saiba mais - central de ajuda, Conecte-se, Fale Conosco, Opções do usuário), **Ambientes** (Listar Ambientes, Detalhar Ambiente, Listar membros do ambiente, Classificação dos alunos no ambiente), **Cursos** (Listar cursos, Detalhar curso, Listar membros do curso, Classificação dos alunos no curso, Abandonar curso), **Disciplinas** (Listar disciplinas, Detalhar disciplina), **Módulo** (Listar módulos, Detalhar módulos, Progresso do módulo) e **Aulas** (Acessar aula, Avaliar as aulas). Estes guias forma incorporados pela abordagem do sistema. Neste caso, os tutores humanos atuaram na produção de conteúdos de tutoria estruturados nos documento de guias que foram incorporados ao sistema via *embeddings*. Eles também colaboraram como avaliadores e validadores do sistema, revisando as respostas geradas e sinalizando inconsistências ou acertos.

As incorporações serviram como uma etapa intermediária, ou seja, não foram inseridos diretamente como parte dos comandos de entradas. As incorporações orientaram a recuperação de trechos de textos dos guias de tutorias, convertidos em formatos combinados com os pedidos de ajuda. Respostas enriquecidas foram inseridas no modelo, não necessariamente processado diretamente nas incorporações. Em vez disto, foram trabalhadas com o texto enriquecido pelas percepções dos tutores humanos e vetorizados nos próprios mecanismos de codificação para interpretação das informações correlatas as perguntas dos estudantes. A Figura 2 ilustra o fluxo de execução da abordagem do sistema que integra as atividades na construção RED (guias de tutorias) com respectivos pedidos de tutoria a partir dos modelos para aperfeiçoar a incorporação de respostas no processo de ensino-aprendizagem. O LLM no caso transforma o texto dos guias de tutoria e o texto das perguntas dos estudantes em vetores numéricos passíveis de serem comparados. Isto permite que os textos e informações que se assemelham sejam incorporados via inferências de significados capturados nos espaços vetoriais, facilitando a análise de similaridade, semântica e incorporações textuais que se aproximam.

A estratégia de execução do sistema é baseada no *design* instrucional conduzido por diferentes sujeitos do aprendizado on-line, que colaboram no desenvolvimento de materiais para respostas de dúvidas mais recorrentes dos estudantes. No caso, a abordagem didático-

pedagógica que envolve a polidocência permite maior riqueza de perspectivas para construção de experiências mais completas para os estudantes, os guias de tutoria resultam como instrumentos da construção da atuação dos diferentes atores.

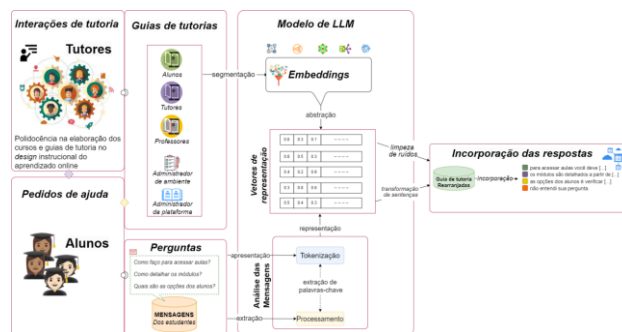


Figura 2. Fluxo de coleta dos pedidos de ajuda, do *design* instrucional dos guias de tutoria, análise, aplicação dos modelos e incorporação das respostas relacionadas às perguntas

Estes atores fornecem instruções sobre o processo de ensino-aprendizagem mediado on-line, para possibilitar autonomia aos estudantes. A estratégia aborda a incorporação dos guias de tutorias através de modelos de LLM para processar, interpretar as perguntas dos estudantes representativas de pedidos de ajudas de tutoria. O modelo utiliza a abstração, “tokenização” e processamento dos textos para gerar vetores de representação que codificam o significado das perguntas. Com isso, foi possível comparar a efetividade das respostas automatizadas em relação ao material validado pelos tutores especialistas.

3.3. Escopo e planejamento

As representações numéricas dos dados textuais ou semânticos foram uma das principais técnicas usadas no modelo proposto para conduzir o processamento das perguntas e das respostas via inferências a partir dos guias de tutoria. Os vetores poderiam ter centenas de dimensões para representar os resultados correlacionados às tutorias a serem incorporadas. Algo que se assemelha ao utilizado em *embeddings*, em modelos de GPT, Word2Vec, GloVe, BERT, ou modelos específicos de redes neurais [18]. As utilizações dos vetores foram para representação semântica, comparação de similaridade entre as perguntas e possíveis respostas.

As incorporações resultaram da análise do produto escalar (isto é, a multiplicação entre dois vetores relativos a perguntas e possíveis respostas) [18], correlacionando à similaridade entre as diferentes temáticas (título e conteúdo dos guias de tutorias). Neste ponto, as respostas foram então formatadas e incorporadas nas interfaces do sistema, com informações contextuais. A proposta foi permitir tutorias personalizadas para cada pedido de ajuda,

de modo a explorar o conteúdo de acordo com o ritmo e necessidades, acessando os guias de tutoria e buscando ajuda através da estratégia do sistema com perguntas e respostas. Ou seja, cada nova dúvida teria que ser comunicada e respondida. A ideia foi que a abordagem proporcionada pela cooperação dos sujeitos envolvidos e capacidade de processamento das perguntas fosse incorporada a uma experiência de aprendizagem personalizada.

