



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE FÍSICA**

HERBERTH DA SILVA NOGUEIRA

**A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DO CURSO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO
FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA**

FORTALEZA

2023

HERBERTH DA SILVA NOGUEIRA

A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DO CURSO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO
FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentada à Coordenação da Graduação do
Curso de Física, da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para a obtenção
do Título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias.

FORTALEZA
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S185r NOGUEIRA, Herberth da Silva.
A Percepção dos Estudantes do Curso de Física da Universidade Federal do Ceará sobre o Uso da Inteligência Artificial como Ferramenta de Ensino e Aprendizagem em Física / HERBERTH DA SILVA NOGUEIRA. - 2023.
58 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias.
1. Inteligência Artificial. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Física. 4. Tecnologia. 5.
I. Título.

CDD 530

HERBERTH DA SILVA NOGUEIRA

A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DO CURSO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ SOBRE O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO
FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentada à Coordenação da Graduação do
Curso de Física, da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial para a obtenção
do Título de Licenciado em Física.

Aprovado em .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Sarah Gomes Aroucha Barbosa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Renata Rodrigues da Hora
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus familiares e amigos que sempre estiveram comigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sabedoria e conforto que me trouxe nos momentos em que mais precisei. À minha mãe, Maria José (Mazé), que torna meus dias mais alegres e é uma grande amiga. Ao meu pai, José Fabiano, por todo o esforço e trabalho dedicados a mim. Aos meus avós, Tiago Nogueira e Tereza Arruda (minha segunda mãe), pelo amor e cuidado constantes. Em especial, recordo com carinho dos meus avós, Raimundo da Silva e Antonia Moreira (Toinha), que, mesmo ausentes em corpo, permanecerão eternamente em minhas memórias.

Aos meus tios e tias, agradeço pelo afeto e apoio incondicional. À minha prima Kellen Nogueira, que me proporcionou uma segunda casa, e pelos dias divertidos compartilhados. Ao meu primo, Gabriel Nogueira, pelos momentos memoráveis e por sempre me acompanhar nos jogos do nosso amado Fortaleza Esporte Clube.

Aos meus “Fellas”, Naftali Pereira, Jarlison Silva, Guilherme Cavalcante e João Freire, agradeço pelas graças, pelo companheirismo, pelos conselhos e, especialmente, por estarem ao meu lado ao longo de tantos anos, proporcionando experiências tão únicas. A todos os amigos e colegas da UFC, principalmente, aos meus prezados da turma de 2019.1 e 2020.1, que tornaram essa jornada de cinco anos ainda melhor.

Agradeço ao corpo docente do curso de Física e a todos os professores que contribuíram na minha formação, em especial, aos professores da EEEP Maria Carmem Vieira Moreira. Ao meu orientador, Prof. Dr. Nildo Loiola Dias, por toda a disponibilidade, sugestões e liberdade criativa concedidas durante a realização deste trabalho. Por fim, uma menção especial à Sarah Barbosa, que desempenhou um papel fundamental na realização deste trabalho. Agradeço por suas aulas, seus conselhos, e pelo tempo dedicado, que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal. Sinto-me grato por tê-la conhecido e, acima de tudo, por considerá-la uma grande amiga.

RESUMO

Com a crescente popularidade da Inteligência Artificial (IA), é natural questionar o seu potencial impacto na educação. Este estudo se concentra nas percepções dos estudantes de Física da Universidade Federal do Ceará (UFC) em relação à incorporação da IA no ensino de Física. Por meio de um questionário online, buscamos compreender as opiniões desses futuros educadores sobre essa tecnologia inovadora e se ela pode representar uma solução para os desafios atuais enfrentados no ensino de Física. A maioria dos participantes do estudo acolheu positivamente a IA, vendo-a como uma ferramenta capaz de simplificar e dinamizar o trabalho do professor, além de oferecer suporte aos alunos em seus estudos, mas enfatizaram que ela deve ser vista como um complemento e não como uma substituição aos métodos de ensino existentes. Além disso, expressaram preocupações acerca do uso excessivo, que poderia ocasionalmente inibir a capacidade dos alunos de pensar e criar de forma independente. Por fim, este estudo proporciona uma contribuição quanto à percepção dos futuros educadores em relação à aplicação da Inteligência Artificial no ensino e aprendizagem de Física e descobertas que podem embasar futuras discussões sobre como ela pode ser utilizada para enfrentar os atuais desafios presentes na educação, bem como orientar o desenvolvimento de novas ferramentas para apoio educacional.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Ensino-Aprendizagem. Física. Tecnologia.

ABSTRACT

As the popularity of Artificial Intelligence (AI) continues to rise, it's only natural to ponder its potential impact on education. This study delves into the viewpoints of Physics students at the Federal University of Ceará (UFC) regarding the integration of AI in Physics education. Through an online survey, we aim to grasp the opinions of these future educators on this cutting-edge technology and whether it can tackle current challenges in Physics teaching. The majority of participants in this study embraced AI positively, seeing it as a tool capable of streamlining and making the role of the teacher more dynamic, as well as providing valuable support to students in their studies. However, they underscored that AI should be viewed as a supplement, not a replacement, to existing teaching methods. Furthermore, concerns were voiced about potential overuse, which could at times impede students' ability to think and create independently. In conclusion, this study contributes valuable insights at the viewpoints of future educators regarding the application of Artificial Intelligence in Physics education. These insights can inform future discussions on how AI can be utilized to address current challenges in education and guide the development of new tools for educational support.

Keywords: Artificial Intelligence. Teaching-Learning. Physics. Technology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Diagrama de um neurônio artificial. O diagrama mostra entradas (x_0, x_1, x_2) que são ponderadas por pesos $(w_{j,0}, w_{j,1}, e w_{j,2})$ e somadas em uma função de soma. A saída da função de soma é então passada por uma função de transferência para produzir a saída final. 16
- Figura 2 – Diagrama de uma Rede Neural. Essa rede é composta por três camadas: entrada, oculta e saída. A camada de entrada (à esquerda) recebem os dados de entrada. As camadas ocultas (no meio) realizam cálculos nos dados de entrada. A camada de saída (à direita) produzem o resultado final. Os neurônios são conectados por linhas representando as conexões entre eles e os pesos e vieses da rede são rotulado como w_1, w_2 e B 16
- Figura 3 – Relação entre Inteligência Artificial, *Machine Learning* e *Deep Learning*. . . 17
- Figura 4 – Diferença entre os SRs baseados em filtragem colaborativa e baseados em conteúdo. À esquerda, a filtragem colaborativa, que sugere itens com base nas preferências de usuários semelhantes; à direita, o sistema baseado em conteúdo, que recomenda itens com atributos semelhantes aos preferidos pelo usuário. 25
- Figura 5 – Visão geral do SR EYT. O usuário seleciona um tema de estudo (A), e o sistema, utilizando os dados coletados (B e C), recomenda o conteúdo mais adequado às necessidades e pesquisas anteriores do usuário (D). 26
- Figura 6 – Distribuição dos participantes que ingressaram no curso de Física entre os anos de 2012 e 2023, com períodos condensados por ano. Os valores acima das barras representam o número de participantes que ingressaram naquele ano, com o azul mais intenso indicando um maior número. Neste gráfico, os alunos que preencheram o período de forma incorreta no formulário foram desconsiderados. 33
- Figura 7 – Distribuição das respostas dos participantes sobre a eficácia do método tradicional de ensino na compreensão dos conceitos de Física. 34
- Figura 8 – Distribuição das respostas dos participantes sobre o impacto das novas tecnologias educacionais e métodos de ensino modernos no uso do método tradicional. 35
- Figura 9 – Distribuição das respostas dos participantes em relação à sua familiaridade com o termo “Inteligência Artificial.” 35

Figura 10 –Distribuição das respostas dos participantes sobre o uso da IA como recurso para pesquisa e/ou como ferramenta em seus estudos/trabalhos de Física. . . .	36
Figura 11 –Gráfico de barras representando a percepção dos estudantes sobre o potencial da Inteligência Artificial de aprimorar a qualidade do ensino e aprendizagem em Física. Dividido entre aqueles que já utilizaram IA e aqueles que nunca a utilizaram.	37
Figura 12 –Distribuição das respostas dos participantes em relação à implementação da IA em suas aulas de Física, enquanto docentes.	38
Figura 13 –Distribuição das respostas dos participantes sobre os motivos que influenciam a decisão de não implementar IA nas aulas de Física. Neste item, foram desconsiderados os participantes que marcaram a opção “Não se aplica”.	38
Figura 14 –Distribuição das respostas dos participantes em relação ao incentivo das escolas para a adoção de IA e novas metodologias de ensino. Desconsideramos os participantes que selecionaram a opção “Não se aplica”.	39
Figura 15 –Distribuição das respostas dos participantes em relação à percepção da contribuição das disciplinas pedagógicas oferecidas pelo departamento do curso de Física no uso das TICs e de novas metodologias. Foram desconsiderados os participantes que selecionaram a opção “Não se aplica”.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AVATAR	Ambiente Virtual de Aprendizagem e Trabalho Acadêmico Remoto
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DL	<i>Deep Learning</i>
EYT	<i>Easy YouTube</i>
GenAIbots	<i>Generative Artificial Intelligence-powered chatbots</i>
IA	Inteligência Artificial
ML	<i>Machine Learning</i>
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
SR	Sistema de Recomendação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	UM PANORAMA GERAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE FÍSICA	15
2.1	Inteligência Artificial	15
2.2	Ensino e Aprendizagem de Física	18
2.2.1	Metodologias Ativas na Era Digital	20
2.2.2	Teoria da Cognição Distribuída	21
2.3	Integrando a IA ao Ensino e Aprendizagem de Física	22
2.3.1	<i>Chatbots</i> Educacionais	22
2.3.2	Sistemas de Recomendação	24
2.3.2.1	<i>Collaborative Filtering Method</i>	24
2.3.2.2	<i>Content-Based Recommendation System</i>	25
2.3.3	Modelos Preditivos	26
2.3.4	Aplicações Gerais	26
2.3.5	Vantagens e Desvantagens	27
3	METODOLOGIA	29
4	RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES	32
4.1	Perfil do Participante	32
4.2	Análise Quantitativa: Visão dos Futuros Educadores	34
4.3	Análise Qualitativa: Comentários e Experiências	41
4.3.1	Inteligência Artificial no Ensino vs. Método Tradicional	41
4.3.2	Vantagens e Desvantagens da IA no Ensino de Física	42
4.3.3	Precauções e Desafios na Integração da IA na Educação	43
5	CONCLUSÃO E EXPECTATIVAS	45
	REFERÊNCIAS	47
	ANEXO A – FORMULÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES	52

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a evolução da humanidade tem sido fortemente influenciada pela adaptação e adoção de métodos e tecnologias emergentes. Como a primeira revolução agrícola, que marcou a transição do homem de um estilo de vida nômade para um estilo de vida sedentário, centrado no cultivo da terra (DANTE, 2004). Este fenômeno ilustra a obsolescência de certos métodos de trabalho à medida que novas inovações são introduzidas.

