

**FACULDADE SOUZA MARQUES**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS NATURAIS, HUMANAS E EDUCAÇÃO**  
**CURSO DE QUÍMICA**

**LAISLENE DE SOUZA NUNES**

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ALIADO AO ENSINO DA QUÍMICA**

**Rio de Janeiro**

**2024**

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

D972u DE SOUZA NUNES, LAISLENE.  
O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DA  
QUÍMICA / LAISLENE DE SOUZA NUNES.-2024.  
31 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em  
Análises Clínicas) -- Fundação Técnico-Educacional  
Souza Marques, Rio de Janeiro, 2024.

Orientador: MARCIO FRANCO.

1. Inteligência artificial . 2. Machine Learning  
. 3. Chatbots educacionais . 4. Ensino da química.  
5. Tecnologia. I. Título.

LAISLENE DE SOUZA NUNES

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ALIADO AO ENSINO DA QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Ciências Naturais, Humanas e  
Educação da Faculdade Souza Marques  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Licenciatura em Química

ORIENTADOR: MARCIO FRANCO

**Rio de Janeiro**

**2024**

LAISLENE DE SOUZA NUNES

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ALIADO AO ENSINO DA QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Ciências Naturais, Humanas e  
Educação da Faculdade Souza Marques  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Licenciatura em Química

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Marcio Franco (Orientador)  
Fundação Técnico Educacional Souza Marques

---

Prof<sup>a</sup>. Simone Rezende  
Fundação Técnico Educacional Souza Marques

---

Prof(a). Alexandre Carauta  
Fundação Técnico Educacional Souza Marques

Rio de Janeiro  
2024

## **Agradecimentos**

Agradeço, primeiramente, ao meu amigo, Espírito santo, por me fortalecer todos os dias para que eu pudesse chegar até aqui e concluir mais um ciclo na minha vida; por me dar a certeza de que em Cristo eu sou mais que vencedora e que não há impossível para aqueles que buscam e confiam em ti. Sem a sua ajuda nada disso seria possível, obrigada por me colocar de pé diante de todas as situações e por não me deixar desistir.

À minha mãe, Marcia Maria, que me apoiou desde o início dessa jornada, me incentivando, acreditando no meu potencial, mas que infelizmente não está mais ao meu lado para presenciar o final dessa corrida. Não tenho dúvidas de que estaria muito orgulhosa.

À minha avó, Maria Helena, e ao meu avô, Osmar Lourenço, que presenciou metade dessa jornada, mas infelizmente não poderá presenciar o final dela. Obrigada por todo apoio que me deram ao longo da minha vida, sendo ajudantes essenciais na minha criação antes e após a morte do meu pai.

Aos meus irmãos Alex Sandro e Marcelle Christina, por todo carinho, incentivo, apoio e admiração. É uma honra ser um exemplo para vocês e poder caminhar ao seu lado. Vocês são presentes de Deus na minha vida e estarei sempre aqui por vocês.

Aos meus familiares, em especial Marcia Maria, Anderson Nunes, Marco Vinicius, Michelle Andrade, Adriana Nunes, Gabrielly Macedo, Andreia Vieira, Elen Vieira, Leni Vieira e Wanderson Nunes, Ana Dutra e Penina por sempre torcerem por mim e por, de diferentes formas, terem participado de mais uma etapa da minha vida.

Aos meus amigos, em especial Natalia Gomes, que iniciou essa jornada comigo e se tornou muito mais que uma amiga de faculdade, uma irmã e comadre, e ao meu amigo Marco André Dutra, que é mais que um amigo, um irmão e foi fundamental para eu me manter com foco e fé diante dos cenários mais difíceis que eu vivi na minha vida.

Aos meus sobrinhos Davi Miguel, Ana Clara, Suellen, Alice, Adrielly Victoria, à minha afilhada Maju e Heitor, e às minhas sobrinhas que estão prestes a chegar ao mundo. Aurora e Manuela que, apesar de não entenderem, são as minhas motivações, o olhar de admiração de vocês me inspira a ser melhor a cada dia, para que vocês possam sempre ter em mim um exemplo a ser seguido.

## RESUMO

O presente trabalho traz uma argumentação sobre o uso da Inteligência Artificial aliado à aprendizagem, sobretudo na área da química, num período em que tal tecnologia vem ganhando espaço entre os jovens nas mais diversas áreas. Para isso, problematiza-se o uso equivocado da ferramenta pelos alunos fazendo com que, em vez de servir como um auxílio, ela acabe prejudicando seu desenvolvimento. Além disso, o texto destaca e incentiva o uso correto da Inteligência Artificial para alcançar resultados satisfatórios na aprendizagem, trazendo exemplos de plataformas e de como utilizá-las aliadas ao ensino da química, destacando a necessidade de se ter um corpo docente alinhado às novas tendências e da desestigmatização da tecnologia como forma de aprendizado. A metodologia utilizada é a indutiva, através da revisão de literatura, e a pesquisa conclui que a Inteligência Artificial pode ser uma grande aliada no processo de ensino-aprendizado, desde que aplicada da maneira correta.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial; ensino; tecnologia; química.

## **ABSTRACT**

This work presents an argument about the use of Artificial Intelligence combined with learning, especially in the area of chemistry, in a period in which such technology has been gaining ground among young people in the most diverse areas. To this end, the incorrect use of the tool by students is problematized, meaning that, instead of serving as an aid, it ends up harming their development. Furthermore, the text highlights and encourages the correct use of Artificial Intelligence to achieve satisfactory learning results, providing examples of platforms and how to use them in conjunction with chemistry teaching, highlighting the need to have a faculty aligned with new trends and the destigmatization of technology as a form of learning. The methodology used is inductive, through literature review, and the research concludes that Artificial Intelligence can be a great ally in the teaching-learning process, as long as it is applied correctly.