Para investigar as percepções sobre a abordagem do “Chat-Its.Redu”, foram conduzidos testes individuais com perguntas normalmente realizadas para coletar as respostas e, com isto, verificar o nível de correspondências (isto é, se a resposta dada pelo *chat* resulta em similaridade com a que normalmente o tutor humano daria). Este momento foi avaliado com sete tutores diferentes dos que formularam os guias de tutorias (identificadas como: T04, T05, T06, T07, T08, T09 e T10), as incorporações realizadas pelo sistema. Neste ponto, os tutores ressaltaram as percepções sobre se as inferências de ajuda incorporadas a partir dos guias de tutorias pelo sistema, em acordo com a Experiência do Usuário (UX), eram repostas técnicas, afetuosas, inovadoras, construtivas, reflexivas, entre outras [12], Didaticamente Favoráveis (DF) ou Didaticamente Desfavoráveis (DD): **aborrecidas** (DD com conteúdo que os tutores consideram desinteressantes, desapropriado que pode prejudicar a atenção e motivação ou engajamento dos estudantes), **complicadas** (DD - percebidos como difíceis de entender com alta carga cognitiva e complexidade de termos), **compreensíveis** (DF - com informações fáceis e adequada a linguagem dos estudantes), **corretas** (DF - com informações corretamente direcionadas a dificuldade), **criativas** (DF - com inovação na resposta adição ou remoção de termos para melhor cativar os estudantes), **erradas** (DD - com erros de temáticas, assuntos, vinculados à pergunta), **rápidas** (DF - respondidas eficientemente, com agilidade e pouco tempo percebidas), **simpáticas** (DF - com expressões textuais afetuosas e empáticas). As percepções foram coletadas e analisadas a partir de uma escala *Likert* variando de um a cinco (em que: 1 = *discordo totalmente*, 2 = *discordo*, 3 = *neutro*, nem concordo e nem discordo, 4 = *concordo*, 5 = *concordo totalmente*). A apresentação dos resultados da implementação do módulo do sistema “Chat-Its.Redu”, dos testes e a análises conduzidas encontram-se na seção seguinte (Seção 4).

4. Análise e discussão dos resultados

Os resultados desta pesquisa apresentam a proposta da abordagem extensível que incorpora informações de guias de ajuda em tutoria, por meio de modelos de LLM para

apoiar os tutores em promover tutorias aos estudantes. Testes experimentais indicaram perceptivamente que a proposta do sistema “Chat-Its.Redu” pode significativamente incorporar tutorias em contextos de ensino-aprendizagem mediado on-line.

4.1. Módulo do “Chat-Its.Redu”

O módulo “Chat-Its.Redu” apresenta funcionalidades com estratégias de LLM, relacionada a Casos de Uso (UC) para apoiar os tutores humanos a apresentar a plataforma e ambientes de aprendizagem [UC16], a partir de estratégias de tutoria interativas com mensagens para conhecer os recursos e incentivar a interação no aprendizado on-line. A Figura 3 apresenta um recorte de diferentes perguntas realizadas e respectivas respostas retornadas pelo sistema. Nestas, os tutores ressaltaram as percepções e avaliou qual satisfatória consideravam serem as respostas. Se elas estavam condizentes com possíveis tutorias fornecidas.

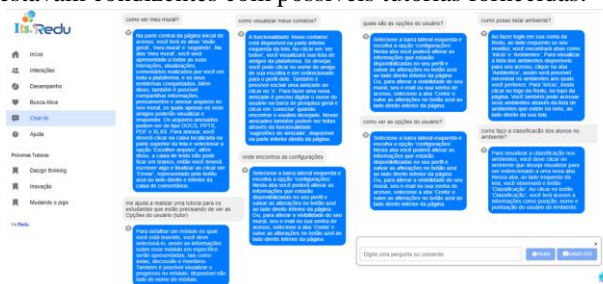


Figura 3. Módulo do “Chat-Its.Redu” como interfaces do sistema “Its.Redu” para apoiar atividades de tutoria

No Diagrama de Classes (Figura 4) encontra-se representada a abordagem do sistema “Chat-Its.Redu” para incorporações de guias de tutoria via inferência dos pedidos de ajudas. As principais classes envolvidas são: **Tutor** (representa um tutor que pode criar guias de tutoria), **Aluno** (representa um aluno que pode fazer perguntas e receber as respostas), **GuiaDeTutoria** (representa um guia com tutoriais, contendo título, conteúdo e uma lista de tutorias), **Tutoria** (representa uma tutoria específica, com tema, conteúdo e data), **JSON** (representa uma classe que encapsula a estrutura de dados de um arquivo base JSON para armazenar e recuperar guias de tutoria), e o **ChatItsRedu** (representa o módulo componente responsável por processar as perguntas dos alunos, incorporar guias de tutoria e apresentar respostas). Existem diferentes relações entre as classes em que um tutor pode criar vários guias de tutoria, um aluno pode utilizar vários guias de tutoria, o sistema “Chat-Its.Redu” pode incorporar vários guias de tutoria, um guia pode ter várias tutorias e pode ser serializado e desserializado em arquivos JSON.

O sistema funciona da seguinte forma: os estudantes fazem perguntas por meio do sistema “Chat-Its.Redu”. Esse sistema processa a pergunta utilizando estratégias de

Prompt Engineering (conforme Seção 4.2), que podem ser estruturadas em instruções compreensíveis pelo modelo, possibilitando a incorporação dos guias de tutoria mais relevantes para fornecer uma resposta adequada. O guia de tutoria contém possíveis tutorias pré-formuladas pelos tutores humanos mais aderentes a ajudar os estudantes. Com base na lista o sistema “Chat-Its.Redu” incorpora a resposta alinhada à dificuldade dos estudantes.

