

ChatGPT como recurso de apoio no ensino da Matemática

Renan Pereira Santos
Claudinei de Camargo Sant'Ana
Irani Parolin Sant'Ana

Resumo: Esse artigo aborda a utilização do aplicativo ChatGPT na Educação Matemática. O modelo conversacional de inteligência artificial (IA) que responde às perguntas dos usuários de forma autônoma, a partir de dados da internet e com capacidade para resolver questões matemáticas, elaborar planos de aulas, escrever textos dissertativos, criar poesias e canções, por exemplo. Com isso, procuramos responder, quais as possibilidades e eventuais malefícios deste recurso nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Médio. Para tanto, alicerçados na trajetória de estudos e pesquisas do Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM), abordamos a linguagem na qual se insere o ChatGPT a partir do referencial bibliográfico disponível apresentamos algumas das possibilidades que esse recurso inovador oferece e que podem, evidentemente, ser exploradas nas aulas de Matemática por estudantes e professores.

Palavras-chave: ChatGPT; Ensino; Aprendizagem; Matemática; Inteligência Artificial.

ChatGPT as a support tool in the teaching of Mathematics

Renan Pereira Santos

Mestrando em Ensino pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus Vitória da Conquista. Professor da Secretaria Estadual de Educação da Bahia (SEE/BA), Ibicoara, Bahia, Brasil.

 <https://orcid.org/0000-0002-8331-4122>

 renan.psantos96@gmail.com

Claudinei de Camargo Sant'Ana

Doutor em Educação pela Universidade de Campinas (Unicamp). Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

 <https://orcid.org/0000-0003-1429-4559>

 claudineicsantana@uesb.edu.br

Irani Parolin Sant'Ana

Doutora em Educação Matemática pela Universidade Anhanguera (UNIAN). Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

 <https://orcid.org/0000-0002-1857-3638>

 irani@ccsantana.com

Recebido em 12/04/2023

Aceito em 08/06/2023

Publicado em 11/07/2023

Abstract: This article discusses the use of the ChatGPT application in Mathematics Education. The conversational model of artificial intelligence answers users' questions autonomously, based on internet data and with the ability to solve mathematical questions, prepare lesson plans, write dissertation texts, create poetry and songs, for example. With this, we intend to investigate the benefits and possible harms of this resource in the teaching and learning processes of Mathematics. To this end, based on the study and research trajectory of the Study Group in Mathematics Education (GEEM), we approach the language in which ChatGPT is inserted from the available bibliographic reference and present some of the possibilities that this innovative resource offers and that can, evidently be explored in Mathematics classes and by students and teachers.

Keywords: ChatGPT; Teaching; Learning; Mathematics; Artificial Intelligence.

ChatGPT como recurso de apoyo en la enseñanza de las Matemáticas

Resumen: Este artículo trata sobre el uso de la aplicación ChatGPT en la Educación Matemática. El modelo conversacional de inteligencia artificial responde a las preguntas de los usuarios de forma autónoma, a partir de datos de internet y con la capacidad de resolver cuestiones matemáticas, preparar planes de lecciones, escribir textos de tesis, crear poesía y canciones, por ejemplo. Con esto, pretendemos investigar los beneficios y posibles perjuicios de este recurso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Para ello, a partir

de la trayectoria de estudio e investigación del Grupo de Estudio en Educación Matemática (GEEM), abordamos el lenguaje en el que se inserta ChatGPT a partir de la referencia bibliográfica disponible y presentamos algunas de las posibilidades que ofrece este recurso innovador y que puede, evidentemente ser explorado en las clases de Matemáticas y por estudiantes y profesores.

Palabras clave: ChatGPT; Enseñando; Aprendiendo; Matemáticas; Inteligencia Artificial.

1 Introdução

Os avanços observados pela humanidade na área das Tecnologias Digitais – TD têm acontecido a passos largos. A cada dia surge uma nova atualização, um novo aplicativo que torna a versão ou recursos anteriores ultrapassados. Embora existam dificuldades de acompanhar as inovações que surgem periodicamente, a dinâmica de evolução das TD apresenta reflexos na Educação. Dessa forma, entendemos ser um dos grandes desafios educacionais que os professores possam inteirar-se de todas as novidades digitais que despontam como recursos facilitadores do ensino e aprendizagem e usufruir dos benefícios que cada uma delas têm a oferecer.

Nesse sentido, dentro do campo de estudo e investigação científica da Educação Matemática – no qual se situa esse artigo – existe a tendência que debruça acerca das TD com o objetivo, dentre outros, de identificar e ponderar as potencialidades desses recursos nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática. Nesse percurso em que surgem as inovações, nos deparamos com a evolução da IA que oferece recursos digitais com a capacidade de respostas e ações autônomas similares à inteligência humana.

No que se refere ao ensino da Matemática, através da história é possível perceber o processo constante de renovação e inovação no ensino ao longo do tempo, desde a utilização da intuição na educação (SANT'ANA, 2017) a viagem de professores ao exterior com o intuito de pesquisar sobre práticas pedagógicas inovadoras em um tempo que não existia informática e internet como a conhecemos (SANT'ANA; SANT'ANA, 2019). Portanto, o ensino da matemática vivencia ao longo do tempo um processo de transformação inerente ao mundo em movimento e renovação. Esse processo de transformação recentemente é marcado, principalmente, pela utilização pedagógica de instrumentos e mídias digitais agregadas ao ensino de Matemática, conforme pesquisas desenvolvidas por Barreto, Sant'Ana e Sant'Ana (2020), Silva *et al.* (2022), Brito e Sant'Ana (2020), Brito, Sant'Ana e Sant'Ana (2020), Santos e Sant'Ana (2019), Marques, Sant'Ana e Sant'Ana (2022) e Ribeiro *et al.* (2020).