**Keywords:** Artificial Intelligence; education; technology; chemistry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> — infográfico ChatGPT na educação. ....	14
---	----

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	8
<b>2. Benefícios da Inteligência Artificial .....</b>	<b>11</b>
2.1. A inteligência artificial .....	11
2.2. A Inteligência Artificial no ensino .....	12
2.3. A Inteligência Artificial na Química e no ensino da Química .....	15
<b>3. Ferramentas de inteligência artificial no ensino da química .....</b>	<b>17</b>
3.1. Machine Learning .....	17
3.2. Simulações virtuais .....	18
3.3. Chatbots educacionais .....	20
<b>4. Os desafios e limitações da inteligência artificial no ensino da química .....</b>	<b>21</b>
4.1. Falta de empatia e diminuição da interação humana .....	21
4.2. Precisão e confiabilidade .....	22
4.3. Dependência de dados .....	23
4.4. Desigualdade Educacional .....	23
4.5. Dependência Excessiva e Aprendizagem Mecânica .....	24
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>26</b>

## 1. Introdução

A evolução da tecnologia tem transformado a forma de ver e lidar com o mundo. Perguntas cujas respostas, décadas atrás, eram encontradas em semanas ou até meses, com idas a bibliotecas incontáveis páginas de livros e enciclopédias, hoje podem ser respondidas em um simples clique. A forma de criar laços e fazer contato mudou, a velocidade da informação mudou e, é claro, não poderia ser diferente na educação e nas mais diversas áreas do saber. É relevante acrescentar que, como consequência, o avanço tecnológico também tomou o seu lugar na área da Educação e trouxe inúmeros benefícios capazes de influenciar significativamente o processo de ensino-aprendizagem, tornando-se, inclusive, um mecanismo de motivação para que o aluno possa desenvolver suas potencialidades, além de permitir aos docentes um novo modelo de ensino, necessário à sua prática diária (Gimaraes et. al., 2022).

Não está muito longe a época em que tudo, de uma simples mensagem a uma pesquisa para um trabalho escolar, era feito no papel, com dias e até semanas para a total realização. Foi há menos de um século, na década de 1940, que surgiu o primeiro computador, uma das maiores descobertas da sua época que, ainda assim, para os dias de hoje nada tem a oferecer (Guimaraes et. al., 2022). Isso só evidencia a velocidade com que a tecnologia avança e a necessidade de se adaptar a ela em todas as áreas em que isso for possível.

Recentemente, a população mundial foi acometida por uma pandemia em decorrência do COVID-19, o coronavírus. Em meio a uma quarentena, as instituições de ensino se viram obrigadas a recorrer a uma nova forma de ensino que pudesse ser ofertada de maneira remota. Algumas instituições mais preparadas logo implementaram a nova oferta de ensino, mas muitas outras passaram longos meses sem aulas, retardando o desenvolvimento escolar de milhares de alunos, devido a um despreparo para lidar com esse tipo de situação. A disparidade no aprendizado entre alunos que estudavam em um e no outro tipo de instituição evidenciou ainda mais a urgência em se estar preparado para lidar com situações em que a tecnologia precise agir como protagonista. Demonstrou-

se não apenas uma questão de adaptação tecnológica, mas de equidade de oportunidades. Alunos de instituições mais bem preparadas, em maioria privadas, tiveram pouco ou nenhum atraso em seu aprendizado, enquanto alunos de instituições sem o preparo para lidar com esse tipo de emergência, em maioria instituições públicas, chegaram a perder meses de aula.

As ciências da natureza são as áreas em que os alunos mais demonstram dificuldades em compreender a razão de estudar, e a Química, principalmente, é a que traz maior dificuldade de aprendizado (Fiori e Goi, 2020) devido à sua complexidade e falta de uma forma de ensino atrativa. Nesse período de pandemia, ficou evidente como as plataformas digitais voltadas para o ensino podem auxiliar quanto a isso, se usadas e estimuladas de forma correta.

Um conceito relacionado à tecnologia que cresceu e vem ganhando cada vez mais espaço é a Inteligência Artificial, que promete revolucionar e otimizar ainda mais a forma de realizar tarefas e obter conhecimentos. Desde dúvidas cotidianas até um passo a passo de como fazer um trabalho acadêmico ou escolar, a Inteligência Artificial vem se destacando entre os jovens, e seria um erro o ambiente escolar e acadêmico não se adaptar a essa nova realidade.

Cada vez mais estudantes recorrem à Inteligência Artificial para fazer seus trabalhos escolares e acadêmicos. Trata-se de *softwares* altamente inteligentes, programados para tomar decisões de forma autônoma com base no que é pedido, e fazem isso de forma cada vez mais eficiente a partir de uma base de dados. A urgência é tanta que já foram criadas ferramentas para detectar se um texto foi escrito por uma inteligência artificial, de forma a controlar o que os estudantes têm, de fato, produzido e o que foi feito por um *chatbot*.

É justamente dessa necessidade de controle que surge a discussão que é pauta deste trabalho. Sabe-se que a geração atual, e as futuras ainda mais, serão cada vez mais atraídas pelas tecnologias facilitadoras. O mundo caminha para um momento em que a praticidade estará acima da produtividade e do conhecimento, e é importante alinhar esses conceitos de forma que o primeiro atue apenas como facilitador para se alcançar os outros dois.

O presente trabalho visa, portanto, estabelecer um debate acerca dessa adaptação, discutindo formas de tornar o aprendizado mais atrativo usando aquilo com o que a geração atual naturalmente apresenta aptidão: a tecnologia. O foco do texto será essa adaptação voltada para o ensino, especificamente da química, discutindo ferramentas e métodos de ensino ligados à tecnologia e à Inteligência Artificial de forma a otimizar o ensino dessa ciência nas escolas, a partir de uma explicação mais aprofundada acerca da Inteligência Artificial e de seus benefícios para a aprendizagem em sala de aula. Em seguida, serão apresentadas aplicações práticas da ferramenta para uso em sala de aula e seus benefícios e, por último, serão apresentados os desafios que ainda dificultam essas aplicações.