No que diz respeito à adaptação humana às inovações tecnológicas, a evolução dos meios de transporte fornece um exemplo significativo. Durante a pré-história, as comunidades nômades dependiam principalmente do transporte animal ou do deslocamento a pé. No entanto, o advento da agricultura e a domesticação de animais abriram caminho para um estilo de vida mais sedentário, o que, por sua vez, impulsionou a evolução dos meios de transporte (ALCOFORADO, 2021). A invenção da roda, datada de cerca de 6 mil anos a.C. na Mesopotâmia, marcou o início dos veículos de tração animal. Estes veículos passaram por várias melhorias, desde rodas de madeira até aros de metal. Com o desenvolvimento do motor de combustão e os avanços na eletrônica e na tecnologia digital, surgiram automóveis, trens, aviões e até veículos espaciais. Essas inovações revolucionaram a mobilidade humana, conectando pessoas em todo o mundo de maneiras nunca antes possíveis (ALCOFORADO, 2021).

Outro exemplo que demonstra a adaptação humana às inovações é o telefone (DANTE, 2004). Originalmente, os telefones eram dispositivos fixos e com fios, restringindo a comunicação a locais específicos como casa ou trabalho. No entanto, com a ascensão dos *smartphones*, a comunicação tornou-se móvel e instantânea, revolucionando a forma como nos comunicamos, vivemos, trabalhamos e interagimos com o mundo.

Nesse contexto, várias ferramentas se integraram progressivamente em nossas vidas. Por exemplo, o jornal, o rádio e o próprio celular, que inicialmente facilitava a comunicação e, ao longo das décadas, incorporou novas funcionalidades. Em contraste, algumas tecnologias foram adotadas de forma mais imediata, como os *chatbots*, programas de computador projetados para simular a troca de mensagens em uma conversação humana (DANTAS *et al.*, 2019). Um caso notável disto é o *ChatGPT*, que alcançou uma adoção expressiva, atraindo mais de 1 milhão de usuários em menos de uma semana (FIRAT, 2023).

Desse modo, vivenciamos uma era de grande avanço computacional, particularmente com a crescente acessibilidade da Inteligência Artificial, uma ferramenta poderosa capaz de executar tarefas que antes exigiam habilidades humanas e que agora está sendo aplicada em diversas áreas, incluindo a educação (SEMENSATO *et al.*, 2015; PINHEIRO *et al.*, 2021; BRAGA *et al.*, 2018).

Assim como ferramentas como o PIX e o QR Code se tornaram essenciais devido à conveniência que oferecem (CUNHA *et al.*, 2023; YAN *et al.*, 2021), é plausível que a IA, com sua capacidade de otimizar o trabalho humano, assim como fez outrora as ferramentas agrárias, possa ocupar um espaço cada vez maior em nosso cotidiano, especialmente no contexto educacional. Isso nos leva a ponderar uma questão intrigante: Da mesma forma que as ferramentas agrárias mudaram o estilo de vida do homem, a IA pode mudar o estilo de vida da educação?

Diante dessa possibilidade, Dante (2004) ressalta a necessidade de uma discussão sobre os benefícios e riscos que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) podem trazer ao processo educativo:

Ainda não existe uma discussão a respeito das possibilidades e riscos do uso das TICs nos processos educacionais, de forma que também não há uma discussão mais profunda sobre as necessidades de capacitação docente nesse campo (DANTE, 2004, p. 8).

Sua observação permanece relevante e se aplica ao cenário atual da IA no ensino. O autor também destaca que, embora a sociedade e a educação tenham se adaptado às inovações, esses avanços nem sempre estão alinhados com os objetivos educacionais. Por exemplo, algumas ferramentas, como os *tablets*, não foram originalmente projetadas com fins educacionais, mas tentamos integrá-las na sala de aula para acompanhar a modernização (MOURA, 2015).

Nesse contexto, é inegável que os avanços tecnológicos revolucionaram a busca por informações, tornando-a significativamente mais rápida e eficaz, o que destaca a necessidade de pesquisas voltadas para a adaptação do processo de ensino e aprendizagem (PEREIRA, 2012). Esse panorama nos leva a uma pergunta central: Qual é a visão dos futuros professores em relação à integração da Inteligência Artificial no contexto educacional, especialmente no ensino e na aprendizagem da Física?

Assim, este estudo tem como objetivo geral compreender a percepção dos alunos matriculados no curso de Física da Universidade Federal do Ceará (UFC) sobre o potencial da IA como uma ferramenta educacional no ensino de Física. Para atingir esse objetivo, planejamos:

- Analisar a percepção dos participantes quanto ao uso da IA no ensino e aprendizagem, comparando-a com o método tradicional;
- Identificar as vantagens e desvantagens percebidas por eles em relação à implementação dessas ferramentas no ensino de Física;
- Descrever, em suas perspectivas, as precauções e cuidados necessários relacionados à essa integração no processo escolar.

A estrutura deste trabalho segue a seguinte organização: no Capítulo 2, proporcionamos um panorama geral sobre a Inteligência Artificial, explorando seu significado, conceitos-chave, assim como abordamos o ensino de Física, metodologias ativas na era digital, teorias educacionais e formas de integrar a IA no processo de ensino e aprendizagem. O Capítulo 3 aborda detalhadamente a metodologia empregada na pesquisa. No Capítulo 4, analisamos e discutimos os resultados obtidos. Finalmente, no Capítulo 5, concluimos o estudo, mostrando as principais descobertas e enfatizando as expectativas derivadas deste trabalho.

2 UM PANORAMA GERAL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo, abordamos a integração da IA no contexto educacional, com foco no ensino de Física. Iniciamos com a descrição dos conceitos fundamentais relacionados à IA. Em seguida, examinamos o cenário atual do ensino de Física no Brasil, identificando os desafios enfrentados por educadores e estudantes, apresentando algumas teorias da aprendizagem e discutindo a necessidade de inovação na educação. Por fim, aprofundamos nossa investigação na integração da IA no ensino e aprendizado de Física, explorando sua aplicação prática, as vantagens que oferece e as desvantagens a serem consideradas.

2.1 Inteligência Artificial

A humanidade, em sua busca pela sobrevivência e evolução, sempre buscou inspiração na natureza. Os pássaros nos inspiraram a voar, os peixes a mergulhar. Seguindo essa lógica, é natural olhar para o funcionamento do cérebro humano em busca de inspiração para construir uma máquina com a capacidade de pensar (GÉRON, 2022). Essa reflexão levou à exploração da possibilidade de reproduzir a inteligência humana em máquinas, utilizando componentes lógicos semelhantes aos neurônios naturais. Isso permitiria que o computador simulasse o pensamento humano, o aprendizado e a tomada de decisões, conceito que posteriormente seria denominado Inteligência Artificial (TEODORO, 2019).

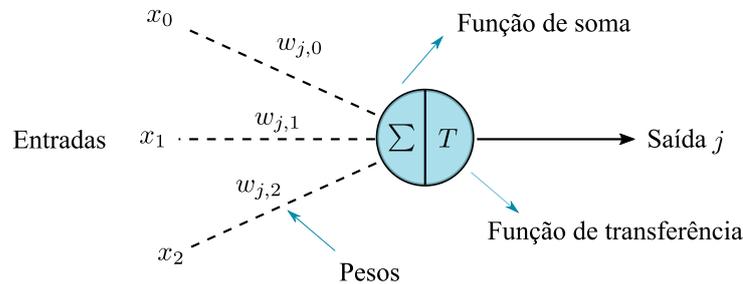
Atualmente, sabemos que a IA é uma realidade e está presente em diversos serviços do nosso cotidiano, como nas redes sociais e nos algoritmos de recomendação de serviços de *streaming*. Esses algoritmos recomendam conteúdos com base em nossos interesses pessoais, coletando dados e fundamentando-se nas interações prévias do usuário (JR *et al.*, 2021; BISHQEMI; CROWLEY, 2022).

Teodoro (2019) descreve o processo de aprendizado e exemplifica o funcionamento da IA através de um componente básico chamado de “neurônio artificial”, uma estrutura lógico-matemática que se assemelha a um neurônio biológico (Figura 1).

O autor citado expõe que o neurônio artificial atua como uma entidade que armazena valores. Esses valores são calculados por meio de uma função matemática conhecida como função de soma, onde cada variável da função é determinada pelas entradas (x_0, x_1 e x_2) recebidas pelo modelo¹. Em seguida, essa informação é transmitida a outros neurônios através da função de transferência, um processo que se assemelha a uma sinapse. Por fim, o autor conclui

¹Embora este tópico relacione o funcionamento da IA a funções matemáticas, não serão apresentadas equações ou fórmulas, uma vez que isso não se enquadra no objetivo desta pesquisa. Nosso foco está na compreensão conceitual das aplicações da IA no contexto educacional.