Compreendendo que, os desdobramentos da IA podem impactar a educação, conseqüentemente irá acontecer com a Educação Matemática (SANT'ANA; SANT'ANA; SANT'ANA, 2023), pois esta experimenta constantes mudanças em seu campo didático-metodológico (SANTOS; MATOS; SANT'ANA, 2021). Os professores buscam recursos que possam auxiliar no processo de ensino e os estudantes contemporâneos das tecnologias digitais querem respostas rápidas, com isso podem recorrer aos recursos disponíveis na internet.

Nesse cenário, surge a ferramenta ChatGPT, que foi criado pela OpenAI¹ e se apresenta como um modelo de inteligência artificial com interface digital com formato conversacional que permite a interação entre as perguntas dos usuários e as respostas da plataforma (OPENAI, 2023). Sua capacidade de interpretar dados e elaborar respostas criativas pode ser uma aliada no processo de ensino da Matemática, no entanto, ainda requer investigação científica sobre a questão (SANTOS; PIRES, 2023).

Portanto, esse é o cenário no qual a Educação e, em especial, a Educação Matemática está inserida. Ignorar essa situação não é uma opção interessante, por isso se faz necessário conhecer as novidades referente as TD que estão disponíveis na internet e podem ser utilizadas por professores e estudantes, bem como conhecer seus impactos e possibilidades de ensino e aprendizagem.

Destarte, apresentamos aqui as considerações iniciais sobre as possibilidade e impactos da utilização do ChatGPT na Educação Matemática, observando quais poderiam ser os benefícios e eventuais desvantagens para o processo de ensino.

2 Da inteligência humana à inteligência artificial

A IA que nos surpreende pela capacidade de aprendizagem, de articular ideias, adotar posicionamento diante de um tema, de resolver tarefas inéditas, como por exemplo escrever uma redação ou resolver um problema matemático. Compreende-se que esse é um privilégio próprio de humanos e tem sido copiado como modelo para programas computacionais que são almejados a desempenhar essa mesma função por meio de algoritmos, tal aplicação é denominada IA (RUSSEL; NORVIG, 2013).

Esta pode ser definida como “uma área da computação voltada a desenvolver algoritmos e sistemas capazes de realizar tarefas que demandam habilidades associadas à inteligência humana” (GARCIA, 2020, p. 15). Lévy (2010, p. 74) entende que “programas de inteligência artificial podem ser considerados como simuladores de capacidades cognitivas humanas: visão, audição, raciocínio, etc.”.

Através dos programas de IA realizam-se tarefas que antes eram feitas apenas por humanos. Isso é possível porque ela se baseia em duas principais características: a autonomia e a adaptabilidade (RUSSEL; NORVIG, 2013). Por este viés, a “autonomia é a habilidade de

¹ Endereço eletrônico: <https://openai.com/>

executar tarefas em contextos complexos sem constante intervenção do ser humano e adaptabilidade é a habilidade de melhorar seu desempenho aprendendo com a experiência” (CAMADA; DURÕES, 2020, p. 1556).

A autonomia e adaptabilidade de programas baseados em IA, são executados a partir de algoritmos que têm a capacidade de mapear e cruzar informações em um banco de dados e formular uma resposta bem elaborada sem intervenção humana, embora possa parecer uma produção humana. Por outro lado, quanto mais interações de comando e resposta os algoritmos tornam-se cada vez mais precisos e melhoram sua performance em proceder uma pesquisa e apresentar um resultado cada vez mais próximo da inteligência humana. (COZMAN; PLONSKI; NERI, 2021).

Diversas são as áreas que utilizam este programa e muitas vezes é difícil as pessoas perceberem que estão interagindo com a IA. Dentre os exemplos de aplicações dessa tecnologia, se destacam:

[...] sistema que joga xadrez, algoritmo de logística, reconhecimento de voz, texto manuscrito, faces e imagens, veículo autônomo, robô que faz atendimento via chat (chatbot); sistemas de recomendações pessoais e de negócio, detecção de spam de e-mail, predições médicas, tais como, predição de complicações cirúrgicas, detecção de sinais de diabetes a partir de coleta de dados pessoais, aperfeiçoamento de modelos matemáticos para pré-diagnóstico do coronavírus (CAMADA; DURÕES, 2020, p. 1556-1557).

Os programas baseados em IA apresentam um campo de grande influência, no entanto, esse tema ainda é pouco debatido na área da educação (CAMADA; DURÕES, 2020). Santos e Arruda (2019) e Sant’Ana, Sant’Ana, Sant’Ana (2023) também concordam que ainda é incipiente o debate sobre educação e IA no Brasil e problematizam os impactos das IA no trabalho docente que, segundo os autores, provocará mudanças na atuação e formação de professores. Tavares, Meira e Amaral (2020) apontam as controvérsias e potencialidades da IA na educação.

O uso de IA na educação (no inglês, Artificial Intelligence in Education - AIED) também é controverso, uma vez que a aplicação de inteligência artificial tende a substituir tarefas humanas, se isso for tomado por uma perspectiva objetivista, pode-se ter o errôneo pensamento da máquina como substituta do professor. No entanto, há muito potencial no uso de inteligência artificial como suporte para tarefas de aprendizagem, tanto na perspectiva do aluno como na perspectiva dos professores. (TAVARES; MEIRA; AMARAL, 2020, p. 48701).

Respeitando a perspectiva controversa do uso da IA na educação, entendemos que ela está cada vez mais presente em nossas tarefas e pesquisas diárias realizadas em dispositivos digitais que se faz necessário compreender melhor suas potencialidades no contexto educacional.

Dentro desse cenário, esse artigo visa suscitar a discussão em torno dos impactos e possibilidades dos *chatbots*, em particular, do ChatGPT na Educação Matemática.

3 O que é ChatGPT?

Criado pela OpenAI, o modelo ChatGPT é uma sigla para “Generative Pre-Trained Transformer” – em tradução livre “Transformador pré-treinado generativo”. O modelo é um programa computacional no formato *chatbot* que responde às perguntas do usuário utilizando a inteligência artificial. Visto que, os “*chatbots* são sistemas de diálogo que têm como objetivo a comunicação, em linguagem natural, com usuários a fim de auxiliá-los de alguma forma” (MORAES; SOUZA, 2015, p. 600). Neste ambiente, muitas vezes as pessoas imaginam estar dialogando com outro ser humano, quando na verdade estão interagindo com um robô, que processa a pergunta e responde a partir do seu banco de dados.