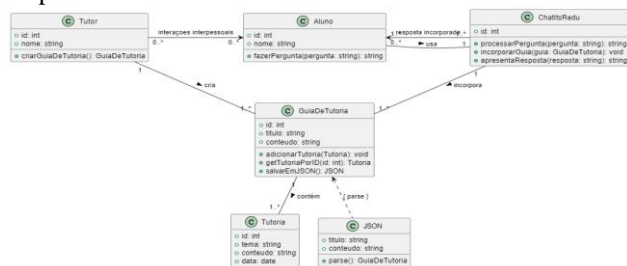


Figura 4. Diagrama de Classes do sistema “Chat-Its.Redu” para apoiar atividades de tutoria

A utilização dos arquivos de base JSON facilita a criação e reutilização das informações de tutoria em conformidade o contexto do ambiente virtual e com as impressões humanas.

4.2. Avaliações do “Chat-Its.Redu”

Avaliaram-se as implicações do sistema “Chat-Its.Redu” em testes experimentais com tutores e estudantes. Exploraram-se as correlações das temáticas de tutorias entre si. Aspectos como a incorporação dos pedidos de ajuda, a qualidade das respostas geradas e o impacto na experiência de aprendizagem dos estudantes configuram dimensões centrais na avaliação do modelo proposto. Os resultados evidenciam o potencial do sistema em oferecer atrativamente tutorias no processo de aprendizagem. Neste sentido, a Figura 5 apresenta a correlação (*corr*) dos conteúdos em cada tópico do guia de tutoria. Os guias de tutorias formulados receberam “*embeddings*” que contem representações vetoriais numéricas (listas de números) que representam as incorporações. As representações numéricas dos textos foram geradas pelo modelo, que captura semântica ou significados subjacentes dos textos de maneira que tutorias semelhantes fiquem próximas umas das outras no espaço vetorial. Com estes vetores pode-se inferir as tutorias correlacionadas com os pedidos de ajudas dos estudantes nas tarefas de PLN promovidas pelo módulo do *chat* baseado em perguntas e respostas. Para isto foram conduzidos análises e testes da aprendizagem da tutoria resultante do comportamento do modelo proposto em gerar exemplos de tutorias para os estudantes condizentes com as percepções dos tutores humanos.

A matriz destaca as similaridades entre os “títulos” temáticos de tutorias que o sistema classificou com níveis de correlação (positivo ou negativamente) ou inexistia

correlação. Neste sentido, observou-se uma forte correlação positiva entre “acessar aula”, “comentar”, “pedir ajuda na aula” e “ver arquivos”, indicando que estas atividades estão interligadas em desempenhar um papel importante no ambiente de aprendizagem. Além disto, há uma alta correlação entre as temáticas relacionadas ao perfil do usuário, como “Meu Perfil”, “Meus Emblemas”, “Meu Mural” e “Meus Contatos”, destacando a importância da personalização a interação no ambiente virtual. A análise também comprovou correlação positiva entre mensagens e o ambiente de aprendizagem, sugerindo que a comunicação e o contexto do ambiente estão estreitamente ligados. Outra correlação positiva foi encontrada entre listar membros do ambiente e detalhar o ambiente, ressaltando a importância da organização e do entendimento do espaço de aprendizagem. Semelhantemente, a classificação dos alunos, a listagem de membros e o detalhamento do ambiente são atividades complementares, reforçando como a estrutura e a organizações do ambiente influenciam o aprendizado. As temáticas relacionadas a listar e detalhar cursos, assim como, listar e detalhar disciplinas mostrou-se correlacionadas significativamente, evidenciando que a organização e apresentação destes elementos são essenciais para a navegação e compreensão do conteúdo.

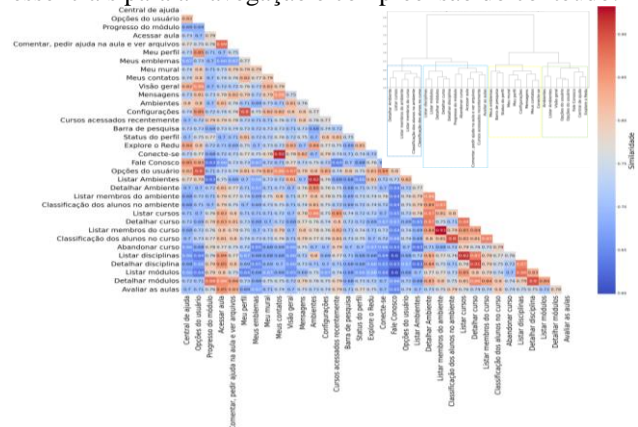


Figura 5. Matriz de correlação entre os conteúdos gerados em cada temática de tutoria do sistema “Chat-Its.Redu”

Do mesmo modo, listar e detalhar módulos são fundamentais para a progressão do aprendizado. Por outro lado, há correlação negativa significativa observada entre “Central de Ajuda” e outros conteúdos, sugerindo que a necessidade de suporte técnico geralmente surge quando os usuários enfrentam dificuldades em outras áreas do ambiente de aprendizagem. Inexistiu similaridade entre “Explorar o Redu” e “Fale Conosco” com outros conteúdos, indicando serem tópicos mais isolados no ambiente virtual de aprendizagem. Neste sentido, as tutorias inferidas a partir dos guias permitem ajuda sobre recursos e informações interligadas. Centrais de ajuda, apesar de possuir correlação negativa com outras

temáticas de tutoria, podem ser suportadas como estratégias para apoiar as dificuldades com a plataforma. Neste caso, quanto maior a correlação entre as temáticas prováveis do sistema, confundir uma temática com outra. Por exemplo, ao conduzir perguntas para o sistema permitiam-se pontuar percepções sobre as inferências das respostas fornecidas. Perguntas como demonstradas na Tabela 1 o sistema teria a possibilidade de inferir e alinhar respostas a diferentes tipos de tutorias a partir do conjunto de dados presente nos guias de tutoria. Neste caso, a incorporação normalizou-se pela probabilidade condicional do sistema gerar respostas incorretas ou corretas em conformidade ao esperado. Caso a pergunta detenha um nível significativo de similaridade (maior que 75%) no vetor de alta dimensão, correspondentes às mediações moderadas pelos documentos de guias de tutoria, o sistema realiza a incorporação das respostas. Caso contrário, ponderava sobre a pergunta e até mesmo comunicava “*Não consigo te ajudar nesta dificuldade!*”. O nível de similaridade resultou do cálculo do produto escalar [18].