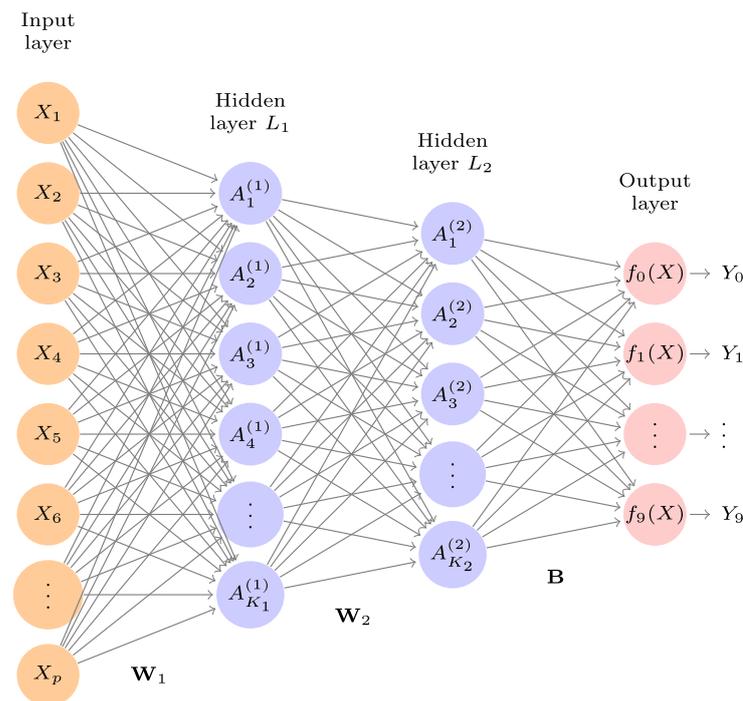
Figura 1: Diagrama de um neurônio artificial. O diagrama mostra entradas (x_0, x_1, x_2) que são ponderadas por pesos ($w_{j,0}, w_{j,1}$, e $w_{j,2}$) e somadas em uma função de soma. A saída da função de soma é então passada por uma função de transferência para produzir a saída final.



Fonte: Adaptado de Teodoro (2019)

afirmando que a combinação desses vários neurônios forma o que é chamado de “Rede Neural Artificial” (Figura 2).

Figura 2: Diagrama de uma Rede Neural. Essa rede é composta por três camadas: entrada, oculta e saída. A camada de entrada (à esquerda) recebem os dados de entrada. As camadas ocultas (no meio) realizam cálculos nos dados de entrada. A camada de saída (à direita) produzem o resultado final. Os neurônios são conectados por linhas representando as conexões entre eles e os pesos e vieses da rede são rotulado como w_1, w_2 e B .



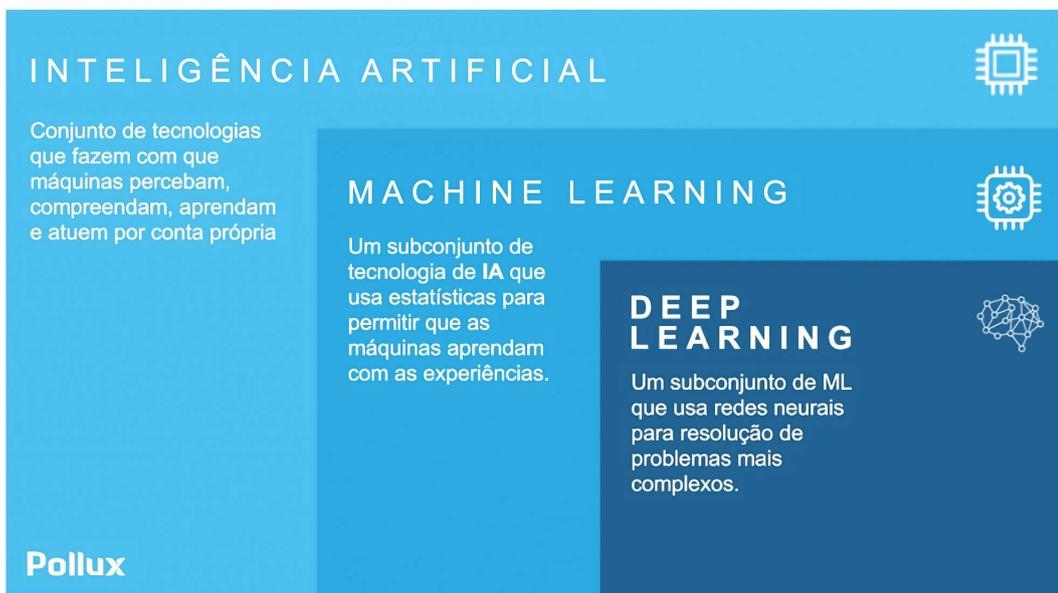
Fonte: Adaptado de James *et al.* (2013)

Os estudos que eventualmente conduziram ao desenvolvimento desse mecanismo remontam a várias décadas atrás. Em 1943, McCulloch e Pitts (1943) publicaram um artigo intitulado “*A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity*”. Neste artigo, os autores propuseram um modelo computacional para descrever a atividade neural, representando os processos neurais de maneira formal e matemática (GÉRON, 2022). Este modelo foi a base para o

desenvolvimento de redes neurais artificiais, na qual permitem que os computadores interajam com os usuários de maneira dinâmica, diferenciando-se assim de programas convencionais. A IA, por meio dessas redes, pode fornecer respostas personalizadas aos usuários, adaptando-se ao seu estilo de aprendizado através da seleção de parâmetros para a função.

Essa seleção de parâmetros é realizada automaticamente pela máquina através da interação com o usuário, utilizando uma técnica conhecida como Aprendizado de Máquina ou *Machine Learning* (ML). No entanto, é importante salientar que nem todas as aplicações de IA utilizam ML. O ML é um subcampo da IA que se concentra na construção de sistemas que aprendem e melhoram o desempenho com base nos dados que processam (GÉRON, 2022) (ver Figura 3).

Figura 3: Relação entre Inteligência Artificial, *Machine Learning* e *Deep Learning*.



Fonte: Adaptado de Buzzi (2021).

Conforme Géron (2022), nesse subcampo, existem diferentes tipos de aprendizado:

1. *Aprendizado Supervisionado:* Nesse tipo de aprendizado, a máquina é alimentada com soluções para problemas específicos e direcionada a prever soluções para questões similares.
2. *Aprendizado Não Supervisionado:* Envolve a ausência de informações prévias sobre as soluções, fazendo com que o algoritmo classifique e identifique padrões nos dados sem assistência direta.
3. *Aprendizado por Reforço:* Nesse cenário, o algoritmo utiliza um sistema de pontuação para acumular recompensas com base em suas ações e busca maximizá-las ao longo do tempo.

Além do ML, temos uma subcategoria mais avançada conhecida como Aprendizado Profundo (*Deep Learning* – DL). No cerne do DL estão as redes neurais artificiais (Figura 2). Esses modelos de DL são capazes de lidar com grandes volumes de dados altamente complexos. Por exemplo, eles são usados para classificar bilhões de imagens, fornecer serviços de reconhecimento de fala e até mesmo para recomendar vídeos no *YouTube* (GÉRON, 2022). Este último desempenha um papel significativo no direcionamento de conteúdos aos espectadores com base em seus padrões de visualização. Mais adiante neste trabalho, exploramos em detalhes como isso pode ser utilizado por estudantes em busca de conteúdos educativos e personalizados.

2.2 Ensino e Aprendizagem de Física

Moreira (2018) afirma que o ensino de Física no Brasil teve sua ascensão em meados da década de 1980, com avanços na pesquisa, criação de pós-graduações, encontros nacionais e reconhecimento internacional. É uma área de pesquisa já consolidada, mas que, nos últimos anos, vem enfrentando uma crise, caracterizada por redução de carga horária, escassez de professores, falta de ambiente adequado para aulas práticas e pelo fato de que os conteúdos ainda estão sendo ensinados com o método de ensino tradicional, o que pode não mais estar alinhado com as necessidades atuais. De acordo com Darroz *et al.* (2015), esse método se baseia na mera transmissão de informações por parte do professor, sem considerar a experiência anterior do aluno. Atualmente, fica evidente que

o resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física (MOREIRA, 2018, p. 1).

A aprendizagem significativa, desenvolvida pelo psicólogo educacional David Ausubel na década de 60, busca construir novos conhecimentos a partir de conhecimentos prévios (MOREIRA, 2006). Segundo Tavares (2004), poucos estudantes saem do ensino médio com uma visão clara dos conceitos de Física, pois muitas vezes ela lhes é ensinada apenas como um conjunto de fórmulas e dados, sem considerar suas visões de mundo e experiências, limitando seu desenvolvimento apenas ao que foi ensinado em sala de aula e não os capacitando para compreender o mundo no qual estão inseridos.

A Física está presente em nosso cotidiano, desde ações simples como ver e ouvir até atividades mais complexas como caminhar e dirigir. Ela desempenha um papel fundamental nas tecnologias e na base da sociedade moderna. Portanto, aprender Física não é apenas um direito humano que nos liberta de interpretações simplistas e do senso comum, mas também uma ferramenta essencial para fomentar o pensamento crítico (LEITE *et al.*, 2017). Contudo, frequentemente, a forma como a Física é ensinada nas escolas não reflete essa perspectiva.

Santos *et al.* (2010) apontam que a persistência de muitos professores pelo ensino tradicional da Física pode decorrer tanto das escolhas individuais quanto das políticas escolares. No primeiro caso, a resistência pode ser alimentada por diversos fatores, como a falta de tempo, a relutância em adotar práticas inovadoras devido à falta de percepção sobre os benefícios das TICs, a insegurança resultante da falta de formação adequada e conhecimento técnico para operar os equipamentos, carência de materiais e ambientes adequados. No segundo caso, a falta de acesso a recursos (*hardwares* desatualizados, *softwares* inadequados, etc.), juntamente com a ausência de ambientes propícios e os desafios relacionados à reorganização institucional para facilitar a implementação dessas tecnologias, podem igualmente desencadear essa resistência.

De acordo com Darroz *et al.* (2015), o atual ensino, centrado apenas no desenvolvimento do conteúdo com ênfase na resolução de exercícios, pode gerar bons resultados em avaliações quantitativas, mas se mostra inadequado para a abordagem e compreensão de novos conteúdos.

