

**DAISE LAGO PEREIRA SOUTO**

**TEORIA DA ATIVIDADE, CONSTRUTO SERES-HUMANOS-COM-MÍDIAS E  
INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS**

Contribuições para o ensino e a aprendizagem de matemática

Relatório de Pós-doutorado realizado na  
Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
- IGCE, Rio Claro .

Supervisor(a): Prof. Dr. Marcelo de  
Carvalho Borba

Cossupervisor(a): Prof. Dr. Ricardo  
Scucuglia

Rio Claro

2025

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

---

Relatório final de Pós-Doutorado

Título da pesquisa:

**TEORIA DA ATIVIDADE, CONSTRUTO SERES-HUMANOS-COM-MÍDIAS E  
INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E A  
APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**

Grande Área - CIÊNCIAS HUMANAS

Acadêmica: Daise Lago Pereira Souto

Supervisor – Marcelo de Carvalho Borba

Local de realização **UNESP/ Rio Claro**

Início do Projeto – 17/07/2024

Término do projeto – 31/01/2025

**Resumo**

O objetivo da pesquisa foi compreender como o ensino e a aprendizagem de matemática podem ser transformados com a participação de Tecnologias Digitais, em particular com Inteligências Artificiais, como o ChatGPT - chat generative pre-trained transformer, sob as lentes da Teoria da Atividade, em conjunto com o construto Seres-Humanos-Com-Mídias. A pesquisa foi bibliográfica, tendo como fonte de produção de dados: o portal de teses e dissertações da Capes; a biblioteca digital brasileira de teses e dissertações; os anais dos dois maiores eventos brasileiros em Educação Matemática – SIPEM e ENEM; livros e artigos em periódicos qualificados. Para a seleção e análise dos dados foram utilizados os seguintes procedimentos: a) Identificação, localização e obtenção de documentos (teses, dissertações, livros, capítulos, entre outros) relacionados ao tema desta pesquisa; b) elaboração de esquema provisório com temas, subtemas e um rol de descritores; c) definição de critérios de inclusão e exclusão dos documentos que irão compor a pesquisa; d) construção critérios para definição dos dados que deverão compor o corpus da pesquisa; e) seleção dos textos que irão compor o corpus da pesquisa e leitura em arquivos digitais com redação de memorandos com as impressões que podem convergir para os objetivos da pesquisa; f) agrupamento dos arquivos que possuem convergências e refinamento do esquema provisório; g) aprofundamento e ampliação da busca por pesquisas científicas, estudos,

teorizações sobre os temas e subtemas; h) análise e interpretação final dos documentos selecionados; i) elaboração e proposição de problemas para o ensino da matemática com Inteligências Artificiais, especialmente com o ChatGPT. Como fundamentos teóricos, serão adotados a Teoria da Atividade em conjunto com o construto Seres-Humanos-Com-Mídias visto como um sistema de atividade. Os dados analisados indicaram que o uso de Inteligências Artificiais Generativas na Educação Matemática ainda é incipiente. As escassas publicações brasileiras e internacionais ainda são em nível de relatos de experiências e discussão de impressões preliminares.

**Palavras-Chave** - Ensino; Aprendizagem; Teoria da Atividade; Inteligência Artificial; Educação Matemática; Tecnologias Digitais.

## Introdução

A Inteligência Artificial (IA) têm se disseminado rapidamente na sociedade, com usos cada vez mais frequentes, tanto nas interações pessoais quanto nas profissionais. No entanto, a educação, especialmente a educação matemática, ainda avança de forma lenta em sua incorporação na sala de aula. Esse comportamento, já descrito por Souto (2013) em relação ao não uso das Tecnologias Digitais, permanece atual e tem se intensificado.

A autora ressalta o descompasso existente entre a forma como os estudantes desejam aprender e a maneira como as escolas insistem em ensinar, resultando em conflitos, divergências de opinião e uma sensação de não pertencimento. Essa problemática tem sido constante no debate educacional. Nesse contexto, a pesquisa desenvolvida buscou contribuir para a redução desse descompasso, explorando as potencialidades das Inteligências Artificiais na aprendizagem.