Os *chatbots* se baseiam na técnica Machine Learning (Aprendizado de Máquina) que é a prática de utilizar algoritmos para realizar tarefas inteligentes de descoberta de dados, de aprendizagem e análise, que dificilmente seriam executadas por humanos (ESCOVEDO; KOSHIYAMA, 2020). Todo processo de pergunta do usuário, a pesquisa de dados e elaboração de resposta é processada por algoritmos sem intervenção humana e quanto mais é executado os algoritmos vão aprendendo e aperfeiçoando.

A arquitetura do ChatGPT se baseia em uma rede neural chamada Transformer, abordagem introduzida inicialmente em Vaswani *et al.* (2017). Para Chaves (2021, p. 27) Transformer é “um mecanismo de atenção que aprende as relações contextuais entre palavras em um texto. A rede recebe uma sequência de palavras como entrada, codifica-as em representações nas camadas de atenção e as decodifica em palavras novamente”. Esse processo extremamente avançado faz do modelo poderoso na geração de textos. Dantas (2021) aborda, no momento da sua publicação, que o modelo GPT executa na ordem de centenas de bilhões de parâmetros para realizar suas tarefas.

O ChatGPT se alimenta de dados e informações disponíveis na internet, que são processados por meio de algoritmos e transformados em respostas aos usuários. Desse modo, o recurso tem uma grande capacidade de interpretar dados e formular respostas “criativas” e é isso que o torna diferente. O modelo ao ser provocado sobre determinada pergunta ou comando tem a capacidade de contextualizá-la e elaborar como resposta textos, letras de música, poesias, contos, códigos de programação, receitas, dentre outras possibilidades textuais (LANDIM, 2023).

Nesse sentido, são muitos os impactos do ChatGPT no modo de se fazer busca e pesquisa na internet, bem como no mercado de trabalho e nos contextos educacionais e culturais. O aplicativo pode ser acessado de forma gratuita na versão limitada com menor velocidade de processamento e disponibilidade apenas quando a demanda é baixa. Na versão paga o usuário tem acesso prioritário e velocidade mais rápida de resposta.

4 Possíveis impactos na Educação Matemática

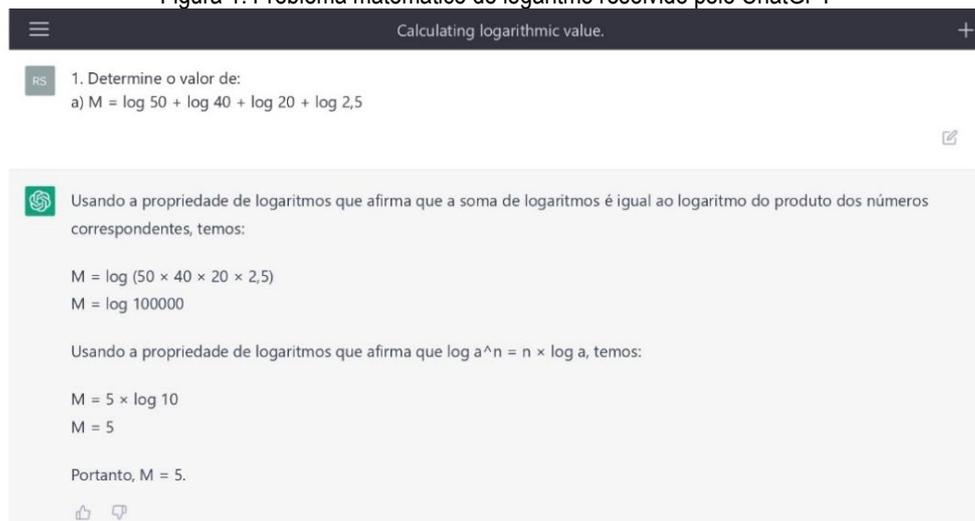
A influência das TD na Educação Matemática é inevitável, e com a inteligência artificial não é diferente. Afinal, quais seriam os impactos do ChatGPT no ensino da matemática no Ensino Médio? Para isso, realizamos um estudo exploratório-descritivo por permitir proceder uma investigação empírica e realizar a descrição de um determinado fenômeno, fato ou ambiente e a partir de dados quantitativos e qualitativos ou informações detalhadas proceder análises empíricas e teóricas (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Portanto, esse estudo foi realizado em duas etapas: 1) primeiro procedemos a exploração do recurso digital objeto desse estudo com testes repetitivos realizados diretamente na plataforma do ChatGPT; e 2) posterior descrição e análise empírica desses testes, das respostas do robô e seus impactos e possibilidades em algumas situações do cotidiano do estudante e do professor.

A partir disso, inicialmente consideramos que sendo o ChatGPT um aplicativo conversacional de busca na internet, o recurso não passará despercebido aos estudantes que já realizam pesquisas e podem copiar a solução de exercícios matemáticos da internet. Dessa forma, o modelo pode oferecer a resolução de problemas matemáticos e ajudá-los estudantes nas suas tarefas.

Na fase de exploração, ao testar este recurso, foram solicitados a resolução de exercícios diversos para analisar as respostas. Conteúdos diferentes como Logaritmo, Parábola e Matemática Financeira foram utilizados nas perguntas inseridas por serem temas do Ensino Médio e Superior. A figura 1, refere-se à um problema matemático de logaritmo, na qual solicita a soma dos logaritmos de 50, 40, 20 e 2,5.