De acordo com Zanatta (2016), é evidente que as competências necessárias para o ensino de Física na era atual, conforme promovidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), não podem ser plenamente atendidas pelo antigo modelo de ensino. Os alunos demonstram agora um desejo por métodos mais envolventes e interativos, indo além das aulas expositivas tradicionais. Essas competências incluem:

EM13CNT204 - Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BASE... , 2018, p. 557).

EM13CNT209 - Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BASE... , 2018, p. 557).

EM13CNT308 - Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais (BASE... , 2018, p. 560).

Fica claro que, ao analisar as competências atualmente exigidas nas escolas, é fundamental explorar metodologias e estratégias pedagógicas que estabeleçam uma conexão entre o conhecimento acadêmico e o conhecimento do cotidiano (SEGURA; KALHIL, 2015).

2.2.1 Metodologias Ativas na Era Digital

Uma alternativa viável para a inovação na abordagem pedagógica dos professores é a utilização de metodologias ativas. De acordo com Valente *et al.* (2017) e Wiebusch *et al.* (2020), essas estratégias pedagógicas colocam o aluno como protagonista do processo educacional, envolvendo-os em atividades que auxiliam no desenvolvimento de estratégias cognitivas e na construção do conhecimento. Como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), uma abordagem originada na década de 1960 em escolas de Medicina, e que atualmente é utilizada em diversas áreas, incluindo o ensino de Física (GONÇALVES *et al.*, 2020). Essa metodologia se baseia na apresentação de uma situação-problema, geralmente contextualizada, com o objetivo de estimular os alunos a se engajarem em um aprendizado autodirigido. Nesse cenário, o professor atua como orientador, auxiliando os alunos na formação de grupos de trabalho e na investigação da problemática, incentivando-os a conduzir estudos e encontrar soluções.

Valente *et al.* (2017) defendem que, em uma era de tanta informação e avanço tecnológico, é essencial considerar a adoção de metodologias ativas. Isso implica em superar as limitações tradicionais de tempo e espaço da sala de aula, incorporando novos locais para a construção do conhecimento, como laboratórios e espaços digitais, e explorando diferentes contextos culturais e tipos de saberes.

No contexto do ensino de Física e de Ciências em geral, Soares *et al.* (2021) destacam a importância do contato dos estudantes com experimentos e aulas práticas. No entanto, a falta de laboratórios nas escolas muitas vezes impede que os professores ofereçam atividades práticas. De acordo com dados do INEP (2018), há uma escassez de recursos em laboratórios de ciências, sendo que em mais da metade das escolas, os laboratórios sequer existem. Apenas 38,8% das escolas de Ensino Médio da rede pública e 57,2% das escolas de Ensino Médio da rede privada possuem laboratórios de ciências.

Apesar desses desafios, dados mais recentes do Brasil (2023) indicam que 76,5% das escolas de Ensino Médio no Nordeste possuem laboratórios de informática ou acesso a computadores de mesa, e mais de 90% das escolas no estado do Ceará têm acesso à internet. Isso abre caminho para a introdução das TICs juntamente com metodologias ativas na educação, conforme sugerido por Daineko *et al.* (2017). Essas soluções podem melhorar significativamente a experiência de ensino e a qualidade da educação, integrando, por exemplo, laboratórios virtuais aos currículos existentes, como o projeto AVATAR (Ambiente Virtual de Aprendizagem e Trabalho Acadêmico Remoto) desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que busca facilitar o aprendizado por meio de laboratórios virtuais para auxiliar os estudantes a dominar disciplinas das Ciências experimentais (HERPICH *et al.*, 2020).

2.2.2 Teoria da Cognição Distribuída

Ao longo deste trabalho, exploramos algumas perspectivas que destacam a relevância das TICs no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, são visões tão diversas que é um desafio chegar a uma interpretação única. Nesta subseção, apresentamos uma teoria que sintetize as ideias sobre a aplicação das tecnologias no ensino e aprendizagem.

Segundo Mello *et al.* (2022), as TICs são frequentemente associadas, de maneira romantizada ou baseada no senso comum, à inovação nos processos de ensino e aprendizagem. A suposição é que o simples uso dessas tecnologias desencadeia novas metodologias e novas formas de ensinar, aprender e pensar. Isso implica que a ferramenta em si já possui valores inerentes, independentemente de seus usos e dos aspectos sociais e humanos envolvidos (MELLO *et al.*, 2022). Portanto, é crucial discutir o papel das tecnologias no ambiente escolar, especialmente em relação às práticas pedagógicas, aos objetivos educacionais, às implicações no trabalho docente e às relações entre professor e aluno (SILVA *et al.*, 2018).

Nesse contexto, a incorporação da IA em ambientes educacionais remonta à teoria da cognição distribuída, que surgiu na década de 1990 (JHO, 2020). Esta teoria moderna das Ciências Cognitivas busca compreender como a inteligência se expressa em um nível sistêmico (ROCHA *et al.*, 2016). Essa abordagem argumenta que a cognição é compartilhada entre vários indivíduos, ambientes e artefatos cognitivos, que são dispositivos utilizados para aprimorar a cognição e o desempenho humano (NORMAN, 1991 apud ROCHA *et al.*, 2016).

Em contraste, para a teoria tradicional da aprendizagem, o indivíduo adquire e incorpora o conhecimento dentro de sua própria mente (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011). Contudo, como vimos, a teoria da cognição distribuída argumenta que o conhecimento não surge de maneira isolada na mente individual, mas resulta da interação com fatores externos (SALOMON, 1997). Para Jho (2020), o foco está na aprendizagem cooperativa, que deve ser realizada por meio de grupos e objetos. Atualmente, essas funções dependem de dispositivos como *smartphones*, *tablets* ou plataformas. Todavia,

[...] considerar os usos contemporâneos das tecnologias digitais demanda a compreensão de que há mudanças em curso nas formas de se relacionar, de comunicar e de conhecer, propiciadas pelo avanço e pela diversificação das tecnologias digitais (SILVA *et al.*, 2018, p. 246).

A evolução no ensino de Física ilustra bem essas mudanças na forma como nos relacionamos e aprendemos. Antes, nas aulas tradicionais, os alunos costumavam resolver manualmente cálculos matemáticos para compreender e memorizar os conceitos. Hoje, esses cálculos podem ser resolvidos com o auxílio de calculadoras ou programas de computador, e os resultados são compartilhados na internet (JHO, 2020).

Nesse novo cenário, o papel do professor vai além da simples transmissão de

informações e da realização de cálculos repetitivos (JHO, 2020). Como mencionado por Silva *et al.* (2018), estamos diante da “iminência de revisão de currículos e práticas educacionais decorrentes ao surgimento de novas necessidades formativas”. Portanto, um dos novos papéis do professor deve ser atuar como orientador na exploração de recursos digitais, incentivando a interação com novas ferramentas e fontes de conhecimento.

Com base na teoria da cognição distribuída, que considera as relações entre sujeitos, objetos, ambiente e artefatos, podemos considerar as tecnologias digitais como mediadoras dos processos cognitivos (MELLO *et al.*, 2022). Portanto, a IA, quando integrada de maneira adequada ao ensino e aprendizagem de Física, pode potencializar esse novo paradigma educacional.

2.3 Integrando a IA ao Ensino e Aprendizagem de Física

A integração da IA no ensino de Física representa um potencial avanço significativo no campo da educação. Ela oferece oportunidades inovadoras para aprimorar a instrução e aquisição de conhecimento, personalizando a experiência dos docentes e discentes e viabilizando abordagens pedagógicas mais eficazes. Nesta seção, discutiremos efetivamente a aplicação da IA no ensino de Física, explorando diversas ferramentas e analisando seus benefícios, desafios e implicações.

2.3.1 Chatbots Educacionais

Os *chatbots*, programas projetados para simular conversações humanas, têm um papel importante no contexto educacional. Segundo Leonhardt *et al.* (2003), esses programas buscam replicar o papel de um tutor, oferecendo suporte contínuo para esclarecimento de dúvidas dos estudantes e introduzindo novas possibilidades de apoio educacional.

Para ilustrar de forma prática, vamos analisar o *Astrobot*, um *chatbot* educacional desenvolvido por Dantas *et al.* (2019). Este *chatbot* é capaz de interagir respondendo perguntas sobre Física, fornecendo explicações, notícias personalizadas, realizando buscas de conteúdos no *YouTube*, encontrando informações em blogs ou redes sociais e oferecendo assistência pessoal de forma interativa e dinâmica. De acordo com os autores, é uma ferramenta que torna o estudante menos dependente do professor, através do incentivo a pesquisa e da interação com a ferramenta. O *Astrobot* fornece ao professor dados sobre as pesquisas dos alunos, ajudando-o a entender suas dificuldades, além de permitir a inserção de conteúdos didáticos para treinar a máquina, tornando o ensino mais personalizado. Assim, o *Astrobot* “minimiza” as limitações do ensino tradicional, pois permite uma participação mais ativa do aluno no processo através da interação. Dantas *et al.* (2019) afirmam que a integração da IA ao ensino de Física é uma solução promissora para enfrentar os desafios que discutimos ao longo do tópico 2.2.

Dentro do cenário atual,

simulações computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais deveriam estar naturalmente integrados ao ensino de Física no século XXI. Celulares também poderiam fazer parte dessa tecnologia que deveria permear o ensino de Física nos dias de hoje (MOREIRA, 2018).

Portanto, essa ferramenta se apresenta como uma solução para proporcionar uma educação mais imersiva. Isso se torna possível graças à facilidade de acesso, uma vez que os *chatbots* educacionais podem ser utilizados em dispositivos como *smartphones* e *tablets*, sem a necessidade de um laboratório de informática. O *Astrobot* é uma ferramenta que funciona como uma extensão da sala de aula, sem que seja necessário sair ou estar nela.