Estamos vivenciando um alargamento relação ao desenvolvimento de Inteligências Artificiais, que ganhou maior visibilidade, aplicabilidade e uso a partir de novembro de 2022 com o lançamento do Chat-GPT. Na educação matemática, esse movimento ainda é lento, isso pode ser um indicativo das mudanças e dos novos papéis que essa tendência em educação matemática começou a experimentar ainda na pandemia da COVID-19 e que agora se mostra com maior clareza e que precisam ser investigados. Dito de outra forma, os problemas advindos das preocupações com o uso de Tecnologias Digitais em Educação Matemática, em especial as IA, têm se ampliado (Borba; Balbino Jr., 2023). As demandas da sociedade em relação a essas tecnologias influenciam diretamente as questões educacionais, fortalecendo a necessidade de se manter essa tendência de pesquisa e, ao mesmo tempo, contribuir para a superação de desafios.

A presente pesquisa sugere o potencial tecnológico inovador da Inteligência Artificial para as aulas de matemática; para reduzir o descompasso entre os anseios dos estudantes e a prática dos professores; e ainda por abordar um tema inédito que começa a emergir como uma preocupação na Educação Matemática, mas, também porque está imbricada e alinhada com organismos internacionais, com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as legislações nacionais vigentes, o que reafirma sua relevância.

### **Objetivos**

Objetivo Geral:

Compreender como o ensino e a aprendizagem de matemática podem ser transformados com a participação de Tecnologias Digitais, em particular com as Inteligências Artificiais como o ChatGPT, sob as lentes da Teoria da Atividade em conjunto com o construto Seres-Humanos-Com-Mídias.

### **Objetivos específicos:**

- Realizar um mapeamento das pesquisas em Educação Matemática que se preocupam com a participação de tecnologias digitais na aprendizagem da matemática e fundamentam-se na Teoria da Atividade e no construto Seres-Humanos-Com-Mídias;
- Verificar, com base nos resultados das pesquisas selecionadas, como o pensamento matemático se reorganiza e analisa conjecturas com a participação de distintas tecnologias digitais dando ênfase às inteligências artificiais;
- Identificar, com base nos resultados das pesquisas selecionadas, as possíveis influências das Tecnologias digitais, particularmente das Inteligências Artificiais, na tomada de decisões para resolver situações de tensões, conflitos, dúvidas, críticas, mudança de regras, ou que aparentemente não possuem solução; averiguar e descrever, com base nos resultados das pesquisas selecionadas, como se desenvolve o processo de aprendizagem com a participação de Inteligências Artificiais e outras tecnologias digitais;
- Verificar a possibilidade de construir problemas para o ensino de matemática com Inteligências Artificiais, como o ChatGPT, na perspectiva de que eles são produzidos por coletivos de Seres-Humanos-Com-Mídias e, analisar seus feedbacks;

- Avaliar a possibilidade de inclusão de novas camadas às teorizações que entrelaçam os conceitos e ideias da Teoria da Atividade e do construto Seres-Humanos-Com-Mídias.

### **Material e Métodos**

A pesquisa bibliográfica teve como principais produto a publicação de artigos científicos, comunicações orais, mesas redondas, palestras, oficinas, minicursos, e a escrita de um livro que se encontra em fase final. De acordo com Lima e Miotto (2007, p. 44), esse tipo de pesquisa “difere da revisão bibliográfica uma vez que vai além da simples observação de dados contidos nas fontes pesquisadas, pois imprime sobre eles a teoria, a compreensão crítica do significado neles existente”.

Metodologicamente para a seleção e análise dos dados foram utilizados os seguintes procedimentos elaborados com base nos apontamentos de Lima e Miotto (2007): a) Identificação, localização e obtenção de documentos (teses, dissertações, livros, capítulos, artigos em periódicos qualificados, entre outros) relacionados ao tema desta pesquisa; b) elaboração de esquema provisório com temas, subtemas e um rol de descritores; c) definição critérios de inclusão e exclusão dos documentos que irão compor a pesquisa; d) construção critérios para definição dos dados que deverão compor o corpus da pesquisa; e) seleção dos textos que irão compor o corpus da pesquisa e leitura em arquivos digitais com redação de memorandos com as impressões que podem convergir para os objetivos da pesquisa; f) agrupamento dos arquivos que possuem convergências e refinar o esquema provisório; g) aprofundamento e ampliação da busca por pesquisas científicas, estudos, teorizações sobre os temas e subtemas; h) análise e interpretação final dos documentos selecionados; i) elaboração e proposição de problemas para o ensino da matemática com Inteligências Artificiais, especialmente com o ChatGPT.