Figura 1: Problema matemático de logaritmo resolvido pelo ChatGPT

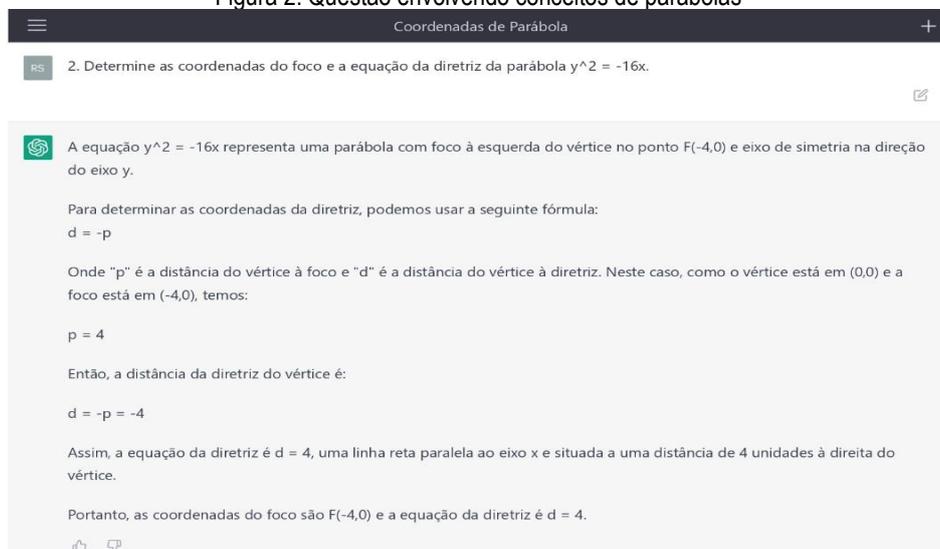


Fonte: Captura de tela do ChatGPT (2023).

Na resposta formulada, o robô utilizou as propriedades operatórias de logaritmo de um produto e de logaritmo de uma potência e apresentou o resultado do problema corretamente mostrando todo o passo a passo e descrição da solução.

Na figura 2, temos uma questão mais complexa envolvendo o cálculo das coordenadas do foco e a equação da diretriz da parábola $y^2 = -16x$. Mais uma vez, o robô realizou os procedimentos de cálculos corretamente com toda a descrição da resolução, apresentando a coordenada do foco $F(-4, 0)$ e a equação da diretriz $d = 4$, como podemos observar na imagem a seguir.

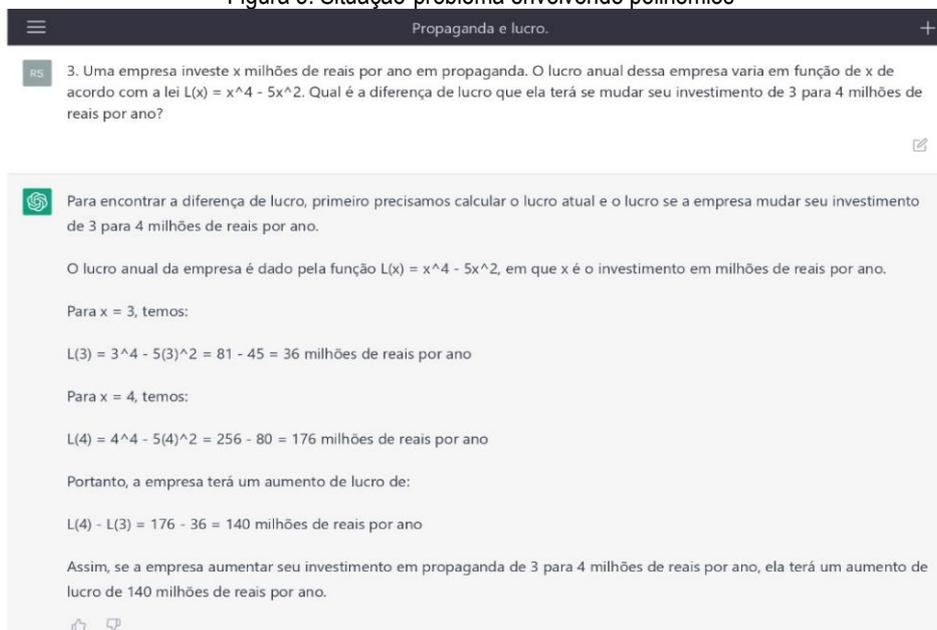
Figura 2: Questão envolvendo conceitos de parábolas



Fonte: Captura de tela do ChatGPT (2023).

Já na figura 3, solicitamos ao ChatGPT a solução de uma situação-problema acerca do lucro de uma empresa. O lucro é dado em função de uma lei que utiliza conceitos dos polinômios. Pede-se, portanto, a diferença de lucro a partir dos investimentos de 3 e 4 milhões, utilizando $L(x) = x^4 - 5x^2$. O aplicativo mostra a solução detalhada e ainda formula a conclusão da resposta.

Figura 3: Situação-problema envolvendo polinômios

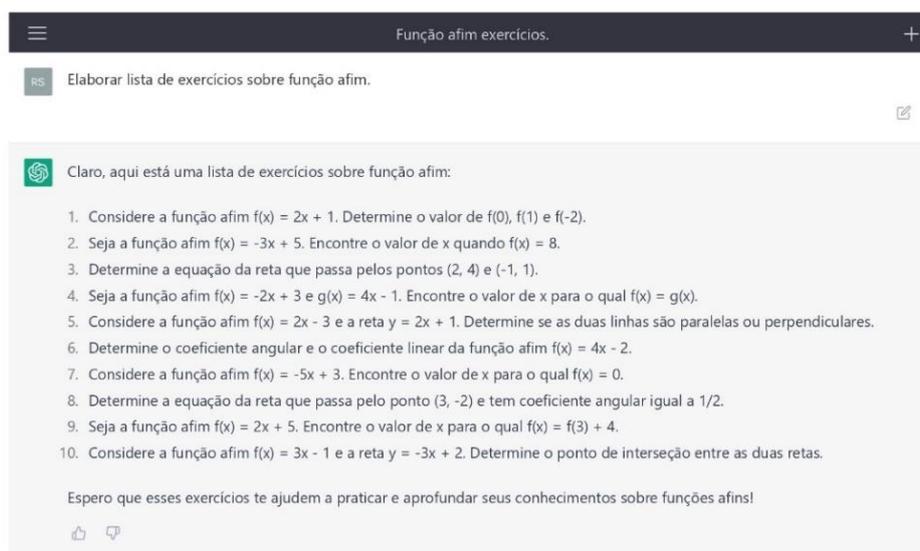


Fonte: Captura de tela do ChatGPT (2023).