É importante também ressaltar as limitações do projeto. De acordo com Dantas *et al.* (2019), como se trata de uma ferramenta em desenvolvimento, algumas dúvidas podem não ser respondidas pelo algoritmo. As questões não compreendidas pela aplicação, são armazenadas em uma base de dados para aprimoramentos futuros. Quanto ao desempenho, observou-se uma leve diminuição com base na quantidade de informações processadas simultaneamente.

Além das aulas presenciais, é importante destacar a existência de *chatbots* que oferecem suporte aos alunos em cursos a distância. Como a Prof(a) ELEKTRA, uma ferramenta desenvolvida por Leonhardt *et al.* (2003), na UFRGS. Um dos principais desafios nesse contexto de ensino, como destacado pelos autores, é a sensação de isolamento que os alunos podem sentir devido à distância física e, as vezes, à diferença de horários em relação aos seus colegas. Um *chatbot*, como a Prof(a) ELEKTRA, pode contribuir para mitigar esse problema, pois permite que os alunos solicitem e recebam explicações sempre que necessário. No entanto, um dos problemas apresentados inicialmente pela ferramenta pode ter o efeito oposto. De acordo com Leonhardt *et al.* (2003), as respostas apresentavam-se muito diretas e objetivas, o que não estimulava o estudante a continuar o diálogo. Houve também falhas relacionadas à clareza das dúvidas, causada pela variedade de contextos linguísticos que implicam em diferentes formas de se realizar uma mesma pergunta, algumas fugiam da modelagem prevista, mas foram parcialmente solucionadas no decorrer do projeto.

Ademais, o *ChatGPT*, desenvolvido pela *OpenAI*, também tem se destacado como uma ferramenta de suporte ao ensino de Física (BITZENBAUER, 2023; SANTOS, 2023). Este modelo de linguagem baseado em IA utiliza uma grande quantidade de dados para compreender e gerar texto em resposta a perguntas e instruções. Segundo a *OpenAI* (2023), o *ChatGPT* é baseado em uma arquitetura avançada de aprendizado de máquina chamada GPT-3.5 (versão gratuita). Este modelo é treinado com diversos contextos linguísticos e conhecimentos gerais, permitindo-lhe entender e responder a consultas específicas sobre Física. Ao receber uma pergunta ou instrução sobre conceitos físicos, o *ChatGPT* analisa o contexto da consulta e gera uma resposta relevante. Ele é capaz de abordar vários tópicos de física, desde os fundamentos

da mecânica, eletricidade, magnetismo até tópicos mais modernos, como física quântica, fornecendo informações e explicações que podem auxiliar os estudantes na compreensão desses temas (OPENAI, 2023).

No entanto, Santos (2023) e Pavlik (2023), enfatizam a importância de usar o *ChatGPT* e outros *Generative Artificial Intelligence-powered chatbots* (*GenAIbots*, como *Bing Chat* e *Bard*) de maneira consciente e ciente de suas limitações. Mesmo com toda a sua complexidade, esses *GenAIbots* não conseguem imitar completamente a sutileza e a dinâmica humana. Portanto, a supervisão no processo de aprendizado por IA é crucial, pois esses sistemas podem cometer erros ou disseminar informações incorretas. Assim, o papel dos educadores continua sendo essencial, utilizando a IA como um recurso auxiliar, e não como uma solução definitiva (SANTOS, 2023).

2.3.2 Sistemas de Recomendação

De acordo com DataFlair (2023), um sistema de recomendação (SR) é um algoritmo que sugere conteúdos relevantes ao usuário com base em seu histórico de interações passadas com o serviço, bem como nas interações de usuários semelhantes. Atualmente, o SR de conteúdos ou produtos se tornou tão comum no comércio digital que é considerado uma parte essencial da experiência de consumo online. Por exemplo, no *YouTube*, são carregadas 720 mil horas de conteúdo todos os dias. Com tantas opções disponíveis, como os usuários podem pesquisar e decidir o que assistir ou comprar? Uma lista crescente de opções pode causar confusão e frustração, resultando em uma experiência insatisfatória do serviço (DATAFLAIR, 2023).

Este cenário também é observado no contexto educacional. Segundo Pinheiro *et al.* (2018), um dos desafios no ambiente digital é a recomendação de informações, onde qualquer pessoa pode publicar vídeos ou criar sites, mesmo sem o conhecimento adequado. Para lidar com essa questão, o autor desenvolveu um SR chamado *Easy YouTube* (EYT), na qual o objetivo principal é “a recomendação de vídeos educacionais. Para recomendar vídeos significativos e garantir a qualidade didática dos mesmos.” (PINHEIRO *et al.*, 2018, p. 19).

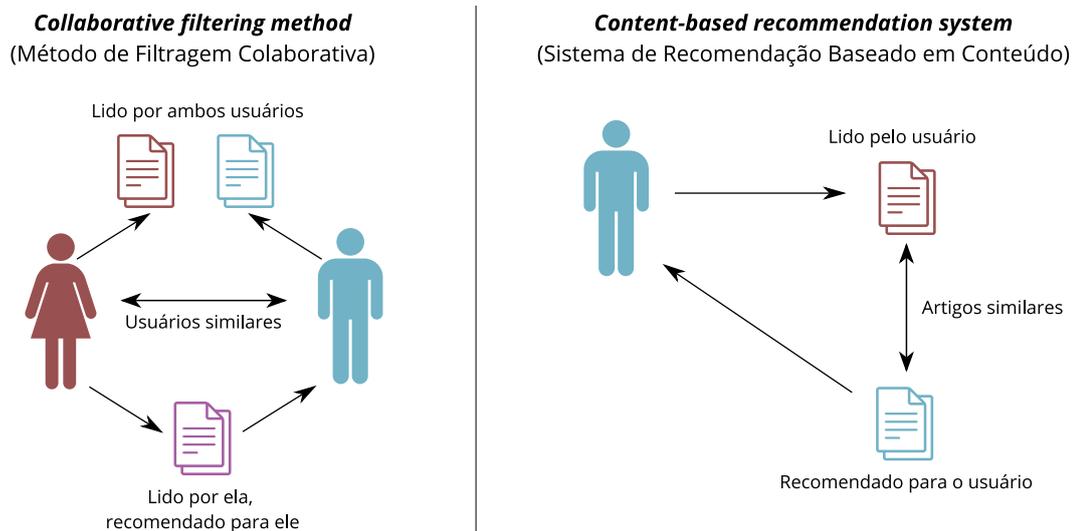
Os SRs podem operar de várias maneiras, mas, de acordo com DataFlair (2023), a indústria utiliza principalmente dois métodos: *Collaborative filtering method* e *Content-based recommendation system*.

2.3.2.1 Collaborative Filtering Method

O Método de Filtragem Colaborativa, ilustrado à esquerda na Figura 4, baseia-se nos padrões de preferência compartilhados entre usuários com interesses similares, conforme descrito por DataFlair (2023). Este método resulta na recomendação de itens que agradam grupos com gostos em comum. Quando um usuário expressa preferência por um conteúdo

específico, isso contribui para a formação de um grupo de usuários com interesses semelhantes, aprimorando as recomendações para todos os membros do grupo, isto é, as recomendações são bidirecionais.

Figura 4: Diferença entre os SRs baseados em filtragem colaborativa e baseados em conteúdo. À esquerda, a filtragem colaborativa, que sugere itens com base nas preferências de usuários semelhantes; à direita, o sistema baseado em conteúdo, que recomenda itens com atributos semelhantes aos preferidos pelo usuário.



Fonte: Adaptado de DataFlair (2023)

2.3.2.2 Content-Based Recommendation System

O Sistema de Recomendação Baseado em Conteúdo (diagrama à direita na Figura 4), sugere conteúdos que possuem similaridades com aqueles que o usuário está consumindo no momento. Este sistema analisa as diversas características dos itens, como no caso do *YouTube*, onde os vídeos são avaliados. Com base nessas avaliações, o vídeo é comparado com outros, sendo recomendados aqueles que apresentam maior semelhança. Além disso, esses modelos podem considerar informações pessoais do usuário, como idade, gênero e localização, para aprimorar ainda mais as sugestões (DATAFLAIR, 2023).

O EYT é um exemplo desse tipo de SR e funciona de maneira simples (PINHEIRO *et al.*, 2018). O usuário precisa apenas escolher um tema de estudo (A), e com base nos dados coletados pelo sistema (B e C), o conteúdo mais apropriado para suas necessidades e pesquisas anteriores será sugerido (D) (veja a Figura 5).

Como estamos abordando o ensino e a aprendizagem, vale ressaltar que esse sistema pode beneficiar não só o aluno, como também os professores que, de acordo com Moreira (2018), levam tempo preparando ou buscando materiais complementares de estudo.

Figura 5: Visão geral do SR EYT. O usuário seleciona um tema de estudo (A), e o sistema, utilizando os dados coletados (B e C), recomenda o conteúdo mais adequado às necessidades e pesquisas anteriores do usuário (D).



Fonte: Adaptado de Pinheiro *et al.* (2018)

2.3.3 Modelos Preditivos

Segundo Zabriskie *et al.* (2019), a procura por profissionais formados em ciências tem aumentado consideravelmente na última década. No entanto, esse crescimento é acompanhado por uma alta taxa de evasão nos cursos universitários. Diante disso, os pesquisadores desenvolveram modelos de ML para identificar alunos com risco de reprovação em disciplinas de Física Introdutória e direcionar intervenções instrucionais personalizadas, visando melhorar o desempenho acadêmico e a retenção dos alunos.

Os métodos empregados incluíram modelos de classificação, como árvores de decisão, florestas aleatórias e regressão logística. Os resultados mostraram que as técnicas de ML permitiram previsões precisas do desempenho dos alunos. O estudo revelou que a média das notas cumulativas foi um fator crucial para a alta precisão nas primeiras quatro semanas do semestre, enquanto as notas das tarefas de casa se tornaram mais importantes após o primeiro exame do semestre.

Foi constatado que variáveis demográficas, como sexo, raça ou etnia, não eram relevantes para prever as notas do curso. Assim, este estudo oferece uma concepção de que a IA também pode atuar como uma ferramenta precisa para avaliar o risco do aluno e direcionar intervenções personalizadas.