Tabela 1. Perguntas e similaridades de respostas (in)corretas do sistema “Chat-Its.Redu”

Pergunta →	Como faço para visualizar aulas no Redu?	simi
Resposta correta →	Opção visualizar aula [...].	90%
Resposta incorreta →	Opção visualizar módulos [...].	20%
Resposta incorreta →	Opção visualizar cursos [...].	25%
Pergunta →	Como acessar as configurações do meu perfil de usuários?	simi
Resposta correta →	Vá a configurações do perfil [...].	92%
Resposta incorreta →	Vá a configurações dos seus emblemas [...].	30%
Resposta incorreta →	Vá a configurações dos cursos [...].	35%

Nota: *simi* - similaridade.

O produto escalar resultante mediu a similaridade entre os vetores das perguntas e os vetores das respostas. Quanto maior o valor de similaridade das perguntas, mais próximos (ou similares) determinado conteúdo para resposta. Um valor maior indicava que o texto da pergunta era mais semântico ou contextualmente próximo do texto da resposta. A Tabela 2 apresenta respostas incorporadas pelo sistema em perguntas realizadas nos testes conduzidos.

Tabela 2. Perguntas conduzidas por estudantes, tutorias padronizadas pelos tutores humanos e incorporada pelo sistema “Chat-Its.Redu”

Pergunta dos estudantes	Construídas pelos tutores humanos	Resposta enriquecida e incorporada pelo “Chat-Its.Redu”
Como faço para pedir ajuda na aula?	Título: Comentar, pedir ajuda na aula e ver arquivos, Conteúdo: Para comentar ou pedir ajuda em uma aula você deverá clicar na página até abaixo da aula e localizar os botões correspondentes. Em seguida, escreva sua dúvida ou comentário, caso deseje você ainda pode inserir arquivos no botão “inserir arquivos”, em seguida, clique em “enviar”.	Para Participar Ativamente em uma Aula Online Para contribuir com comentários ou solicitar ajuda durante uma aula online, siga estas etapas: 1. Navegue até a Seção de Discussão: Role para baixo até o final da página da aula para localizar a seção de discussão. 2. Localize os Botões Correspondentes: Você encontrará dois botões principais: “Comentar” e “Pedir Ajuda”. 3. Escreva sua Mensagem: No campo de texto fornecido, digite sua dúvida, comentário ou solicitação de ajuda. 4. Insira Arquivos (Opcional): Se desejar, você pode anexar arquivos relevantes clicando no botão “Inserir Arquivos”. Isso pode ser útil para compartilhar capturas de tela, documentos ou outros materiais de apoio. 5. Clique em “Enviar”: Depois de revisar sua mensagem e anexos, clique no botão “Enviar” para postar seu comentário ou solicitação.

		Dicas Adicionais: • Seja claro e conciso em sua mensagem. • Use uma linguagem respeitosa e profissional. • Especifique a aula ou tópico específico ao qual sua pergunta ou comentário se refere. • Seja paciente ao aguardar uma resposta. Os instrutores podem levar algum tempo para responder a todas as perguntas. • Aproveite a seção de discussão para se conectar com colegas e compartilhar <i>insights</i> .
Como acompanhar meu progresso nos módulos?	Título: Progresso do módulo Conteúdo: Para acompanhar o seu progresso do módulo, você deverá selecionar a disciplina de sua escolha e depois deverá clicar na caixa de seleção para escolher seu módulo. O progresso dele estará ao lado em formato de círculo, indicando a porcentagem concluída até o momento.	Para monitorar seu progresso no módulo, siga estas etapas: 1. Selecione a Disciplina: Escolha a disciplina que contém o módulo desejado. 2. Escolha o Módulo: Clique na caixa de seleção correspondente ao módulo que você deseja acompanhar. 3. Acompanhe o Progresso: Ao lado do módulo selecionado, você verá um círculo que indica a porcentagem de conclusão atual. Este círculo fornecerá uma representação visual do seu progresso no módulo, ajudando você a acompanhar seu aprendizado e identificar quaisquer áreas que precisam de atenção adicional.
Como faço para acessar aula?	Título: Acessar aula Conteúdo: Para acessar uma aula, você deverá localizar o ambiente em que você está inscrito, ao clicar, selecione a disciplina desejada. Em seguida, você visualizará os módulos da disciplina e ao clicar no nome do módulo desejado, será exibido blocos quadrados com as aulas disponíveis, a partir disso você poderá clicar na aula de sua preferência e já estará acessando o conteúdo desejado.	Acesso a uma Aula Para acessar uma aula, siga estes passos: 1. Localize o Ambiente: Navegue até o portal de aprendizagem e identifique o ambiente no qual você está inscrito. Clique no ambiente para acessá-lo. 2. Selecione a Disciplina: Dentro do ambiente, localize a lista de disciplinas disponíveis. Clique na disciplina que contém a aula que você deseja acessar. 3. Visualize os Módulos: A disciplina será dividida em módulos. Cada módulo representa uma unidade de conteúdo. 4. Clique no Módulo: Clique no nome do módulo que contém a aula que você deseja acessar. 5. Blocos Quadrados com Aulas: Dentro do módulo, você verá blocos quadrados que representam as aulas disponíveis. 6. Selecione a Aula: Clique no bloco quadrado da aula que você deseja acessar. 7. Acesso ao Conteúdo: Ao clicar na aula, você será direcionado para a página de conteúdo, onde poderá visualizar o material da aula, como vídeos, apresentações e documentos.