As questões utilizadas foram retiradas do livro didático *Conexões com a Matemática* (LEONARDO, 2016). Observamos que as soluções redigidas pelo aplicativo, além de corretas, apresenta uma organização com cálculos e descrições textuais bem elaborados. Desse modo, com esse recurso estudantes poderão corrigir exercícios, tirar dúvidas de questões mais difíceis e utilizar em rotinas de estudos, no entanto, também poderão utilizar este recurso para simplesmente copiar a resolução de exercícios propostos sem nenhum esforço para tentar resolver ele próprio.

Nesta perspectiva, o robô poderá ser utilizado na elaboração e compreensão da solução de questões, otimizando o tempo e o planejamento do professor. Ele também possibilita elaborar listas de exercícios para serem utilizadas com os estudantes. Na figura 4, solicitamos uma lista de exercícios sobre Função Afim, o que foi prontamente atendido pelo ChatGPT. Na lista temos problemas que contemplam vários aspectos da função polinomial do primeiro grau.

Figura 4: Lista de exercícios de Função Afim elaborada pelo ChatGPT



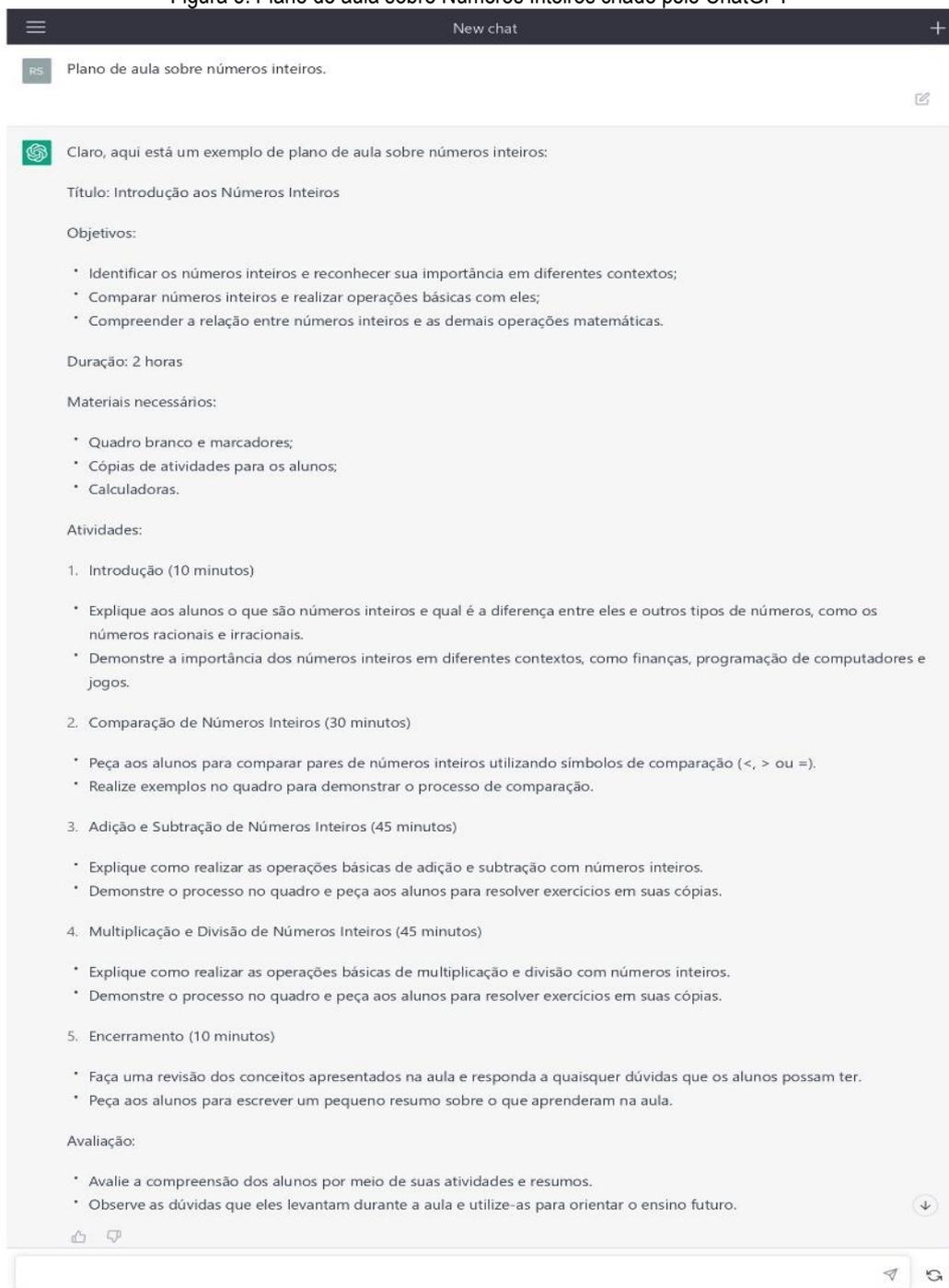
Fonte: Captura de tela do ChatGPT (2023).

Assim, ele pode auxiliar o professor fornecendo atividades que podem ser utilizadas em aulas de Matemática. Dando continuidade aos testes, fomos além e solicitamos um plano de aula sobre Números Inteiros e em poucos minutos o robô apresentou uma proposta. Como verificamos na figura 5, é impressionante a capacidade de criação, originalidade e criatividade do programa diante de tarefas que humanos levariam mais tempo para produzir.