## 2. Benefícios da Inteligência Artificial

### 2.1. A inteligência artificial

Inteligência Artificial é, como o nome diz, um sistema capaz de imitar a inteligência humana em dispositivos eletrônicos. Eles são programados para, além de receber ordens, também tomar decisões e resolver problemas de forma autônoma, baseando-se em padrões de bancos de dados. O objetivo é trazer cada vez mais praticidade, facilitando a execução de tarefas. Se antes eram necessárias horas e mais horas numa biblioteca, abrindo e paginando dezenas de livros para fazer uma pesquisa, a tecnologia nos permitiu fazer isso em alguns cliques com a criação do Google. A Inteligência Artificial, no entanto, diminuiu ainda mais os cliques e dinamizou a obtenção de informações. Com *chatbots* como o ChatGPT, é possível obter informações simulando uma conversa, onde o usuário pergunta e ele, com base nas informações armazenadas em bancos de dados, responde (Pereira e Souza, 2023).

Também são alguns exemplos de inteligências artificiais que atuam na execução de tarefas: a Siri, da Apple; a Cortana, da Windows; a Google Assistente, da Google; e a Alexa, da Amazon. O usuário dá um comando e os *softwares* o executam com maestria, interagindo com o usuário.

Uma crescente discussão acerca do uso desses softwares para o desempenho de tarefas que, num passado não muito distante, eram executadas apenas pelo ser humano é justamente a preocupação com a substituição da mão de obra humana pelas máquinas, o que poderia resultar no aumento do número de desemprego no Brasil e no mundo e trazer um impacto significativo no mercado de trabalho. No entanto, essa é uma perspectiva pouco ampla. A verdade é que, com atividades que podem ser automatizadas sendo feitas por máquinas, o homem terá mais tempo para desenvolver novas habilidades e ampliar o mercado de trabalho, se expandindo para áreas em que o fator humano não tem como ser substituído. Além disso, ao substituir o homem em tarefas perigosas, por exemplo, a máquina traz um impacto positivo ao número de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais (Araújo, 2020). Na Educação, isso pode se estender a execução de

tarefas como correção de provas e preparação de aulas, otimizando o tempo do professor para se dedicar às aulas e aos alunos.

Um exemplo de área em que as máquinas não podem substituir o homem são as Artes. Apesar das inúmeras recentes criações de artes por Inteligência Artificial, estas não podem ser comercializadas por não se tratar de algo produzido por alguém. A máquina não cria, mas copia. A criação de sites detectores de textos produzidos por máquinas é um exemplo. Os textos são mecânicos, não são orgânicos. Não trazem a clareza ou a profundidade que um ser humano consegue transmitir. Ainda que as máquinas possam atuar como auxiliares para um artista, ela nunca poderá substituí-lo.

Vale destacar que o intuito da criação desses *softwares* foi, sobretudo, a otimização de processos e a automatização de tarefas, como responder clientes ou auxiliar em procedimentos médicos, por exemplo. Sempre como uma forma de auxiliar o homem de forma que este não esteja sempre sobrecarregado em suas tarefas (Neoway, 2023). Assim, a presença da I.A. é uma tendência não apenas para os dias atuais, mas tende a ganhar cada vez mais força, sendo a sua adoção quase inevitável em diferentes setores do mercado — o que, é claro, inclui a Educação.

## 2.2. A Inteligência Artificial no ensino

Como um exemplo de *chatbot* — termo que será abordado mais à frente neste trabalho — que tem ganhado um destaque relevante, o ChatGPT (*Generative Pre-Training Transformer*, do inglês Transformador Pré-Treinado Generativo) tem sido cada vez mais usado por alunos de escolas e universidades para concluir suas tarefas. O problema começa na forma como esse software tem sido utilizado não como um facilitador, mas como autor das tarefas. O número de jovens e adolescentes pedindo para que o *bot* produza todo um texto do zero, a partir unicamente do tema, é tão grande que foram criadas ferramentas com o objetivo de detectar padrões que identificam se o texto foi ou não escrito por um ser humano (Amaral et. al., 2020).

Com isso, especialistas sobre o tema afirmam que o uso da inteligência artificial pode acarretar, por exemplo, na falta de apreço pela leitura, em limitações no aprendizado e até mesmo na dificuldade em expressar oralmente suas ideias com clareza (Keller, 2023). Apesar disso, não é necessário enxergar a tecnologia como vilã. Elena Mallmann, professora e pesquisadora da temática, afirma, inclusive, que essas limitações só irão ocorrer justamente se a escola e os docentes omitirem a existência de tais tecnologias. Isso porque, ao omitir, o docente negligencia o fato de que o aluno vai saber da existência, de uma forma ou de outra, e, ao descobrir sem o estímulo da escola, é muito mais provável que utilize da forma errada, para obter respostas que deveriam ser aprendidas. Já ao inserir a inteligência artificial como parte do ensino, como por exemplo propondo tarefas de pesquisa a partir de um compilado dos *chatbots*, o educador incentiva o aluno ao uso correto do *software*, como um auxílio para aprender mais e não como substituto ao aprendizado.