O primeiro procedimento – Identificação, localização e obtenção de documentos (teses, dissertações, livros, capítulos, entre outros) relacionados ao tema desta pesquisa – consistiu na busca em diferentes fontes de produção de dados, que no caso desta pesquisa foram: o portal de teses e dissertações da Capes; a biblioteca digital brasileira de teses e dissertações; os anais dos dois maiores eventos brasileiros em Educação Matemática – SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática e o ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática; foram também pesquisados também livros

e artigos em periódicos qualificados nacionais e internacionais. A análise dos dados iniciou concomitantemente com esse procedimento conforme sugere Deslauriers (2008).

Foi elaborado um esquema provisório (temas e subtemas) de rol de descritores e na construção critérios, foram agrupados os arquivos que possuíam convergências que contribuíram para refinar o esquema provisório. Do ponto de vista histórico, esse procedimento de indução analítica ocupa um lugar importante, porque é visto como uma base na qual outras abordagens germinaram, como as teorias enraizadas (Grounded Theories).

Logo, após a elaboração de critérios para definição dos dados que deveriam compor o corpus da pesquisa foram realizadas leituras seguidas da redação de memorandos com as impressões que poderiam convergir para os objetivos da pesquisa (Bogdan e Biklen, 1994). Após essa etapa, foram realizados os procedimentos finais: o aprofundamento e ampliação da busca por pesquisas científicas, estudos, teorizações sobre os temas e subtemas que emergiram dos trabalhos, análise e interpretação final dos textos selecionados, dito de outra forma, a “lapidação”, sempre procurando o equilíbrio e a solidez indicados por Laperrière (2008).

Por fim, elaboramos tarefas possíveis para o ensino da matemática com Inteligências Artificiais, especialmente com o ChatGPT, na perspectiva de que eles são produzidos por coletivos de Seres-Humanos-Com-Mídias e, analisaremos seus feedbacks.

## **Discussões e Resultados**

Os trabalhos analisados indicaram que as Inteligências Artificiais Generativas, como o ChatGPT, ainda são incipientes e escassas, tanto a nível nacional como internacional na área de Educação Matemática. Eles ainda estão em nível de relatos de experiências e discussão de impressões preliminares. Em nível de Brasil foi possível identificar duas tendências de uso de Inteligências Artificiais (não generativas) na formação de professores, são elas: a inteligência artificial na formação para a cultura digital; uso de assistentes inteligentes na personalização do ensino.

Na primeira delas foi possível identificar a necessidade de que os professores sejam proficientes na análise e interpretação de dados educacionais gerados por Inteligências Artificiais para ajustar e contribuir continuamente para o aprimoramento de

suas estratégias de ensino e ao mesmo tempo apontam o desafio de ajustar suas práticas sem ter, até então, recebido qualquer tipo de formação para isso. Por outro lado, os estudos que têm a participação de formadores de professores argumentam que o uso de sistemas baseados em Inteligências Artificiais possibilita adaptações às metodologias de ensino. Com isso, o ensino poder ser mais personalizado. Foi verificada também as dificuldades que esses formadores enfrentam para encontrar formas de elaborar formações em que professores se sintam estimulados a interagir com simuladores de Inteligência Artificial. Por fim, nesta tendência as pesquisas analisadas, indicaram que as transformações da prática educacional impulsionadas por Inteligência Artificial são complexas e envolvem diversos aspectos dos processos de ensino e de aprendizagem.

A respeito da segunda tendência, Assistentes Virtuais Inteligentes na personalização do Ensino é possível afirmar que os estudos analisados apontaram a necessidade de se atender individualidades de aprendizagem em Matemática dos estudantes. Esses sistemas fornecem muitas informações sobre o progresso e as dificuldades dos alunos. Entretanto, os professores, em sua maioria, não são formados para analisar esses dados de forma crítica. Essa falta de fluência com a análise de dados educacionais pode levar a uma subutilização das funcionalidades do sistema. As principais problemáticas desta tendência mostram que ela está imbricada com a primeira tendência. Isso porque existem alertas sobre a dificuldade que os professores têm para lidar com esse movimento que requer formações cada vez mais constantes e contínuas. Isso volta às implicações da tendência a inteligência artificial na formação para a cultura digital e as dificuldades de oferta.

Em nível internacional os estudos exploratórios realizados na base Web Of Science indicaram que na Educação os sistemas de tutores inteligentes podem ser considerados uma tendência em virtude da quantidade de pesquisas relacionadas a eles. Em relação aos estudos publicados em língua inglesa e depositados nos bancos de dados ScienceDirect, Scopus, Springer Link, ProQuest e EBSCO Host os indicativos são de que a robótica é a abordagem mais recorrente na Educação Matemática, sendo que há, em menor número, outras aplicações como sistemas de tutoria inteligente e alguns aplicativos e software. Uma preocupação apontada nos estudos internacionais refere-se à necessidade de diálogo entre professores e os desenvolvedores de Sistemas de Inteligências Artificiais a fim de aprimorar aplicativos, *softwares* e ambientes virtuais para fins educacionais.