O plano de aula proposto pelo ChatGPT apresenta uma estrutura organizada, seguindo um modelo que normalmente é utilizado: título, objetivos, duração, recursos, procedimentos metodológicos de ensino e critérios de avaliação. Esse recurso possibilita a criação de roteiros e planos de aula de forma praticamente instantânea, podendo reduzir até em horas o tempo de planejamento. É assustadoramente positiva essa capacidade do programa que pode significar a automação do planejamento pedagógico com o emprego de roteiros, tarefas e projetos para as aulas produzidos pelo robô.

Quanto aos aspectos do plano verificamos ser coerente, válido quanto à abordagem matemática e dinâmico com tarefas participativas e ativas do ponto de vista do estudante, no entanto, não apresenta as referências utilizadas.

Figura 5: Plano de aula sobre Números Inteiros criado pelo ChatGPT



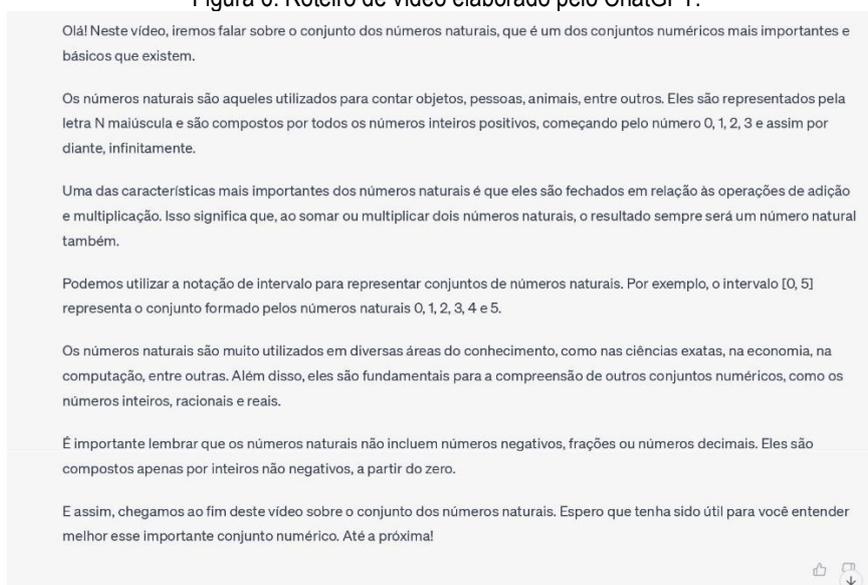
Fonte: Captura de tela do ChaGPT (2023).

Desse modo, consideramos que o uso do ChatGPT pode servir como ferramenta na elaboração de roteiros e atividades para a sala de aula. Meyer (2020) recomenda usar a Modelagem Matemática sem moderação, pois é uma tendência em Educação Matemática na qual consiste na “arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual” (BASSANEZI, 2002, p. 24). Através do aplicativo, é

possível criar roteiros de aulas que utilizem a modelagem e como também outras metodologias de ensino.

Diante da falibilidade dos instrumentos normalmente usados nos processos avaliativos e da necessidade de buscar novos métodos de avaliação (VAZ; NASSER, 2019), a produção de vídeos em sala de aula é uma estratégia de ensino e aprendizagem da Matemática (SANTANA; SOUZA, 2016) e apontada por Borba e Canedo Junior (2020) para compor o processo avaliativo. Nesse sentido, o aplicativo em questão pode auxiliar na elaboração de roteiros de vídeos a serem produzidos por estudantes. Na figura 6 vemos um roteiro de vídeo sobre o conjunto dos números naturais criado pelo robô.

Figura 6: Roteiro de vídeo elaborado pelo ChatGPT.



Fonte: Captura de tela do ChatGPT (2023).

O roteiro da figura acima apresenta uma linguagem simples e criativa, que adotado em sala de aula auxilia os estudantes na produção de vídeos e aprendizagem de conceitos matemáticos. Embora a criação do roteiro não seja dos estudantes, estes terão de gravar o vídeo a partir do texto e selecionar elementos visuais que irão compor o curta-metragem. Diante do contexto de resultados insatisfatórios em avaliações de larga escala como o PISA e do que recomenda a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é preciso superar o formalismo matemático (JOLANDEK; PEREIRA; MENDES, 2019), e o ChatGPT pode contribuir na elaboração de tarefas que possa tornar o ensino da Matemática mais atraente e contextualizado.

Durante os testes feitos, verificou-se ainda alguns erros na visualização de algumas respostas de contas mais complicadas, nesses casos foi necessário a atualização da página. Alguns exercícios mais complexos não foram resolvidos corretamente e quando solicitada a regeneração da resposta o robô apresentou outras soluções incorretas, o que demonstra algumas limitações do programa até o momento. Os testes foram feitos na versão gratuita do *chatbot*. Por isso, faz-se necessário análise e atenção sobre o que é produzido pela IA, visto que “podem apresentar informações incorretas e descontextualizada e um leigo pode não observar os momentos em que isso acontece, o que é chamado de “ChatGPT Hallucinations” (SANT’ANA; SANT’ANA; SANT’ANA, 2023, p. 83).

Cabe ressaltar que Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana (2023) apontaram ainda o travamento, interrupção do chat, dentre outros problemas. Segundo os autores, as devolutivas do programa também dependem da solicitação formulada. “É necessário também que se proceda de maneira a refinar a solicitação, então: quanto mais exato/claro, melhor será a resposta, ou seja, o protocolo de encaminhamento das solicitações é fundamental para uma boa devolutiva” (SANT’ANA; SANT’ANA; SANT’ANA, 2023, p. 83).