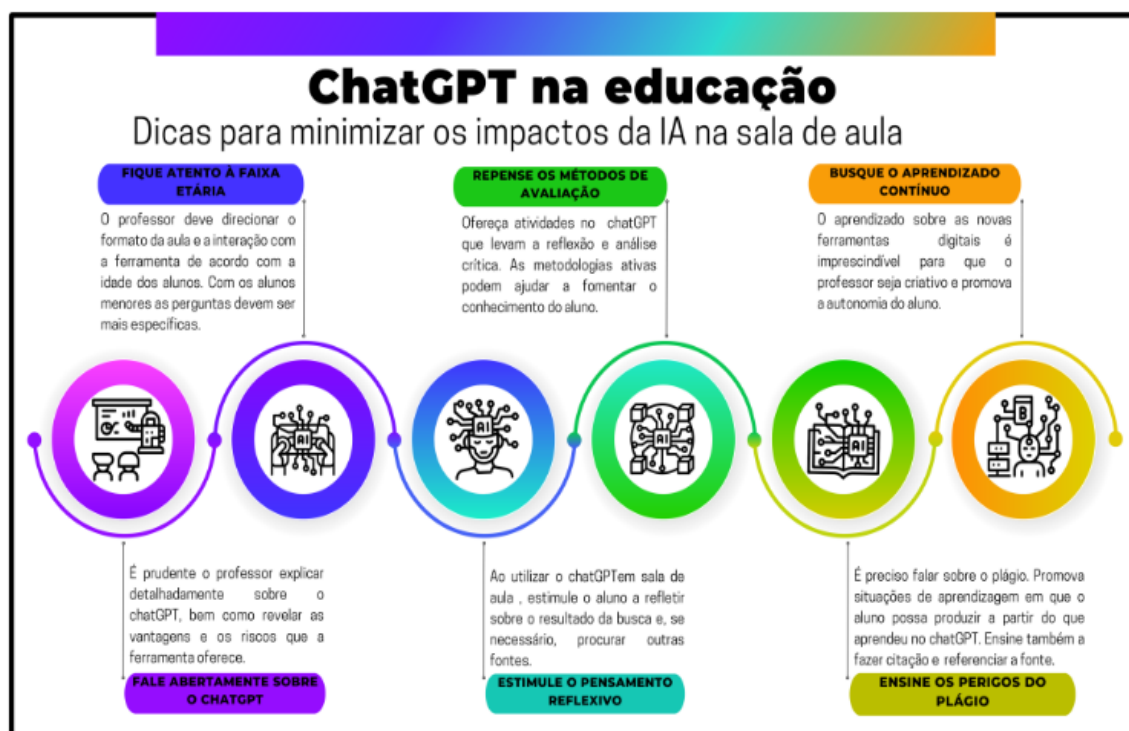
Se o ChatGPT é capaz de criar textos completos, por exemplo, uma ideia é que o docente incentive seu uso para que o aluno aprenda a argumentação, influenciando para que ele enxergue a tecnologia como uma aliada para o aprendizado.

Sabe-se que ministrar uma aula que desperte o interesse do estudante é uma missão difícil levando em conta as condições educacionais no Brasil, com salas de aula abarrotadas e poucos recursos para lidar com tantos alunos. Dessa forma, a Inteligência Artificial pode atuar como aliada para flexibilizar esse processo, atuando não como antagonista da educação, mas aliada a ela. Além de tornar o aprendizado mais dinâmico e interessante, a tecnologia aliada à educação exerce também um papel multidisciplinar, já que une as matérias escolares à ciência tecnológica (Carmo et. al., 2023).

Apesar de a Inteligência Artificial estar sendo amplamente implementada nas atividades cotidianas, na área da Educação ela ainda caminha a passos lentos, e a principal causa disso é justamente esse tabu que envolve seu uso por parte dos educadores. No entanto, deve-se ter em mente que estudar seu uso no ensino é uma forma de buscar soluções que agreguem valor para o ensino, levando em consideração a importância de manter o aspecto humano do trabalho em equipe,

pensamento crítico, flexibilidade e outras competências que a tecnologia não pode proporcionar (Amaral et. al., 2020).

Figura 1 — infográfico ChatGPT na educação.



Fonte: Grossi et. al., 2023.

No infográfico acima (Figura 1), elaborado pelos autores do artigo *Contribuições da Inteligência Artificial para a Educação*, são dadas algumas dicas de como educadores podem utilizar o ChatGPT — se estendendo, também, para qualquer outro tipo de I.A. — sem que isso prejudique o aprendizado e desenvolvimento dos alunos. Falar abertamente sobre o *software* é uma dessas dicas, o que remete mais uma vez à fala de Elena Mallmann, já citada anteriormente, sobre como ocultar a existência da Inteligência Artificial apenas negligencia seu uso por parte dos discentes. Além disso, alerta para a importância de ensinar sobre os perigos do plágio, mais uma vez fazendo alusão a tópicos já abordados aqui, como os perigos de fazer da I.A. autora, e não facilitadora, de textos e trabalhos.

Ao dizer para repensar os métodos de avaliação, o infográfico abre margem para uma discussão sobre novos métodos de avaliar e ensinar usando, para isso, o próprio chatbot. Propor uma I.A. como aliado a uma forma de avaliação apresenta

ao discente o software como uma maneira de se obter conhecimento, ao invés de uma maneira de terceirizar o conhecimento.

No mesmo artigo, os autores apresentam um plano de aula elaborado pelo ChatGPT para uma turma de 3º ano, o que ele faz com maestria, evidenciando as tecnologias não apenas como um auxílio no aprendizado do discente, mas na forma de ensinar do docente, que pode ter seu trabalho feito de maneira ágil e assertiva sem que a máquina aja como sua substituta no processo de lecionar.

Compreende-se, portanto, a Inteligência Artificial como parte do processo de ensino-aprendizagem, tomando cada vez mais espaço no cenário educacional e tornando inevitável a necessidade de se adaptar ao invés de lutar contra ela. Um futuro em que os alunos usarão o ChatGPT como repertório é inevitável, mas, ao desestigmatizar seu uso e inseri-lo aliado ao ensino, faz-se isso de maneira saudável, incentivando o uso de facilitadores de aprendizado ao aluno, e não reprimindo-o.

### 2.3. A Inteligência Artificial na Química e no ensino da Química

A Inteligência Artificial já vem sendo amplamente aplicada às ciências, no geral, e na química não é diferente. O próprio conhecimento químico teve seu início em dados que, sendo colocados todos juntos e analisados, promoveram a compreensão da química. Químicos realizam experimentos para obter dados sobre produtos químicos ou propriedades físicas, em atividades biológicas ou reações químicas (Correia, 2021). Essas tarefas podem e tendem a ser realizadas de forma muito mais prática com as inteligências artificiais, que podem prever, através de equações e cálculos teóricos, tudo o que o ser humano já consegue alcançar com um tempo maior.