Foi identificado uma publicação que se fundamentou na Teoria da Atividade e deu indicativos teóricos sobre a necessidade de os conceitos de artefatos, motivação, *agency*, entre outros serem considerados na produção de tecnologias que utilizam inteligências Artificiais. Por fim, em relação as Inteligências Artificiais em nível internacional, de forma bem geral, também foram abordadas possibilidades para o ensino e a aprendizagem da matemática, quais sejam: geração de gráficos, imagens e recursos visuais; geração de listas de perguntas; geração de trilhas de aprendizagem; geração de cronogramas de revisão.

No que diz respeito as Inteligências Artificiais Generativas, foco desta pesquisa, conforme destacado anteriormente, as pesquisas e estudos ainda estão em fase inicial com publicações baseadas em relatos de experiências e discussão de impressões preliminares a partir de interações que os pesquisadores realizarão com elas. Um ponto positivo é que foi possível identificar preocupações em todos os níveis de ensino, desde a Educação Básica até a pós-graduação.

A respeito deste último nível de ensino, estudos internacionais apontaram que pesquisadores concluíram que para problemas de Matemática avançada o ChatGPT necessita de atualizações. No Brasil, a grande maioria dos estudos analisam as repostas do ChatGPT à problemas usuais em livros didáticos sobre os conteúdos de aritmética, lógica, geometria e matemática financeira. Como conclusão, os estudiosos identificaram erros pontuais desta Inteligência Artificial Generativa. Com isso, a recomendação é de os professores elaborem problemas “inéditos” que não possam ser respondidos com um único comando (prompt).

No entanto, foram encontradas publicações pontuais com as em nível de graduação que utilizaram a modelagem matemática como perspectiva metodológica para resolução de problemas com Inteligência Artificial Generativa e que não eram possíveis de ser solucionados com um único comando. Há, também uma quantidade razoável de publicações que envolvem a produção de vídeos com Inteligências Artificiais Generativas para o ensino de matemática no ensino superior. Estas pesquisas discutem desde a criação automática até a produção em etapas (Roteiro, criação de cenários e personagens, edição de áudios, etc.) com diferentes Inteligências Artificiais Generativas.

Entre as publicações destaca-se o artigo científico que apresenta uma pesquisa realizada com alunos do Ensino Fundamental I (4º ano) o estado de São Paulo. Foi



desenvolvido um experimento de ensino baseado na exploração de tarefas matemáticas realizadas com o GeoGebra e o ChatGPT relacionadas à Mostra Brasileira de Foguetes envolvendo a metodologia STEAM com produção musical e audiovisual. Os pesquisadores concluíram que utilizando recursos de Inteligência Artificial a arte pode ser integrada de maneira criativa e significativa na divulgação científica envolvendo o ensino de conceitos matemáticos e tecnológicos.

Nesta pesquisa também foram encontrados materiais instrucionais que sugerem de forma pragmática como as Inteligências Artificiais Generativas podem ser utilizadas nas Educação e como elaborar prompts corretamente, também apresentam e discutem competências de discentes e docentes para o uso dessas Inteligências em sala de aula e relatam como principais preocupação com a falta de regulamentação, questões éticas, plágio e disseminação de Fake News.

Após a análise dessas publicações de pesquisas, estudos e relatos de experiência foi possível identificar que as possibilidades de construção de problemas para o ensino de matemática com Inteligências Artificiais, como o ChatGPT são: o uso da modelagem matemática com problemas abertos e que não podem ser solucionados em com um único prompt ou que seja necessária a interação com distintas Inteligências Artificiais e/ou outras tecnologias, a produção de roteiros com a discussão de conceitos e ideias matemáticas para vídeos, a análise argumentativa de erros e acertos da Inteligência Artificial para problemas usualmente apresentados em livros didáticos.