Entretanto, é necessário bom senso e postura crítica diante da serventia do recurso. Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana (2023, p. 83) advertem que “[...] não se dispensa o monitoramento do que é produzido, bem como especial atenção para possíveis questões éticas, legais e irregularidades nas informações”. Ademais, o professor também poderá utilizar o ChatGPT para pesquisas em salas de aula, para trabalhar temas que envolvam a IA e programação e sugerir aos estudantes como recurso na orientação de rotina de estudos. Vale ressaltar que a utilização de instrumentos digitais no ensino de Matemática requer uma postura reflexiva e aprendizado necessário do recurso (RIBEIRO; SANT’ANA; SANT’ANA, 2021), além de se construir contextos em que a IA esteja ao serviço do homem (HARARI, 2018).

5 Considerações

As considerações feitas aqui acerca do robô conversacional ChatGPT no processo de ensino da Matemática são de caráter inicial e reforçam a necessidade de se pesquisar mais sobre esse recurso e seus impactos na Educação Matemática. No entanto, é possível fazer algumas ponderações sobre seus benefícios e eventuais desvantagens. Verificou-se que de fato apresenta a solução de problemas matemáticos com eficiência, rapidez e assertividade, entretanto, ainda existe algumas dificuldades na solução de exercícios mais complexos.

Entendemos que este pode auxiliar na compreensão e correção de atividades da disciplina, no entanto, pode fazer com que os estudantes não se esforcem tanto para resolver os exercícios. Ademais, a criação de tarefas, roteiros, projetos e planejamentos de aulas são benefícios que o programa oferece aos professores e às escolas e pode representar uma economia de tempo e um “ponto de partida” para projetos diversos.

Diante das reflexões levantadas, ficam alguns questionamentos: como as escolas se comportarão frente à inteligência artificial? Até que ponto é salutar o uso da inteligência artificial na educação? Qual o papel da inteligência artificial na formação e atuação de professores? Seria a inteligência artificial a sexta fase das tecnologias digitais em Educação Matemática? São questões que deverão de ser investigadas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com colaboração e cooperação do Grupo de Estudos em Educação Matemática (GEEM)², de maneira que agradecemos aos integrantes pela discussão, apontamentos e sugestões.

Referências

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino - aprendizagem com Modelagem matemática**. 3 ed. Editora Contexto: São Paulo, 2002.

BARRETO, Adilson Ferraz; SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin. A gamificação no processo de ensino e aprendizagem da Matemática por meio da Webquest e do Scratch. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 4, n. 1, p. 44–59, 2020. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rid/article/view/6144>. Acesso em: 31 out. 2022.

BORBA, Marcelo de Carvalho; CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha. Modelagem Matemática com Produção de Vídeos Digitais: reflexões a partir de um estudo exploratório. **Com a Palavra, O Professor**, v. 5, n. 11, p. 171–198, 2020. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PHP/article/view/561>. Acesso em: 11 Jan. 2023.

BRITO, Cláudio da Silva; SANT'ANA, Claudinei de Camargo. Formação docente e jogos digitais no ensino de matemática. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 415–434, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/4100>. Acesso em: 31 out. 2022.

² O GEEM - Grupo de Estudos em Educação Matemática iniciou seus trabalhos em 2004, com o objetivo de fortalecer o debate e as discussões, promovendo pesquisas no campo da Educação Matemática, como: História do Ensino da Matemática, Formação de Professores e Tecnologias de Informação e Comunicação. Disponível em: <http://geem.mat.br/br/node/68>.

BRITO, Cláudio da Silva; SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin. Memes com viés matemático e suas potencialidades para o ensino de Matemática. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, v. 5, n. 1, p. 173-188, 2020. <https://seer.ufs.br/index.php/ReviSe/article/view/12019>. Acesso em: 31 out. 2022.

CAMADA, Marcos Yuzuru de Oliveira; DURÃES, Gilvan Martins. Ensino da Inteligência Artificial na Educação Básica: um novo horizonte para as pesquisas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 31., 2020, Natal. **Anais [...]** Natal: SBC-OpenLib, 2020. p. 1553-1562. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12911/12765>. Acesso em: 15 Fev. 2022.

CHAVES, Leticia Saraiva. **Utilizando um modelo Transformer no processo de identificação de entidades nomeadas em textos criminais**. 2021. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará. Quixadá. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/61224/1/2021_tcc_Ischaves.pdf. Acesso em: 23 Mar. 2023.

COZMAN, Fábio G.; PLONSKI, Guilherme Ari; NERI, Hugo. (Org.). **Inteligência artificial [livro eletrônico]: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/download/650/579/2181?inline=1>. Acesso em: 23 Mar. 2023.

DANTAS, Leonardo Santana. **Transformers: Teoria e Viabilização**. 2021. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Escola de Matemática Aplicada da Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30819/Trabalho%20de%20Conclus%C3%A3o%20de%20Curso%20-%20Leonardo%20Dantas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 Mar. 2023.

ESCOVEDO, Tatiana; KOSHIYAMA, Adriano. **Introdução a Data Science: Algoritmos de Machine Learning e métodos de análise**. Casa do Código, 2020.

GARCIA, Ana Cristina Bicharra. Ética e Inteligência Artificial. **Computação Brasil**, n. 43, p. 14-22, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5753/CompBR.2020.43.1791>. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/comp-br/article/view/1791>. Acesso em: 15 mai. 2023.

HARARI, Yuval Noah. **21 Lessons for the 21st Century**. Nova York: Spiegel & Grau, 2018.

JOLANDEK, Emilly Gonzales; PEREIRA, Ana Lúcia; MENDES, Luiz Otavio Rodrigues. Avaliação em larga escala e currículo: relações entre o PISA e a BNCC. **Com a Palavra, O Professor**, v. 4, n. 10, p. 245-268, 2019. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/ CPP/article/view/370>. Acesso em: 11 Abr. 2023.

LANDIM, Wikerson. **ChatGPT: o que é, como funciona e como usar**. Mundo Conectado, 2023. Disponível em: <https://mundoconectado.com.br/artigos/v/31327/chat-gpt-o-que-e-como-funciona-como-usar>. Acesso em: 14 Fev. 2023.

LEONARDO, Fabio Martins de. (ed.). **Conexões com a Matemática**. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2016.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. (2. ed.) São Paulo: Editora 34, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2003.