Se na prática e na teoria química a tecnologia pode ser empregada, é claro que isso também pode — e deve — se estender para os ambientes de aprendizagem. A aplicabilidade de diversas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), que envolvem soluções usando a Inteligência Artificial, tem sido bem recebidas pelos alunos, visto que a atual geração é amante da tecnologia. Aplicativos de jogos, tabela periódica, calculadoras químicas, quizzes online, laboratórios virtuais e desenhos de moléculas diversas têm tornado as aulas

mais atrativas e, conseqüentemente, mais significativas. O uso dessas tecnologias associado ao ensino de Química tem resultado em aulas mais divertidas, interativas e descontraídas, garantindo um maior interesse dos alunos em uma disciplina que, ensinada da maneira tradicional, focada na memorização de fórmulas e conceitos, não costuma ser muito atrativa (Dionízio et al., 2019).

Algumas disciplinas, pela dificuldade e densidade de seu conteúdo, são vistas como vilãs para a maioria dos jovens e adolescentes, e é esse o caso da Química. Para isso, ter um método de aprendizagem que forneça familiaridade e identificação com o que está sendo estudado é fundamental. Ao perceber, na prática, a aplicação do que está sendo ensinado, o aluno se sente mais confortável em aprender, sem que haja a impressão de que está memorizando — e não aprendendo — algo que não terá serventia futura. E a Inteligência Artificial pode ser de grande ajuda nesse processo, trazendo maior dinâmica, interação e prática às salas de aula.

Não restam dúvidas de que a tecnologia, se corretamente utilizada, pode tornar o ensino da química mais divertido e prazeroso, mas, para se chegar a isso, ainda existe um enorme caminho a percorrer. Não é novidade que a tecnologia e a Inteligência Artificial ganham espaço no cenário educacional, mas, com a velocidade com que as proporções crescem, é comum que os profissionais mais experientes não consigam se adequar na mesma velocidade. É importante que sejam debatidos, entre os profissionais da educação, os métodos de aplicação da tecnologia ao ensino (Guimarães et. al., 2022).

Dessa forma, os próximos tópicos deste trabalho irão apresentar as ferramentas referentes ao tema que podem ser aliadas ao ensino da química, como usá-las e seus desafios.

### 3. Ferramentas de inteligência artificial no ensino da química

#### 3.1. *Machine Learning*

O *Machine Learning* pode ser traduzido como aprendizagem de máquina e trata-se de um conceito diretamente ligado à Inteligência Artificial. Apesar de comumente serem confundidos, ambos não se referem à mesma coisa, mas a aprendizagem de máquina é um dos muitos recursos envolvidos na amplitude da I.A (Moraes, 2021).

Já foi mencionado no presente trabalho que a I.A. traz resultados a partir de uma base de dados. Esses dados são públicos, fornecidos por padrões de uso e pesquisa dos milhares de usuários da internet mundo afora. A Inteligência Artificial consegue, através da combinação de variados resultados para uma mesma pesquisa, trazer um único resultado mais sucinto e objetivo, poupando o usuário de abrir inúmeros sites para chegar à conclusão que ele necessita. A aprendizagem de máquina ou *Machine Learning* é, em resumo, o recurso usado para que a máquina — ou a I.A. — possa aprender a usar tais padrões ao seu favor. Se a I.A. consegue simular o cérebro humano e analisar dados, fazer análises e, a partir delas, tomar decisões, é graças a esse recurso de aprendizagem de máquina conhecido pelo nome em inglês, *Machine Learning* (Neoway, 2023).

Sucintamente, esse recurso é responsável por aprender a detectar os padrões e, a partir deles, concluir e trazer resultados. Ao fazer uma pesquisa sobre o significado de uma palavra, por exemplo, o usuário transmite esse dado para a máquina. Mas a palavra pesquisada apresenta dois significados distintos. Supondo que esse mesmo usuário já pesquisou anteriormente um desses dois significados e esse histórico também está na base de dados, a máquina conclui que esse resultado é o mais provável que o usuário esteja buscando. A Inteligência Artificial, portanto, toma decisões com base em padrões de busca a partir do mecanismo *Machine Learning*, usado na sua programação.

Trazendo o conceito para o ensino, a aprendizagem de máquina pode ser uma ferramenta auxiliar no aprendizado de química a partir de uma abordagem interativa e personalizada com a recomendação para experimentos e estudos adaptados às necessidades individuais de cada aluno. Uma aplicação prática, por

exemplo, seria a criação de um aplicativo ou sistema personalizado onde cada aluno tenha o seu login, onde encontra exercícios, textos de apoio e experimentos e, com base nos seus erros, o sistema recomenda mais exercícios ou materiais de estudo daquele tema.

Uma outra possibilidade de aplicação do Machine Learning em sala de aula é através da criação de aplicativos de previsão de propriedades químicas através da estrutura molecular do composto. A interação do aluno com a tecnologia, inserindo a estrutura molecular e obtendo os resultados, é positiva para o aprendizado, tornando-o mais leve e acessível. Além disso, essa interação incentiva a interdisciplinaridade no ambiente escolar, já que o aluno, ao mesmo tempo em que aprende química, também percebe a aplicabilidade da tecnologia à ciência e tem acesso à prática da programação, podendo despertar nele novos interesses.

### 3.2. Simulações virtuais

Uma simulação virtual é a representação computadorizada de um ambiente real, permitindo a observação de eventos para fins de estudo, treinamento ou mesmo entretenimento. No ensino da química, isso pode ser feito através de *softwares* que replicam as condições e reações químicas de um laboratório em ambiente virtual, onde os alunos possam interagir com equipamentos virtuais, adicionar reagentes, observar as alterações e analisar o resultados, tal como em um laboratório real ( Netto et. al., 2016).

O PhET é um exemplo de simulador virtual gratuito voltado para o aprendizado de matemática e ciências através de interfaces que simulam jogos, envolvendo os alunos num aprendizado divertido, leve e descontraído. Ele conta com simulações em matemática, química, física, ciências da terra e biologia. Em Química, algumas das várias simulações presentes são sobre densidade, onde o usuário joga blocos de materiais diversos na água para testar se ele afunda ou não, aprendendo na prática sobre a densidade; ou sobre balanceamento de equações, onde o usuário testa quantidades para a molécula e observa, visualmente, a

equação chegando a um equilíbrio, ilustrada por uma balança ou um gráfico (Netto et. al., 2016).