2.3.4 Aplicações Gerais

Além das ferramentas já mencionadas, o uso da Inteligência Artificial não se limita apenas aos *chatbots* ou Sistemas de Tutoria. Existem aplicações para atividades específicas

como o desenvolvimento de gráficos por meio da *AI Graph Maker*², a criação de fórmulas para planilhas com simples instruções de texto através do *Sheet+*³ e o aprendizado de línguas através do *Knowji*⁴, uma ferramenta para aprender idiomas que acompanha seu progresso de aprendizado em cada palavra, trazendo de volta aquelas com as quais você está tendo mais dificuldade com maior frequência, utilizando um algoritmo de repetição que antecipa quando você está prestes a esquecer uma palavra, maximizando assim seu processo de aprendizado (Knowji, 2022).

2.3.5 Vantagens e Desvantagens

Graesser *et al.* (2013) realizaram uma comparação entre os métodos pedagógicos utilizados na disciplina de Física e concluíram que a aprendizagem é mais eficaz com o uso de IA, como um *chat* conversacional, do que com a leitura de um livro sobre os mesmos conteúdos por um período de tempo equivalente. Os autores identificaram várias razões para essa eficácia superior da IA no aprendizado. Uma delas é a tutoria individualizada, conforme destacado por Picão *et al.* (2023). A IA simplifica a tutoria ao fornecer *feedback* personalizado e imediato a cada aluno, uma tarefa que normalmente exigiria um esforço considerável por parte do professor. Picão *et al.* (2023) também ressaltam que a IA permite aos professores identificar problemas de aprendizagem com base nos dados coletados, possibilitando uma análise abrangente da sala de aula. Os autores também mencionam o uso de uma plataforma de análise preditiva,

[...] que utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para analisar dados dos estudantes, como o desempenho acadêmico, a frequência, a participação e outras variáveis. Com base nessas informações, a plataforma fornece aos professores alertas sobre quais estudantes têm maior probabilidade de terem dificuldades acadêmicas e precisam de intervenção para evitar a evasão escolar (PICÃO *et al.*, 2023, p. 4).

A IA, de modo geral, pode aprimorar o trabalho docente, seja por meio da automação de processos, da filtragem de informações com base nas respostas dos estudantes, da detecção de plágio, da capacidade de adaptação, ou mesmo ao oferecer ambientes virtuais para a realização de aulas e experimentos, entre outros benefícios (SILVA *et al.*, 2023). No entanto, enquanto o uso da IA pode proporcionar *feedback* imediato e facilitar a análise de dados, há preocupações relacionadas à falta de humanização. O uso contínuo da IA pode levar ao isolamento social, o que, por sua vez, pode resultar em problemas físicos e mentais. Ainda segundo Silva *et al.* (2023), a opacidade das decisões tomadas pela IA é uma das principais preocupações quando se trata de sua aplicação na educação. Tanto a necessidade de transparência e clareza

²<https://www.graphmaker.ai/>

³<https://sheetplus.ai/>

⁴<https://www.knowji.com/>

nas decisões tomadas quanto o risco de discriminação algorítmica devem ser abordados por meio do desenvolvimento de modelos justos e éticos.

Segundo Picão *et al.* (2023) a IA pode ser influenciada por preconceitos e desigualdades existentes na sociedade, o que pode resultar em modelos de aprendizado injustos e discriminatórios. Os autores sugerem que, para garantir a justiça e imparcialidade da IA, é fundamental desenvolver algoritmos e modelos que levem em consideração as diferenças individuais e culturais, assim como abordar questões de privacidade e segurança dos dados. A proteção da privacidade dos dados é uma preocupação crítica, exigindo que as instituições de ensino assegurem que as informações dos alunos sejam devidamente protegidas e não utilizadas de forma inadequada. Por fim, os autores ressaltam que a IA não substitui a presença humana na educação. Embora a IA possa auxiliar na automatização de tarefas e na personalização do ensino, o papel do professor continua sendo fundamental na orientação e no suporte aos alunos. Portanto, é importante que os professores sejam devidamente formados para trabalhar com as TICs, além de estarem cientes dos limites e do potencial dessas tecnologias para aprimorar a qualidade da educação.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma metodologia mista, combinando aspectos qualitativos e quantitativos na coleta e análise de dados, com um enfoque predominante na descrição. De acordo com Guedes *et al.* (2005), a Estatística é a ciência que recolhe, apresenta e interpreta dados para elucidar os eventos que eles representam. Esta se divide em três ramos: descritiva, probabilística e inferencial. A estatística descritiva, aplicada neste trabalho, visa a descrição dos dados para entender as perspectivas dos participantes, sem entrar em detalhes sobre suas visões. Por outro lado, a estatística probabilística e inferencial, que se baseia na teoria das probabilidades e testes de hipóteses e se dedica à análise e interpretação dos dados para prever ou generalizar resultados, não será explorada nesta pesquisa (GUEDES *et al.*, 2005).

Ainda conforme Guedes *et al.* (2005), os dados podem ser obtidos a partir de uma população ou de uma amostra. A população representa o conjunto de elementos que compartilham pelo menos uma característica comum. Neste estudo, a população compreende os estudantes de Física da UFC, cujo comportamento é objeto de nossa análise. A amostra, por sua vez, é um subconjunto dessa população, com dimensão inferior, cujos elementos devem ser representativos do conjunto total. Dessa forma, nossa amostra foi composta por uma parte dos estudantes matriculados no curso de Física da Universidade Federal do Ceará.

A coleta de dados foi realizada entre os dias 20 e 24 de novembro de 2023, utilizando um questionário online criado por meio da ferramenta Formulários, disponível no *Google Forms* (ver Anexo A). O convite para participar foi enviado via *e-mail* do departamento de Física da UFC, incluindo detalhes sobre os objetivos do estudo, a importância da participação, e um *link* para o formulário. Para garantir a integridade do estudo, apenas os participantes que entregaram o formulário devidamente preenchido dentro do prazo foram considerados.

As questões do formulário foram escolhidas de forma a abordar os seguintes tópicos:

1. A possível obsolescência dos métodos tradicionais de ensino diante do surgimento de novas metodologias e tecnologias educacionais;
2. O potencial da IA como ferramenta de ensino e aprendizagem de Física;
3. As precauções e desafios relacionados a implementação das TICs nas instituições educacionais;
4. A capacitação dos participantes para o uso das TICs em sala de aula;

5. As vantagens e desvantagens da integração dessas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem.

O questionário foi composto por dezoito questões, divididas entre quatorze objetivas e quatro discursivas, sendo as últimas opcionais. A pesquisa adotou uma abordagem transversal, focando na análise da percepção dos participantes. Conforme Zangirolami-Raimundo (2018), uma pesquisa transversal é caracterizada pela observação de casos, indivíduos ou outros tipos de ocorrências em um único momento, como se tirasse uma “foto” dos fatos de interesse, ao invés de um “filme” de sua evolução. Este tipo de pesquisa oferece a vantagem da observação direta dos fenômenos, coletando eficientemente em um curto espaço de tempo, sem a necessidade de acompanhar os participantes, e produzindo resultados rapidamente.

A análise quantitativa das respostas objetivas envolveu a interpretação e o resumo dos dados numéricos, descrevendo a amostra da população e obtendo opiniões diretas e específicas sobre os temas relevantes deste trabalho. Por outro lado, a análise qualitativa fundamentou-se nas respostas discursivas dos participantes, buscando uma compreensão mais profunda sobre o assunto, a fim de reunir as opiniões individuais e construir um texto que reflita o pensamento coletivo sobre cada questão abordada.

O questionário foi dividido em quatro seções. Na primeira seção, foi apresentado as informações fundamentais do formulário, no qual foi explicado que o questionário integra uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso, e delineado o propósito da investigação. Também foram fornecidos detalhes sobre o público-alvo e sobre a confidencialidade das respostas, destacando o sigilo, a privacidade dos participantes e informando-os que os resultados serão apresentados de forma agregada, sem identificação individual.

Na segunda seção, intitulada “Perfil do Participante”, foram incluídas cinco questões demográficas que abordaram idade, gênero, modalidade do curso, período de ingresso na universidade e nível de experiência prévia como docente. Estas questões tiveram como objetivo identificar possíveis diferenças significativas nas respostas com base em variáveis demográficas.

Na terceira seção, “Visão de Futuros Educadores”, colocamos nove perguntas objetivas e sua ordem foi estrategicamente planejada, seguindo uma sequência que abordou inicialmente as experiências dos participantes como discentes, e, posteriormente, suas vivências como docentes. Aqui, o objetivo foi entender a perspectiva dos participantes, tanto como estudantes universitários quanto em suas primeiras experiências como educadores. Aspectos relacionados ao uso da IA em sala de aula e seus impactos no processo de ensino e aprendizagem de Física também foram explorados. As questões abordaram temas como a percepção do participante sobre o ensino tradicional, seus conhecimentos sobre IA e a possível utilização de metodologias ativas em suas aulas como docentes. O objetivo foi captar a visão e as experiências dos

estudantes de Física, confrontando-os com as perspectivas apresentadas pelos autores e educadores citados ao longo da pesquisa. A decisão de oferecer um número reduzido de opções nas alternativas visou aprimorar a análise dos dados e evitar respostas pouco relevantes.

Por fim, na seção “Comentários e Experiências”, foram inseridas as perguntas discursivas. Estas foram utilizadas para uma análise qualitativa e, reforçando, diferentemente das perguntas objetivas, não foram marcadas como obrigatórias. A decisão de não torná-las obrigatórias foi tomada para evitar fadiga nos participantes, considerando que nesta seção foram apresentadas quatro perguntas discursivas consecutivas. Isso porque o abandono do formulário pode estar associado a campos obrigatórios (LUMIS, 2023). Esta seção visou atender especificamente aos objetivos traçados, buscando respostas mais detalhadas e reflexivas. A não obrigatoriedade também foi estratégica, já que a qualidade das respostas é mais relevante do que a quantidade.