Durante os testes, no segundo momento, espontaneamente os sete tutores conduziram perguntas que gostariam de respostas. Desta etapa resultaram 84 perguntas (12 perguntas diferentes de cada tutor). Avaliou-se o grau de correspondência e satisfação quanto as inferências de respostas promovidas pelo módulo de sistema “Chat-Its.Redu”, de modo a avaliar a significativa satisfação com a abordagem. Estes resultados permitiram analisar a percepção dos tutores em relação à forma como as incorporações das respostas foram percebidas como significativamente conduzidas pelo sistema nas atividades de tutoria on-line. Os resultados que se seguiram ao questionário destacam respostas que ocorreram de forma espontânea (ou seja, leitura rápida pelos tutores das respostas incorporadas pelo sistema e avaliação imediata após a leitura) a partir da percepção sobre a ajuda na tutoria conforme seção seguinte.

4.3. Percepção da efetividade do “Chat-Its.Redu”

Ao analisar as ponderações dos tutores quanto se as repostas incorporadas pelo sistema eram: aborrecidas, complicadas, compreensíveis, corretas, criativas, erradas, simpáticas, rápidas. Obtiveram-se denotações mais claras sobre as percepções dos tutores humanos (Figura 6). Principalmente, em relação ao que os tutores acharam das incorporações de respostas a perguntas realizadas, ao mesmo tempo, em que utilizavam o sistema. A frequência, densidade das avaliações e a descritiva das percepções

coletadas sobre o “Chat-Its.Redu”, confirma que a percepção sobre as respostas serem “corretas” foi indicada como a de maior média ($\mu = 3,44$) pelos tutores humanos. Já respostas “aborrecidas” foram as que obtiveram menor média ($\mu = 2,29$) nas avaliações (Tabela 3).

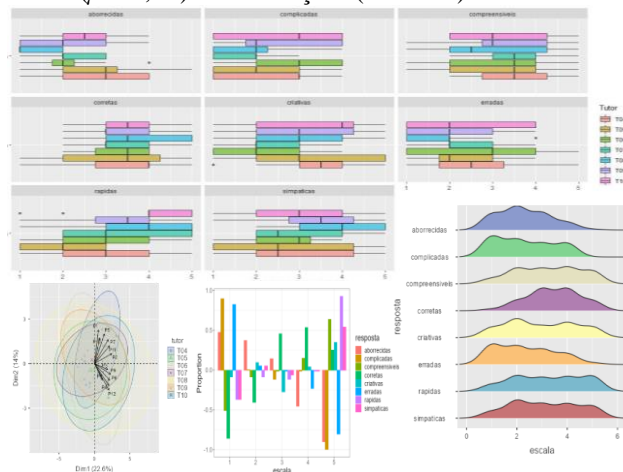


Figura 6. Densidade e frequência nas avaliações das percepções sobre as respostas incorporadas pelo sistema “Chat-Its.Redu”

Este resultado (Tabela 3) complementa-se a testes estatísticos para avaliar se as incorporações de guias de ajuda de tutoria por inferências da abordagem de STI são percebidas como efetivamente significativas em repostas de tutoria no aprendizado on-line. Ou seja, se há diferença estatisticamente para testar as hipóteses levantadas (Tabela 4).

Tabela 3. Análise descritiva das percepções dos tutores humanos sobre as incorporações de respostas fornecidas pelo módulo “Chat-Its.Redu”

Percepção se as respostas eram						Shapiro-Wilk		Percentuais		
	μ	Me	σ	σ^2	IQR	Min.	Max.	W	p	
Aborrecidas	2,29	2,00	1,01	1,03	1,25	1	5	0,884	<,001	1,75
Complicadas	2,31	2,00	1,14	1,30	2,00	1	4	0,842	<,001	1,00
Compreensíveis	3,25	3,00	1,26	1,59	2,00	1	5	0,902	<,001	2,00
Corretas	3,44	3,00	1,01	1,02	1,00	1	5	0,904	<,001	3,00
Criativas	2,96	3,00	1,35	1,82	2,00	1	5	0,893	<,001	2,00
Erradas	2,32	2,00	1,15	1,33	2,00	1	5	0,874	<,001	1,00
Rápidas	3,24	3,00	1,34	1,80	2,00	1	5	0,892	<,001	2,00
Simpáticas	3,11	3,00	1,30	1,69	2,00	1	5	0,900	<,001	2,00

Nota: μ (média); Me (mediana); σ (desvio padrão); σ^2 (variância); IQR (amplitude interquartil); Min. (mínimo); Max. (máximo); W (valor de Shapiro-Wilk); p (p-value de Shapiro-Wilk, onde: se $p < 0,05$ não tende a normal); 25th (1º quartil em 25%); 50th (2º quartil em 50%); 75th (3º quartil em 75%).

A partir da tendência de normalidade, com os resultados da aplicação do teste de Shapiro-Wilk [20] (Tabela 3). Observou-se que as percepções coletadas tendem a normal (isto é, $p > 0,05$). Com isto, os resultados da adoção da não-paramétrica, para os testes de hipóteses, neste caso, a aplicação do teste One-Way ANOVA de Kruskal-Wallis [21], [22] (Tabela 4), mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre as percepções dos tutores humanos sobre as respostas incorporadas nas avaliações do “Chat-Its.Redu”. Constatam-se diferenças significativas, a um nível de significância menor que 0,1%, portanto, há diferença estatística significativa nas percepções levantadas sobre o sistema.