Tal como sua interface, o *software* também funciona como um jogo, trazendo desafios, níveis de dificuldade e pontuação, garantindo a atenção dos alunos a partir da competitividade e busca por recompensas.

Um estudo conduzido por três alunos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, em 2016, levou o PhET a uma turma do primeiro ano do ensino médio numa escola da rede pública em Manaus. Aplicando o simulador Estados da Matéria, os resultados obtidos apontaram para a necessidade de uma melhor contextualização do conteúdo abordado em sala de aula por parte dos professores. Isso porque, durante a pesquisa, os alunos relataram dificuldade em relacionar o conteúdo com o cotidiano.

Também foi observado que, embora nunca tenham interagido com um *software* de simulação antes e apesar do desuso de computadores na escola, os alunos apresentaram afinidade com o computador e facilidade em manusear e aprender a ferramenta, evidenciando a forma como a tecnologia já está inserida como parte do corpo social e, como tal, deve ser aceita e difundida em todas as esferas da vida social, inclusive na educação.

Os resultados do estudo ressaltaram, assim, a importância de maneiras mais didáticas de ensino e a relevância da tecnologia aplicada para esse fim. Os primeiros *softwares* computacionais voltados para a Química foram direcionados para a área específica de físico-química, posteriormente indo para as áreas de química orgânica e inorgânica. Mas foi apenas no final da década de 1990 que os *softwares* foram adaptados para atender não somente a pesquisa como também o ensino, servindo como instrumentos de metodologia (Ribeiro e Greca, 2003 apud Silva, Netto et. al., 2016). Desde então, mais de duas décadas já se passaram e a tecnologia evoluiu e se aperfeiçoou, e é de suma importância que as metodologias de ensino acompanhem essa evolução e não fiquem presas a métodos de ensino que não funcionam mais para os dias de hoje.

### 3.3. Chatbots educacionais

Um chatbot é um programa de computador que simula uma conversa humana por meio de mensagens de texto ou voz, interagindo com usuários para fornecer informações, realizar tarefas ou responder perguntas. Tem sido muito utilizado como um substituto ao Google, já que trata-se de um tipo de I.A. que responde perguntas de maneira rápida e objetiva, sem que o usuário tenha que fazer uma extensa pesquisa. Os chatbots pulam etapas, indo da pergunta diretamente até a resposta (Barros e Guerreiro , 2019).

Tem sido ele o grande vilão para muitos professores. O ChatGPT, já mencionado no corpo deste trabalho, é o mais conhecido atualmente e vem sendo utilizado para fazer trabalhos escolares e acadêmicos no lugar dos alunos. Mas é claro que esse não foi o intuito de sua criação. Ele, assim como qualquer outra aplicação de conhecimentos computacionais, foi criado para trazer praticidade nas tarefas cotidianas, não devendo ser visto como vilão.

No ensino, os chatbots podem ser aplicados com um direcionamento personalizado ao que é ensinado. Na área da Química, por exemplo, um chatbot educacional pode oferecer explicações interativas sobre reações químicas, tirar dúvidas do aluno e fornecer exercícios personalizados para reforçar o aprendizado, relacionando-se diretamente ao conceito de Machine Learning, já apresentado anteriormente, que seria aplicado à programação do *chatbot*. Dessa forma, a individualidade de cada aluno seria respeitada, com as dificuldades de cada um sendo treinadas individualmente.

Eles podem ser até mesmo integrados a plataformas de ensino online da própria instituição de ensino, quando ela tiver um, de forma que no próprio perfil do aluno ele tenha essa interação personalizada, funcionando de forma conjunta com o próprio ensino da instituição. Dessa forma, os *chatbots* ajudam até mesmo a promover a autonomia dos alunos, já que os incentiva a explorar e obter conhecimentos de forma autônoma, aprendendo a lidar e resolver as próprias dificuldades.

O artigo *Chatbots na educação: uma revisão sistemática de literatura* (Antunes et. al., 2018.) propõe uma revisão de literatura sobre o uso de *chatbots*

para fins educativos e os resultados obtidos apontam que, além de o maior uso da ferramenta estar concentrado no ensino médio, ela traz resultados significativos na melhora do aprendizado. Melhora na compreensão, pronúncia e vocabulário e um maior engajamento e colaboração por parte dos alunos também foram observados.

Reforçando a ideia de que essa ferramenta deve ser usada como auxiliar e não como substituta à pesquisa manual, o artigo *Inteligência Artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do chatgpt na definição de conceitos químicos* (Leite, 2023) traz um estudo sobre o uso do popular chatbot na definição de conceitos químicos. Seus resultados mostram que, apesar de trazer informações corretas e inéditas, verificadas por detectores de plágio, estas não costumam ser completas e requerem uma pesquisa mais assertiva para chegar a resultados satisfatórios e conclusões completas e corretas.

#### **4. Os desafios e limitações da inteligência artificial no ensino da química**

##### **4.1. Falta de empatia e diminuição da interação humana**

O uso da Inteligência Artificial no ensino parece promissor, e de fato é. No entanto, deve-se ter em mente que, como qualquer tecnologia, ela não pode e nem deve substituir o ser humano. A sensibilidade e o envolvimento emocional ainda são algo que as máquinas não podem ter, e tentar trabalhar sem esses fatores pode ser prejudicial tanto para o trabalho quanto para o trabalhador; tanto para o estudo quanto para o estudante (Orofino, 2023).

Ao subtrair a interação com um ser humano, ao mesmo tempo em que há essa autonomia no aprendizado, também há algumas limitações. Uma máquina não é capaz de ler expressões faciais ou sentir empatia, por exemplo. Assim, quando o aluno parece confuso ou desmotivado, a máquina não pode ajudar, já que nem mesmo consegue identificar e compreender o problema. Nesse caso, um professor é essencial para mediar a interação aluno-máquina.