4 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir das respostas do formulário, estruturada em três seções principais: perfil do participante, análise quantitativa e análise qualitativa. Na seção de perfil do participante, exploramos as características demográficas dos participantes, incluindo gênero, faixa etária e modalidade do curso. A seção de análise quantitativa se concentra na avaliação numérica das respostas dos participantes. Aqui, buscamos estabelecer conexões entre os resultados e os estudos e teorias discutidos ao longo do trabalho. Na seção de análise qualitativa, examinamos as respostas discursivas dos participantes para obter uma compreensão mais profunda de suas percepções. Esta análise nos permitiu discutir os objetivos gerais e específicos da nossa pesquisa de maneira mais abrangente.

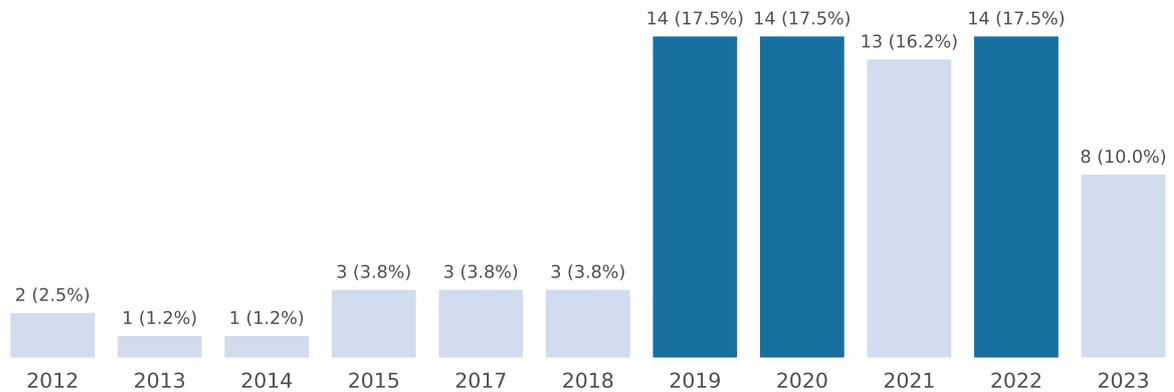
4.1 Perfil do Participante

Neste estudo, a amostra foi formada por 80 alunos do curso de Física da UFC. A maioria, 77,5%, são homens, enquanto 20% são mulheres e 2,5% se identificam como não binários. Este perfil majoritariamente masculino é um reflexo da realidade da Física, onde, como indicado por Agrello e Garg (2009), apenas cerca de 10% a 12% dos profissionais da área são mulheres na maioria dos países. É relevante destacar que o gênero não foi considerado na análise de dados. A coleta dessa informação teve como objetivo proporcionar uma visão mais completa da amostra. Tanto a análise quanto os resultados foram focados exclusivamente na perspectiva dos participantes sobre o uso da IA no ensino de Física. Independentemente do gênero, o principal interesse foi compreender as opiniões e percepções em relação ao cerne da questão.

Em relação à distribuição dos alunos no curso de Física, observou-se que a Licenciatura foi a modalidade com maior número de matrículas, representando 48,75% do total. O Bacharelado e a pós-graduação seguiram com 30% e 21,25% respectivamente. No que diz respeito à faixa etária, 21,25% dos alunos têm entre 18 e 20 anos, 38,75% estão na faixa de 21 a 24 anos, 23,75% têm entre 25 e 30 anos e 16,25% são maiores de 30 anos. A amostra abrangeu alunos que ingressaram no curso entre os semestres de 2012.1 e 2023.1. Ao examinar a distribuição desses alunos ao longo do tempo (conforme ilustrado na Figura 6), percebeu-se uma maior concentração nos últimos cinco anos, de 2019 a 2023.

Ao analisar a experiência docente dos participantes (conforme Tabela 1), é evidente que muitos já têm familiaridade com o campo da educação. A predominância de participantes sem experiência docente foi encontrada no curso de Bacharelado. Em contrapartida, a mai-

Figura 6: Distribuição dos participantes que ingressaram no curso de Física entre os anos de 2012 e 2023, com períodos condensados por ano. Os valores acima das barras representam o número de participantes que ingressaram naquele ano, com o azul mais intenso indicando um maior número. Neste gráfico, os alunos que preencheram o período de forma incorreta no formulário foram desconsiderados.



Fonte: Elaboração Própria.

oria dos participantes com experiência foram do curso de Licenciatura, levando em conta o número total daqueles que já atuaram como professores, participaram do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e realizaram estágio supervisionado. Isso reflete a natureza prática e pedagógica deste curso. Vale ressaltar que a participação em estágios supervisionados foi mais frequente entre os estudantes de pós-graduação, o que pode ser atribuído à obrigatoriedade desta atividade para esses alunos (UNIVERSITÁRIO, 2015).

Tabela 1: Distribuição dos participantes de acordo com a experiência docente em diferentes modalidades. Representada por um sistema de cores, onde as cores mais escuras indicam um maior número de participantes.

	Bacharelado	Licenciatura	Pós-graduação	Total
Experiência Docente				
Sem experiência prática como docente	13	9	2	24
Trabalhou como Professor(a)	7	3	3	13
Participou de Estágio Supervisionado	0	2	5	7
Participou do PIBID	2	9	1	12
Professor + Estágio Supervisionado	0	6	4	10
Professor + PIBID	1	0	0	1
Professor + PIBID + Estágio Supervisionado	0	9	1	10
PIBID + Estágio Supervisionado	1	1	1	3
Total	24	39	17	80

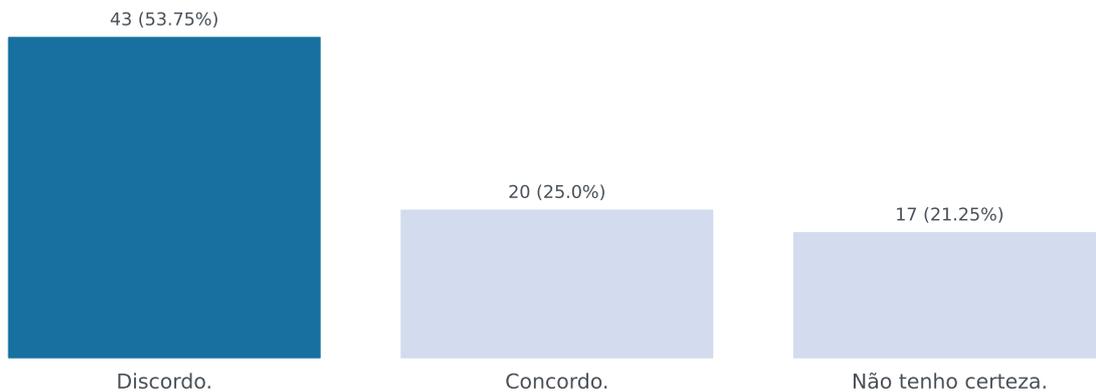
Fonte: Elaboração Própria.

4.2 Análise Quantitativa: Visão dos Futuros Educadores

Nesta seção, dedicada à seção “Visão de Futuros Educadores” do formulário, analisamos as respostas relacionadas às questões objetivas do questionário (Perguntas 6 a 14). O foco foi avaliar o conhecimento dos participantes sobre IA, compreender suas opiniões sobre o ensino tradicional em comparação com as metodologias ativas, explorar suas experiências como futuros educadores e avaliar sua qualificação no uso de IA no ensino e aprendizagem de Física.

Pergunta 06: *Na sua perspectiva, o método tradicional de ensino é suficiente para assegurar que os alunos compreendam devidamente os conceitos de Física?*

Figura 7: Distribuição das respostas dos participantes sobre a eficácia do método tradicional de ensino na compreensão dos conceitos de Física.



Fonte: Elaboração Própria.

Conforme ilustrado na Figura 7, a maior parte dos estudantes, correspondendo a 53,75% do total, não concordou que o método tradicional de ensino seja suficiente para uma compreensão aprofundada dos conceitos de Física. Isso está em concordância com o estudo de Zanatta e Neves (2016), que argumentam que as demandas atuais do ensino não podem ser totalmente satisfeitas pelo modelo educacional tradicional. Essa discordância por parte dos participantes pode sinalizar a necessidade de aprimoramentos no método tradicional ou a busca por novas abordagens, que estejam alinhadas com as expectativas e desafios contemporâneos no campo da educação em Física.

Pergunta 07: *Você acredita que o surgimento de novas tecnologias educacionais e métodos de ensino modernos, como chatbots educacionais e metodologias ativas, influenciará na diminuição do uso do método tradicional de ensino?*

Figura 8: Distribuição das respostas dos participantes sobre o impacto das novas tecnologias educacionais e métodos de ensino modernos no uso do método tradicional.



Fonte: Elaboração Própria.

Os dados apresentados na Figura 8 indicam que a maioria dos participantes acredita que o surgimento de novas tecnologias educacionais e métodos de ensino modernos contribuirá para a redução do uso do método tradicional. Isso está em consonância com o estudo de Silva *et al.* (2018), que destacam as transformações nas formas de interação e aprendizado, impulsionadas pelo progresso das tecnologias digitais. Esses resultados podem sugerir uma abertura dos participantes para inovações educacionais no contexto do ensino de Física.