Tabela 4. Teste de hipótese das percepções dos tutores humanos sobre as repostas do “Chat-Its.Redu”

Teste	χ^2	df	p	ϵ^2
Percepções das repostas	81,9	7	< 0,001	0,122

Nota: χ^2 (chi-quadrado); df (graus de liberdade); p (valor-p, significância estatística de $p < 0,05$); ϵ^2 (épsilon ao quadrado).

Para identificar quais percepções diferem estatisticamente entre si, obtiveram-se os resultados das análises do pós-testes com comparações múltiplas de *Dwass-Steel-Critchlow-Fligner* (DSCF) [23] (Tabela 5). Nestes pós-testes, os resultados do indicam haver uma diferença estatística significativa da percepção dos tutores humanos sobre as incorporações realizadas pelo sistema quanto às respostas didaticamente favoráveis (DF) ou desfavoráveis (DD) no processo de ensino-aprendizagem. Com variações mais altas de W, como as observadas entre “Aborrecidas” e “Corretas” ($W = 90,888$), “Complicadas” e “Corretas” ($W = 82,810$) e “Aborrecidas” e “Compreensíveis” ($W = 69,197$), indicam diferenças significativas na percepção. Do mesmo modo, valores mais baixos de W, como o observado entre “Compreensíveis” e “Erradas” ($W = -64,799$), “Corretas” e “Erradas” ($W = -83,082$) e “Criativas” e “Erradas” ($W = -43,597$), indicam, também, uma diferença significativa entre estes pares de percepções, sugerindo que os tutores que perceberam respostas como “Erradas” distintamente ponderaram como corretas, compreensíveis ou criativas. Tais valores negativos indicam que a percepção associada a uma resposta é significativamente mais desfavorável ou divergente em relação à percepção atribuída à outra, avaliada de maneira oposta. Apesar de serem negativos, estes valores ainda refletem diferenças significativas, especialmente quando acompanhados por valores de $p < 0,05$, que confirmam a discrepâncias.

Tabela 5. Comparações múltiplas das percepções dos tutores sobre as repostas do “Chat-Its.Redu”

Percepções se as respostas incorporadas eram	W	p
Aborrecidas Complicadas	0,0256	1,000
Aborrecidas Compreensíveis	69,197	< 0,001
Aborrecidas Corretas	90,888	< 0,001
Aborrecidas Criativas	45,810	0,026
Aborrecidas Erradas	0,0465	1,000
Aborrecidas Rápidas	65,145	< 0,001
Aborrecidas Simpáticas	57,747	0,001
Complicadas Compreensíveis	65,358	< 0,001
Complicadas Corretas	82,810	< 0,001
Complicadas Criativas	44,476	0,035
Complicadas Erradas	0,0348	1,000
Complicadas Rápidas	62,488	< 0,001
Complicadas Simpáticas	55,037	0,003
Compreensíveis Corretas	13,211	0,983
Compreensíveis Criativas	-19,898	0,855
Compreensíveis Erradas	-64,799	< 0,001
Compreensíveis Rápidas	-0,0414	1,000
Compreensíveis Simpáticas	-10,278	0,996
Corretas Criativas	-33,977	0,240
Corretas Erradas	-83,082	< 0,001
Corretas Rápidas	-12,923	0,985
Corretas Simpáticas	-24,730	0,655
Criativas Erradas	-43,597	0,043
Criativas Rápidas	18,711	0,891
Criativas Simpáticas	10,043	0,997
Erradas Rápidas	61,669	< 0,001
Erradas Simpáticas	54,381	0,003
Rápidas Simpáticas	-0,9258	0,998

Nota: W (valor estatístico DSCF); p (valor-p, significância estatística de $p < 0,05$).

Já os valores próximos de zero, como em: “Rápidas” e “Simpáticas” ($W = -0,9258$), “Compreensíveis” e “Rápidas” ($W = -0,0414$), “Complicadas” e “Erradas” ($W = -0,0348$), “Aborrecidas” e “Erradas” ($W = -0,0465$) e “Aborrecidas” e “Complicadas” ($W = -0,0256$), sugerem pouca diferença percebida. Sendo assim, confirma-se que os tutores humanos perceberam a ocorrência das respostas nas incorporações do sistema, de modo que abordagens didático-pedagógicas favoráveis podem tornar as repostas compreensíveis, corretas, criativas, rápidas ou simpáticas. E, por outro lado, abordagens didaticamente desfavoráveis tornam as repostas aborrecidas, complicadas ou erradas.

4.4. Discussão sobre o “Chat-Its.Redu”

Neste artigo, fez-se necessário potencializar as interações que emergem de uma relação humano-humano (no caso, manter as percepções dos tutores humanos em relação a tutorias), pois estas são mediadas por signos e significados que incorporam valores sócio-interacionais. Ou seja, uma experimentação proativa que mantém as relações interpessoais e moldam as dinâmicas de sensações e sentimentos. Distintas interações ressaltam em distintas ações interpessoais, sociais e afetivas. Em outra perspectiva, a interação entre humanos e agentes como os STI é uma forma de ampliar a socialização por meio de agentes artificiais que operam em diferentes canais. O estudo de Osawa [24] explorou as tendências emergentes na interação humano-agente e delineou direções futuras da pesquisa sobre humanos e agentes artificiais como os robóticos. Nestes, as interações que emergem de uma relação humano-artificial, são mediadas por artefatos substancialmente digitais utilizados para alcançar objetivos. Diante do interesse em alcançar objetivos que podem ser, dentre outros, baseados em assistência pessoal, classificação, predição, prescrição, descrições causais temporais e estocásticas (processos aleatórios), os agentes inteligentes são posicionados para interagir em situações que antes era papel exclusivamente de humanos. Ou seja, para promover ambientes adaptativos flexíveis, inclusivos, personalizados e envolventes em diferentes cenários assistenciais, instrucionais, assistidos de realidade virtual, universo ficcional (metaverso) e até mesmo com sistemas autônomos que interagem entre si.