Além disso, as máquinas até podem ser programadas para fornecer um ensino personalizado para cada aluno com base nas dificuldades que eles fornecem ao banco de dados, mas não com a mesma sensibilidade de um professor

que adapta a sua forma de ensino para a forma de aprendizado de cada aluno, respeitando suas individualidades, limitações e diferenças (Rodrigues, 2024).

Outro ponto a ser levado em consideração ao substituir a interação humana pela interação com uma máquina é o potencial atraso causado no desenvolvimento de habilidades interpessoais, necessárias para a vida em sociedade e que só são desenvolvidas se exercidas. Ao trocar o exercício dessa interação pelo ambiente virtual, além de não aprender a se expressar emocionalmente, o aluno também pode ter suas habilidades de vocabulário, fala e oratória afetadas.

#### 4.2. Precisão e confiabilidade

O artigo *Inteligência Artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos* (Leite, 2023) traz um estudo sobre o uso do popular *chatbot* na definição de conceitos químicos, reforçando a ideia de que essa ferramenta deve ser usada como auxiliar e não como substituta à pesquisa manual. Seus resultados mostram que, apesar de trazer informações corretas e inéditas, verificadas por detectores de plágio, estas não costumam ser completas e requerem uma pesquisa mais assertiva para chegar a resultados satisfatórios e conclusões completas e corretas.

Ainda no artigo, é apontado que as respostas da inteligência artificial são imprecisas, tendendo a trazer mais de uma interpretação para quem não tem domínio sobre o assunto. Isso evidencia a baixa confiabilidade na ferramenta para fins de pesquisas científicas, por exemplo, e denota a importância de checar a informação em mais de uma fonte antes de usá-la como verdade. A própria plataforma, ao se disponibilizar a responder perguntas sobre Química, deixa explícito que “não é especialista em química” e reforça a necessidade do usuário em verificar as respostas.

Apesar de, se comparada à ação humana, a Inteligência Artificial ter uma taxa de erro mínima ou inexistente na execução de tarefas (Margotti, 2021), suas respostas a questionamentos podem ser imprecisas ou incorretas, tornando necessário buscar mais de uma fonte sobre qualquer assunto.

### 4.3. Dependência de dados

Algo que pode ser apontado como uma grande desvantagem no que diz respeito às Inteligências Artificiais é a sua dependência de dados. Como um tipo de software que está sempre em desenvolvimento e, como já apontado, fazendo uso da aprendizagem de máquina e dependendo de um banco de dados, elas funcionam com base em informações anteriormente já pesquisadas e é aprimorada conforme as pesquisas aumentam e a corrigem. Por isso, é comum que suas informações nem sempre sejam corretas, o que se relaciona diretamente com o tópico anterior, já que sua precisão e confiabilidade dependem diretamente do número de dados contidos em sua base de dados.

Além disso, há os dados de treinamento, que são os dados fornecidos à I.A. em sua criação. Se estes forem incompletos, tendenciosos ou mal rotulados, o desempenho da I.A. pode também não ser confiável (Awari, 2023). Ou seja, quanto menor o número de pesquisas sobre um determinado assunto, menos a I.A. saberá sobre ele, tornando muito provável o fornecimento de informações imprecisas e até inverídicas.

### 4.4. Desigualdade Educacional

Dada a desigualdade social, com pessoas mais favorecidas com mais acesso a internet do que as menos favorecidas, que muitas vezes sequer possuem aparelhos eletrônicos, o uso de ferramentas como a Inteligência Artificial para fins pedagógicos pode trazer consequências ainda maiores na disparidade de aprendizado (Venzi, 2024).

Faz-se necessário, para além de incentivar o uso responsável da tecnologia no aprendizado do aluno, garantir que, ao menos no ambiente escolar, todos tenham o acesso necessário.

#### 4.5. Dependência Excessiva e Aprendizagem Mecânica

Um risco a se levar em consideração ao implementar a tecnologia à educação é a mecanização da aprendizagem, associada à dependência humana pela Inteligência Artificial. Quanto mais se usa um facilitador de aprendizagem, mais tende-se a usá-lo e, como um facilitador, se não usado com consciência e responsabilidade, pode fazer com que o usuário acabe terceirizando seu aprendizado, deixando com a máquina a tarefa de obter resultados, por exemplo.

A I.A. reproduz textos mecânicos, sem reflexão aprofundada, e o constante uso e leitura desses textos, principalmente por um jovem ainda em formação, pode levá-lo a absorver isso como correto, retardando o desenvolvimento de um pensamento crítico (Ecosistema Educacional, 2024). Além disso, ela pode resumir textos completos, acostumando o aluno à síntese e à praticidade.

## 5. Conclusão

A Inteligência Artificial pode ser compreendida como mais uma oportunidade para que docentes superem o modelo de ensino tradicional, centrado no conteúdo e focado na memorização, onde quem faz a pergunta é o professor e cabe ao aluno dar respostas. Ela é capaz de dar respostas a uma infinidade de perguntas, muitas delas coerentes com os conceitos químicos, o que implica na necessidade do professor superar ou pelo menos problematizar sua prática pedagógica. São necessárias novas teorias e metodologias que auxiliem o professor não apenas a trazer dinamismo às aulas e despertar o interesse dos alunos, mas principalmente a se adequar a novas formas de fazê-lo, sabendo que, fora de sala de aula, os alunos são bombardeados com tecnologias e informações de uma forma muito mais atrativa, mas nem sempre saudável ou confiável.

No entanto, é necessário atentar-se à forma como tal tecnologia é apresentada ao corpo discente. Essa apresentação deve ocorrer de forma leve e responsável, respeitando as múltiplas formas de inteligência e considerando que, na sala de aula ou não, os jovens serão expostos a ela.

O presente trabalho explora, portanto, as problematizações e as soluções trazidas pelo uso da Inteligência Artificial no ensino, destacando os malefícios da demonização da tecnologia pelos professores mais tradicionais e o seu uso responsável para aproximar o aluno de disciplinas tão estigmatizadas como a Química.