Além disso, foi possível concluir que há um alto potencial para a inclusão de novas camadas às teorizações que entrelaçam os conceitos e ideias da Teoria da Atividade e do construto Seres-Humanos-Com-Mídias. Principalmente no que diz respeito ao *agency* das Inteligências Artificiais que começa a ser reconhecida implicitamente na literatura. A ideia de que o pensamento se reorganiza a cada interação com uma dada tecnologia alcançou um novo patamar com a participação das Inteligências Artificiais Generativas. Ao utilizar inteligências, com o ChatGPT, os pesquisadores reconhecem (mesmo sem utilizar esses referenciais) que a interação se aproxima de uma conversa entre pessoas. Com isso, há uma concordância de que a cada resposta dada pela Inteligência Artificial o raciocínio é reestruturado levando à novas ações, questionamentos, deduções, argumentações, etc. Os trabalhos analisados também sugerem que há uma razoabilidade na admissão (mesmo que não intencional) de que o conhecimento é produzido por

sistemas coletivos de atores humano e não humanos que se fundem em uma unidade como uma amálgama (fusão perfeita e inseparável).

Por fim, os estudos analisados nesta pesquisa indicaram que precisamos entender, com urgência, quais as implicações, possibilidades e o modo como as IA podem participar dos processos de ensino e de aprendizagem da matemática de forma prática e ética em contextos formais e não formais em todos os níveis, assim como também, pensar em formações iniciais e continuadas de professores distintas das que usualmente têm sido ofertadas. Estamos vivenciando uma evolução tecnológica veloz e nunca antes vivenciada, desafiando educadores e educadores matemáticos no mundo todo. O surgimento e/ou aprimoramento praticamente “instantâneo” de Inteligências Artificiais Generativas pode ser assustador se não nos preparamos para os impactos que terão na Educação, especialmente na Educação Matemática. Metodologias de ensino, práticas de ensino, salas de aula como um todo estão em pleno processo de transformação impulsionado pela chegada avassaladora das Inteligências Artificiais.

#### Cronograma das atividades desenvolvidas

| Atividade                                                                                                                                                                          | Período             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Identificação, localização e obtenção de documentos (teses, dissertações, livros, capítulos, artigos em periódicos qualificados, entre outros) relacionados ao tema desta pesquisa | Julho/2024          |
| Elaboração de esquema provisório (temas e subtemas) e um rol de descritores                                                                                                        | Julho e Agosto 2024 |
| Definição de critérios de inclusão e exclusão dos documentos que irão compor a pesquisa                                                                                            | Agosto/2024         |
| Construção critérios para definição dos dados que deverão compor o <i>corpus</i> da pesquisa                                                                                       | Agosto/2024         |
|                                                                                                                                                                                    |                     |

|                                                                                                                                                                                      |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Seleção dos textos que irão compor o corpus da pesquisa e leitura em arquivos digitais com redação de memorandos com as impressões que podem convergir para os objetivos da pesquisa | Setembro à Novembro/2024 |
| Agrupamento os arquivos que possuem convergências e refinar o esquema provisório                                                                                                     | Outubro/2024             |
| Aprofundamento e ampliação da busca por pesquisas científicas, estudos, teorizações sobre os temas e subtemas                                                                        | Outubro e Novembro/2024  |
| Análise e interpretação final dos documentos selecionados e elaboração de problemas que serão propostos no livro.                                                                    | Outubro à Dezembro/2024  |
| Reuniões semanais com os membros do grupo GPIMEM                                                                                                                                     | Julho à Dezembro/2024    |
| Participação em eventos com apresentação de trabalhos, palestras, minicursos, oficinas e mesas redondas                                                                              | Agosto à Novembro/2024   |
| Publicação de artigos em periódicos qualificados                                                                                                                                     | Agosto à Novembro/2024   |
| Escrita Final do relatório da pesquisa e escrita de Livro                                                                                                                            | Novembro à Janeiro/2024  |
| Formatação e editoração de Livro                                                                                                                                                     | Início em Janeiro/2024   |

### Comentários do Supervisor

A participação de Daise Souto no GPIMEM, grupo de pesquisa que coordeno, foi fundamental durante seu estágio. Além das funções acima descritas, com destaque para escrita parcial de um livro em conjunto com o supervisor e um terceiro autor, a docente participou ativamente de reuniões do grupo. Neste processo, devido às suas especialidades se tornou co-orientadora de uma aluna de doutorado. Dentro do espírito Freireano, dialógico, o supervisor aprendeu de forma intensa com a docente que era de acordo com as normas a única aprendente. Houve

também elaboração de projetos, que ampliam ainda mais nossa cooperação. Em destaque neste quesito o projeto PROEC-PROPG-CAPES sobre a extensão na pós-graduação.