Na proposta deste trabalho, percebeu-se que com o apoio do sistema agente dotado de IA foi possível conduzir atividades de tutorias significativamente percebidas para as práticas. Com a mediação e moderação dos tutores humanos ao formular os guias de tutorias com dificuldades recorrentes ressaltadas da experiência, foi possível, com base nos resultados da avaliação do sistema “Chat-Its.Redu”, rejeita a hipótese nula (H_0) de que a incorporação de guias de ajuda de tutoria via inferência por uma abordagem de sistema de tutoria inteligente não é

significativamente adequada em atividades de tutoria no aprendizado on-line. Pois, as percepções dos tutores demonstram que o sistema aprimora a inferência de tutorias com respostas didaticamente favoráveis. Das percepções sobre o sistema ponderou-se sobre o apoio oferecido durante as atividades de tutoria de testes, evidenciando a significância da abordagem proposta. Diante disto, não há indícios para rejeitar a hipótese alternativa (H_a), que confirma a significativa possibilidade de incorporação dos guias de ajuda na promoção de tutoria via inferência por uma abordagem de sistema de tutoria inteligente no aprendizado on-line. Visto que:

- Quanto maior a similaridade para incorporação dos guias de tutorias, o modelo se torna mais determinístico e conservador, favorecendo respostas mais rápidas, corretas e compreensíveis. Ou seja, tende a escolher as descritivas seguras, previsíveis com base nos próprios guias de tutoria com maior probabilidade de similaridade.
- Quando não há correspondente similaridade entre a pergunta e temáticas do guia de tutoria, ocorre um equilíbrio entre respostas criativas, erradas ou simpáticas. As respostas seguem com similaridades baixas, com um toque de variedade, mas com limites, já que níveis reduzidos de criatividade são esperados em modelos baseados em incorporação de textos.
- Quanto menor a similaridade para incorporação dos guias de tutoria aumentam os erros, tornando as respostas menos previsíveis e mais propensas a alucinações, com maior aleatoriedade nas instruções e informações, resultando em respostas altamente complicadas, aborrecidas, até certo ponto criativas, mas potencialmente menos coerentes.

As ponderações promovidas pelos tutores humanos a partir da elaboração dos guias de tutorias incorporados permitiram que o sistema priorizasse respostas didaticamente corretas e compreensíveis. Neste caso, o papel dos tutores humanos funcionou como controle para o sistema não conduzir respostas inconsistentes, que tendem a serem aleatórias, incompreensíveis, aborrecidas, complicadas e/ou errôneas. Dando margem para o sistema ser efetivo em tutorias instrutivas e utilizado como apoio as práticas de tutorias.

5. Conclusões

Neste artigo, foi possível apresentar a implementação de uma abordagem de sistema, denominado “Chat-Its.Redu”, que se destaca por estratégias de incorporação de guias de ajuda de tutoria via inferência por uma abordagem de sistema de tutoria inteligente em atividades de tutoria no aprendizado on-line. A partir dos testes experimentais, o sistema demonstrou-se promissor ao integrar a atuação de tutores humanos (na construção off-line de guias

estruturados de tutoria) com modelos de LLM (em estratégias de Processamento de Linguagem Natural). Os resultados indicam que o sistema pode capturar significados semânticos e contextuais, proporcionando experiências de tutoria direcionadas, com potencial efetivo de incorporar agilmente respostas didaticamente consistentes a pedidos de ajudas dos estudantes. Esta abordagem permitiu envolver práticas de tutorias mediadas por ambientes virtuais, ressaltando o papel crucial da colaboração entre humanos e sistemas inteligentes na educação on-line.

5.1. Limitações e trabalhos futuros

As principais limitações do estudo resultam da subjetividade das percepções humanas que podem mudar em diferentes contextos e situações. Além disso, tomar como base principal somente as percepções dos tutores, em detrimento das percepções de outros atores envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, pode limitar a compreensão ampla e integrada dos impactos do sistema. Neste sentido, as possibilidades futuras para aprimorar a pesquisa estão relacionadas à incorporação massiva de guias de ajuda de tutorias on-line. A possibilidade de implementar a abordagem do sistema em diferentes contextos educacionais e aprimorar o modelo em diferentes redes de ensino-aprendizagem pode ampliar o potencial de aplicação prática. Os testes experimentais direcionaram-se às percepções iniciais sobre as possibilidades do sistema. Adicionalmente, recomenda-se realizar testes longitudinais com a participação de diferentes atores do processo educacional, visando analisar, em distintos contextos, a percepção e a efetividade da incorporação inferencial de guias de tutoria mediada por uma abordagem de STI em atividades de tutoria no aprendizado on-line. Em outros casos, as avaliações podem envolver as experiências dos estudantes para observar níveis de personalização das tutorias realizadas.

Conformidade com os padrões éticos

Destaca-se: ter seguido preceitos éticos e morais para proteger os participantes envolvidos, não haver conflitos de interesse relatados, e ter obtido o consentimento dos tutores envolvidos na pesquisa. Assim como, o comprometimento com a Lei n.º 13.709/2018 vigente sobre proteção e anonimização de dados.