Com vantagens e desvantagens, o texto demonstra ser possível implementar a tecnologia ao ensino, mas também alerta para as consequências negativas que podem ser evitadas com o uso correto e responsável.

Além disso, o trabalho apresentou algumas aplicações de softwares no ensino da Química, com exemplos e resultados reais, e demonstrou que, ensinada da maneira correta e sem estigmatização, a Inteligência Artificial pode ser uma grande aliada no processo de ensino-aprendizagem.

## 6. Referências Bibliográficas

Amaral, S. F.; Meira, M. C.;Tavares, L. A.;. Inteligência Artificial na Educação: Survey. Brazilian Journal of Development. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-496>>. Acesso em: 11/11/2024.

Antunes, C. A.; Krassmann, A. L.; Kuyven, N. L.; Silva, J. L. T.; Tarouco, L. M. R.; Vanzin, V. J. B. Chatbots na educação: uma Revisão Sistemática da Literatura. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 16, n. 1, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.86019. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/86019>>. Acesso em: 11/11/2024

Araújo, F. M. A inteligência artificial e os seus impactos no mundo do trabalho. Centro Universitário Fametro, Fortaleza, 2020. Disponível em: <<http://repositorio.unifametro.edu.br/handle/123456789/559>>. Acesso em: 18/11/2024.

Barros, D. M. V.; Guerreiro, A. M. Novos desafios da educação a distância: programação e uso de Chatbots. Revista Espaço Pedagógico, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 410 - 431, 2019. DOI: 10.5335/rep.v26i2.8743. Disponível em: <<https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8743>>. Acesso em: 11/11/2024.

Carmo, I. R.; Guimarães, A, U.; Nascimento, V. P. S.;Pondé, I. V; Roque, S. M.; Silva, J. T. B. Metodologias ativas: docência com inteligência artificial. REcima21. Disponível em: <<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3535>>. Acesso em: 24/11/2024.

Correia, V. M. Aplicações em inteligência artificial na educação, na química e no ensino de química: uma revisão sistemática de literatura, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/400/VIRGINIA%20MARLENE%20CORREIA%20-%20TCC.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11/11/2024.

Dionízio, T.P.; Silva, F.P.Da; Dionízio.D. P.; Carvalho.D.M. O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de

Química. EaD em Foco, V9, e804. 2019. Disponível em : <doi: <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1809>> Acesso em: 18/09/2024.

Fiori, R.; Goi, M. E. J. O Ensino de Química na plataforma digital em tempos de Coronavírus. Revista Thema, Pelotas, v. 18, n. ESPECIAL, p. 218–242, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1807>>. Acesso em: 20/11/2024.

Grossi, M. G. R. et al. Contribuições da Inteligência Artificial para a Educação. Synthesis: Revista Digital FAPAM, Minas Gerais, ano 2023, v. 12, ed. 1, p. 1-20, 25 ago. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synthesis/article/view/635/328>>. Acesso em: 12/11/2024.

Guimarães, U. A, Santos, A. L., Zimmermann, J. A. T. A Inteligência Artificial na Educação. REcima21 - Revista Científica Multidisciplinar. Disponível em: <<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i7.1714>>. Acesso em: 24/11/2014.

INTELIGÊNCIA Artificial: como funciona, exemplos e soluções inteligentes para automação e aprendizado de máquina. Neoway, 10 ago. 2023. Disponível em: <<https://blog.neoway.com.br/inteligencia-artificial/>>. Acesso em: 23/07/2024.

INTELIGÊNCIA Artificial – Desvantagens e limitações da IA. Awari, 19 jul. 2023. Disponível em: <<https://awari.com.br/inteligencia-artificial-desvantagens-e-limitacoes-da-ia/>>. Acesso em: 12/10/2024.

INTELIGÊNCIA Artificial na educação: benefícios e desafios. Ecosystema Educacional, 5 jul. 2024. Disponível em: <<https://educacional.com.br/tecnologia-educacional/impactos-da-inteligencia-artificial-na-educacao/>>. Acesso em: 13/11/2024.

Leite, B.S. Inteligência Artificial e Ensino de Química: Uma Análise Propedêutica do ChatGPT na Definição de Conceitos Químicos. Química Nova, v. 9, pág. 915–923, 2023.

Margotti, A. Você sabe quais são as desvantagens da inteligência artificial? Descubra agora!. RockContent, 27 mai. 2021. Disponível em:

<<https://rockcontent.com/br/blog/desvantagens-da-inteligencia-artificial/>>. Acesso em: 14/11/2024.

Moraes, A. D. B. Machine learning e I.A. na educação, 2021. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2021.

Netto, J. F.; Silva, G.; Souza, R. A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 22. , 2016, Uberlândia. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016 . p. 339-348. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2016.339>>. Acesso em: 24/10/2024.

Orofino, M. A. Quais os limites da inteligência artificial na gestão de pessoas? 06 out. 2023. Disponível em: <<https://blog.impulseup.com/author/maria-augusta-orofino/>>. Acesso em: 24/09/2024.

Pereira, M. S. C., Souza, T. F. C. ChatGPT: algumas reflexões. Revista Tecnologia Educacional, Rio de Janeiro, n. 236, p.07-15, 2023.

Rodrigues, Jamerson. Vantagens e desvantagens da inteligência artificial. Cutte, [s.d.]. Disponível em: <<https://blog.culte.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-inteligencia-artificial/>>. Acesso em: 15/11/2024.

Keller, L. Devemos temer o uso da inteligência artificial na educação? UFSM, 13 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/2023/06/13/uso-da-inteligencia-artificial-na-educacao>>. Acesso em: 18/09/2024.

Venzi, M. A Inteligência Artificial vai prejudicar a Educação? Descubra pontos positivos e negativos. Portal da Indústria, 25 jul. 2024. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/geracao-sesi-senai/a-inteligencia-artificial-vai-prejudicar-a-educacao-descubra-pontos-positivos-e-negativos/>>. Acesso em: 24/09/2024.