MARQUES, Tatiana Martins; SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin. Sala de aula invertida no ensino de função afim: uma experiência docente. **Com a Palavra, o Professor**, v. 7, n. 19, p. 195–210, 2022. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PHP/article/view/890>. Acesso em: 01 fev. 2023.

MEYER, João Frederico da Costa Azevedo. Modelagem Matemática: O desafio de se 'fazer' a Matemática da necessidade. **Com a Palavra, O Professor**, v. 5, n. 11, p. 140–149, 2020. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PHP/article/view/559>. Acesso em: 11 Abr. 2023.

MORAES, Sílvia M. W.; SOUZA, Luciano Severo de. Uma Abordagem Semiautomática para Expansão e Enriquecimento Linguístico de Bases AIML para Chatbots. In: Congresso Internacional de Informática Educativa, 20., 2015, Santiago. **Anais [...]** Santiago: Universidad de Chile, p. 600-605, 2015. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/600-605.pdf>. Acesso em: 23 Mar. 2023.

OPENAI. OpenAI, c-2015-2023. **Página Inicial**. Disponível em: <https://openai.com/>. Acesso em: 06 Fev. 2023.

RIBEIRO, Elisângela Soares; SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin; PACHECO, Ana Gabriela Dias. Facebook, google drive e a matemática: uma rede interativa e reflexiva no ensino superior. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, v. 4, n. 2, p. 53-75, 2020. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/1470>. Acesso em: 31 out. 2022.

RIBEIRO, Elisângela Soares; SANT'ANA, Irani Parolin; SANT'ANA, Claudinei de Camargo. Desafios do ensino de matemática com tecnologias digitais nos anos iniciais. **Roteiro**, v. 46, p. e23740, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/23740>. Acesso em: 31 out. 2022.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. Tradução: Regina Célia Simille de Macedo. Elsevier Editora Ltda, 2013. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~qtsa/Periodo/PDF/4P/SI.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2023.

SANT'ANA, Claudinei de Camargo. Métodos Pedagógicos na Bahia: Aspectos da influência Francesa, nas últimas décadas do século XIX e início do século XX. **EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 8, n. 3, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/23487/pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.

SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin. Aspectos gerais do ensino de Matemática no estado da Bahia (1890-1970). **Com a Palavra, o Professor**, v. 4, n. 8, p. 93–105, 2019. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PHP/article/view/430>. Acesso em: 01 fev. 2023.

SANT'ANA, Fabiano Parolin; SANT'ANA, Irani Parolin; SANT'ANA, Claudinei de Camargo. Uma utilização do Chat GPT no ensino. **Com a Palavra, O Professor**, v. 8, n. 20, p. 74–86, 2023. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/_CPP/article/view/951. Acesso em: 11 mai. 2023.

SANTANA, Cosmerina Angélica Soares Cruz de; SOUSA, Adriana Santos. Produção de videoaula e aprendizagem de matemática: uma opção possível? **Com a Palavra, o Professor**, v. 1, n. 1, p. 01–10, 2016. DOI: 10.23864/cpp-v1-n1-51. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/_CPP/article/view/51. Acesso em: 13 mai. 2023.

SANTOS, Bergston Luan; ARRUDA, Eucido Pimenta. Dimensões da Inteligência Artificial no contexto da educação contemporânea. **Educação UNISINOS**, v. 23, n. 4, p. 725-741, out. 2019. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-62102019000400725&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 09 mai. 2023.

SANTOS, Lucas Rocha; MATOS, Mariana Lima; SANT'ANA, Irani Parolin. As Tendências em Educação Matemática na percepção de professores de matemática. **Revista de Educação Matemática**, [S. l.], v. 18, p. e021005, 2021. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/392>. Acesso em: 26 jan. 2023.

SANTOS, Renan Pereira; PIRES, Fernando de Carvalho. Possibilidades de Ampliação da “Sala de Aula” e de Aprimoramento de Práticas Matemáticas com o Auxílio das Tecnologias Digitais. **Educação Matemática Em Revista**, v. 28, n. 78, p. 72-90, 2023. <https://doi.org/10.37001/emr.v28i78.2681>. Disponível em: <http://www.sbemrevista.com.br/revista/index.php/emr/article/view/2681>. Acesso em: 11 Abr. 2023.

SANTOS, Zenildo; SANT'ANA, Claudinei de Camargo. Integração do Google Drive e WhatsApp como ambiente de aprendizagem em uma disciplina no ensino superior. **Revista de Ciência da Computação**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/recic/article/view/4919>. Acesso em: 31 out. 2022.

SILVA, Felipe Queiroz da; MAZORCHE, Sandro Rodrigues; SANT'ANA, Claudinei de Camargo; SANT'ANA, Irani Parolin. Um relato de experiência da utilização de RPG Pedagógico no Ensino de Matemática. **Com a Palavra, o Professor**, v. 7, n. 19, p. 122–134, 2022. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/_CPP/article/view/897. Acesso em: 01 fev. 2023.

TAVARES, Luis Antonio; MEIRA, Matheus Carvalho; AMARAL, Sergio Ferreira do. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, jul. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539/11346>. Acesso: 10 mai. 2023.

VASWANI, Ashish; SHAZEER, Noam; PARMAR, Niki; USZKOREIT, Jakob; JONES, Llion; GOMEZ, Aidan N.; KAISER, Lukasz; POLOSUKHIN, Illia. Attention Is All You Need. In: Conference on Neural Information Processing Systems, 31., 2017, Long Beach. **Anais** [...] Long Beach: Arxiv, 2017. p. 1-15. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1706.03762>. Acesso em: 23 Mar. 2023.

VAZ, Rafael Felipe Novôa; NASSER, Lilian. Em busca de uma avaliação mais “justa”. **Com a Palavra, O Professor**, v. 4, n. 10, p. 269–289, 2019. Disponível em: http://revista.geem.mat.br/index.php/_CPP/article/view/367. Acesso em: 11 Abr. 2023.