Referências

- [1] D. R. S. Mill, L. R. C. Ribeiro, M. R. G. De Oliveira, Polidocência na educação à distância: múltiplos enfoques. *SciELO-EdUFSCar*, 2010.
- [2] S. Kim *et al.* FloWaveNet: A generative flow for raw audio. *arXiv preprint arXiv:1811.02155*, 2018. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1811.02155>
- [3] C. H. Wan, S. P. Chuang, H. Y. Lee, Towards audio to scene image synthesis using generative adversarial network. In: *ICASSP 2019-2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. IEEE, 2019. p. 496-500. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2019.8682383>
- [4] R. Huang *et al.* Make-an-audio: Text-to-audio generation with prompt-enhanced diffusion models. In: *International Conference on Machine Learning*. PMLR, 2023. p. 13916-13932. <https://proceedings.mlr.press/v202/huang23i.html>
- [5] T. B. Brown *et al.* Language Models are Few-Shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 33, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- [6] L. Ouyang *et al.* Training language models to follow instructions with human feedback. *Advances in neural information processing systems*, vol. 35, p. 27730-27744, 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.02155>
- [7] B. Roziere *et al.* Code llama: Open foundation models for code. *arXiv preprint arXiv:2308.12950*, 2023. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2308.12950>
- [8] Gemini Team *et al.* Gemini: a family of highly capable multimodal models. *arXiv preprint arXiv:2312.11805*, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.11805>
- [9] A. J. Pereira *et al.* Identificação e caracterização de níveis de interação no ensino remoto de emergência na Educação Básica. In: *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 2021. p. 145-156. 2021. <https://doi.org/10.5753/sbie.2021.218498>
- [10] A. J. Pereira, A. S. Gomes, T. T. Primo, Design de Sistema de Recomendação Educacional: abordagens com Mágico de Oz. In: *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. SBC, 2022. p. 1184-1195. 2022. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225760>
- [11] A. J. Pereira *et al.* Learning Mediated by Social Network for Education in K-12: Levels of Interaction, Strategies, and Difficulties. *Education Sciences*, vol. 13, no. 2, p. 100. 2023. <https://doi.org/10.3390/educsci13020100>
- [12] A. J. Pereira, A. S. Gomes, T. T. Primo, Desvendando a Resistência e as Estratégias dos Tutores Humanos para Engajar Estudantes no Aprendizado Online. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, vol. 16, no. 3, p. 551-566, 2023a. <https://doi.org/10.14571/brajets.v16.n3.551-566>

- [13] A. J. Pereira, A. S. Gomes, T. T. Primo, Uma Abordagem de Sistema de Tutoria Inteligente para Cooperação com a Atuação de Tutores Humanos. *RENOTE*, Porto Alegre, vol. 21, no. 2, p. 208–219, 2023b. <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/137742>
- [14] A. J. Pereira, A. S. Gomes, T. T. Primo, Funcionalidades emergentes para tutorias em ambientes virtuais de aprendizagem. *TE & ET*, 2024. <https://doi.org/10.24215/18509959.38.e6>
- [15] A. J. Pereira *et al.* Anticipating Tutoring Demands Based on Students' Difficulties in Online Learning. In: Zaphiris, P., Ioannou, A. (eds) *Learning and Collaboration Technologies. HCII 2024. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 14724. Springer, Cham. 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61691-4_21
- [16] G. Team *et al.* Gemma: Open models based on Gemini research and technology. *arXiv preprint arXiv:2403.08295*, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.08295>
- [17] L. Yang *et al.* Advancing Multimodal Medical Capabilities of Gemini. *arXiv preprint arXiv:2405.03162*, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.03162>
- [18] D. Jurafsky, J. H. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models*, 3rd edition. Online manuscript released August 20, 2024. Cap. 6. p. 10-11. 2024. <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3>
- [19] C. Wohlin *et al.* *Experimentation in software engineering*. Berlin: Springer, 2012.
- [20] H. N. M. Ferreira *et al.* An automatic and dynamic student modeling approach for adaptive and intelligent educational systems using ontologies and bayesian networks. In *2016 IEEE 28th International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*. IEEE. p. 738-745. 2016. <https://doi.org/10.1109/ICTAI.2016.0116>
- [21] W. H. Kruskal, W. A. Wallis, Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, vol. 47, no. 260, p. 583-621. 1952. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- [22] Y. Chaiyo, R. Nokham, The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system. In *2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)*. p. 178-182. IEEE. 2017. <https://doi.org/10.1109/ICDAMT.2017.7904957>
- [23] O. M. Ladosha, Dynamics of Student Performance in a Foreign Language from the Perspective of the Transition to Distance Learning (statistical analysis). In *2022 VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)*. IEEE. p. 1-5. 2022. <https://doi.org/10.1109/Inforino53888.2022.9782984>
- [24] H. Osawa, Human-agent interaction as augmentation of social intelligence. *Artificial Life and Robotics*, vol. 28, no. 2, p. 273-281, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10015-023-00874-y>

Informações de contatos dos autores:

Aluisio José Pereira

Centro de Informática (CIn)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Recife, Pernambuco, Brasil
ajp3@cin.ufpe.br,
ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0003-2960-3481>

Alex Sandro Gomes

Centro de Informática (CIn)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Recife, Pernambuco, Brasil
asg@cin.ufpe.br
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1499-8011>

Tiago Thompsen Primo

Centro de Desenvolvimento Tecnológico, (CDTec)
Universidade Federal de Pelotas (UFPel)
Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil
tiago.primo@inf.ufpel.edu.br,
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3870-097X>

Aluisio José Pereira

Aluno de doutorado do Centro de Informática (CIn) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com área de pesquisa relacionado a Tecnologias Educacionais e especificamente Sistemas de Tutoria Inteligentes.

Alex Sandro Gomes

Professor do CIn/UFPE, Pesquisador Associado do Conselho Brasileiro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Pesquisa qualitativa do comportamento humano e tecnologia de aprendizado.

Tiago Thompsen Primo

Professor da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), e atua em pesquisas que incluem aprendizado aprimorado por tecnologia, sistemas de recomendação, representação de conhecimento e aprendizado ao longo da vida.