Pergunta 08: *Você está familiarizado com o conceito de “Inteligência Artificial”?*

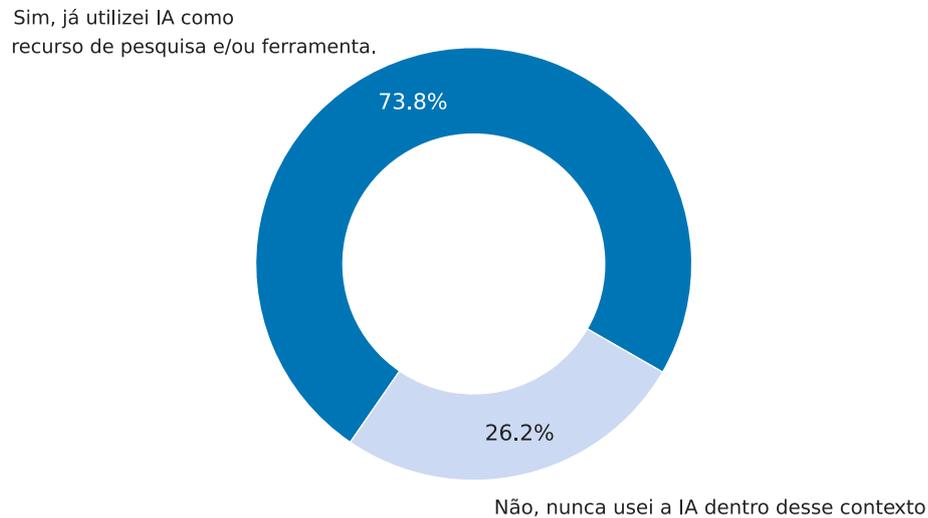
Figura 9: Distribuição das respostas dos participantes em relação à sua familiaridade com o termo “Inteligência Artificial.”



Fonte: Elaboração Própria.

Pergunta 09: *Você já empregou a Inteligência Artificial como recurso para pesquisa e/ou como ferramenta em seus estudos/trabalhos de Física?*

Figura 10: Distribuição das respostas dos participantes sobre o uso da IA como recurso para pesquisa e/ou como ferramenta em seus estudos/trabalhos de Física.

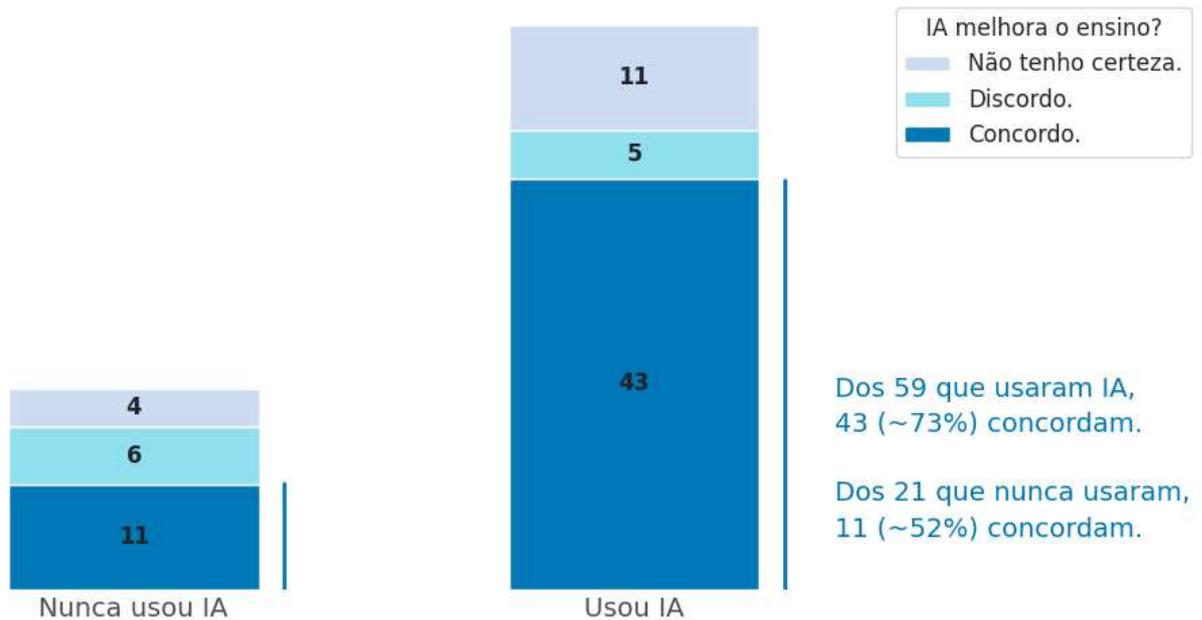


Fonte: Elaboração Própria.

As perguntas 08 e 09 foram elaboradas com a intenção de identificar possíveis diferenças nas respostas entre o grupo que desconhece e/ou nunca utilizou IA e o grupo que já fez uso da mesma. No entanto, as respostas se mostraram semelhantes, indicando que não houve influência significativa nessas percepções. Apesar disso, é relevante destacar que apenas um único estudante declarou desconhecer a IA (ver Figura 9), enquanto o restante afirmaram ter conhecimento sobre a mesma e mais de 70% já a utilizaram (Figura 10). Este dado evidencia a popularização da IA, corroborando a discussão proposta por Jho (2020) sobre o papel do professor, que deve agora atuar como orientador na exploração de recursos digitais, os quais, conforme observado, já estão sendo amplamente utilizados.

Pergunta 10: *Na sua opinião, o uso da Inteligência Artificial pode melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem em Física, proporcionando uma experiência mais completa e facilitando a compreensão dos conceitos dessa disciplina?*

Figura 11: Gráfico de barras representando a percepção dos estudantes sobre o potencial da Inteligência Artificial de aprimorar a qualidade do ensino e aprendizagem em Física. Dividido entre aqueles que já utilizaram IA e aqueles que nunca a utilizaram.



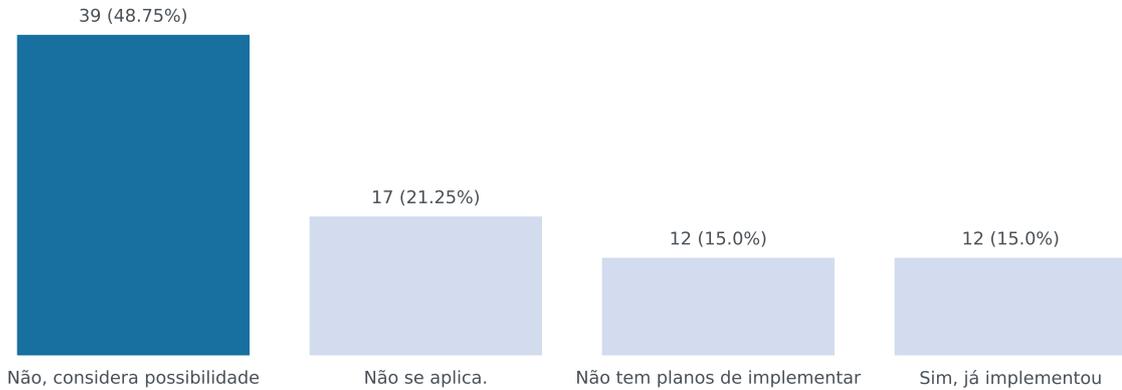
Fonte: Elaboração Própria.

A análise dos dados revelou que 67,5% dos estudantes acreditam no potencial da IA para aprimorar a qualidade do ensino, conforme ilustrado na Figura 11. Note que essa percepção foi ainda mais forte entre aqueles que já tiveram experiência com IA ($\approx 73\%$ do grupo). Além disso, mais da metade dos que nunca utilizaram IA também reconhecem seu potencial para melhorar o ensino de Física.

Esses resultados reforçam a receptividade dos estudantes às inovações tecnológicas e estão em sintonia com as teorias discutidas neste trabalho. Conforme destacado por Dantas *et al.* (2019), a IA é vista como uma solução promissora para enfrentar os atuais desafios no ensino de Física. Da mesma forma, Graesser *et al.* (2013) apontam para a eficácia superior dos métodos pedagógicos que incorporam IA no ensino de Física. É notável que as perspectivas dos autores parecem estar em harmonia com as opiniões dos participantes, especialmente aqueles que já experimentaram a tecnologia.

Pergunta 11: *Como docente, você já implementou ou tem planos de implementar o uso da IA em suas aulas de Física?*

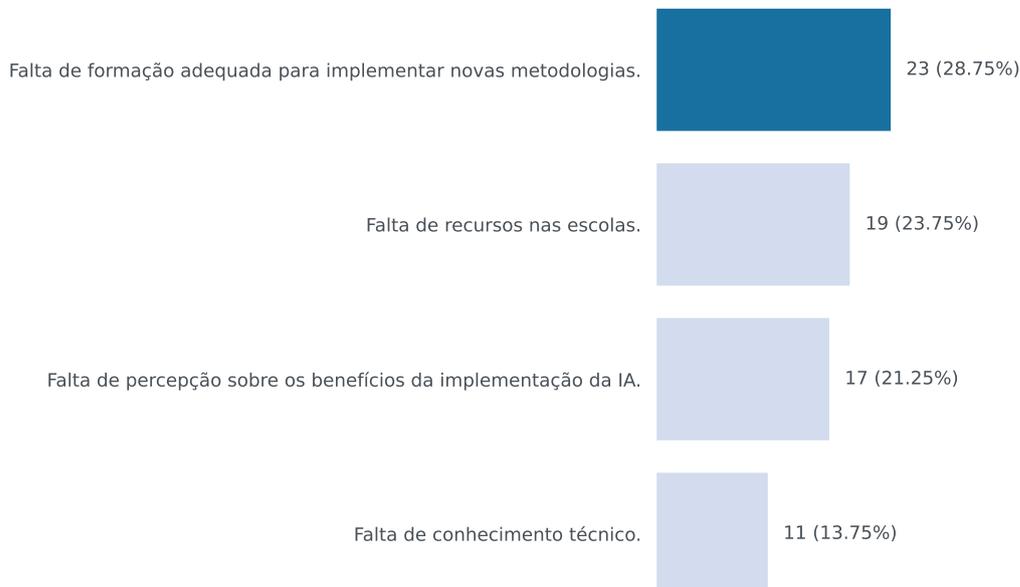
Figura 12: Distribuição das respostas dos participantes em relação à implementação da IA em suas aulas de Física, enquanto docentes.



Fonte: Elaboração Própria.

Pergunta 12: *Caso ainda não tenha implementado o uso da IA em suas aulas de Física, poderia compartilhar os motivos que influenciam essa decisão? (Marque todas as opções que se adéquem).*

Figura 13: Distribuição das respostas dos participantes sobre os motivos que influenciam a decisão de não implementar IA nas aulas de Física. Neste item, foram desconsiderados os participantes que marcaram a opção “Não se aplica”.



Fonte: Elaboração Própria.

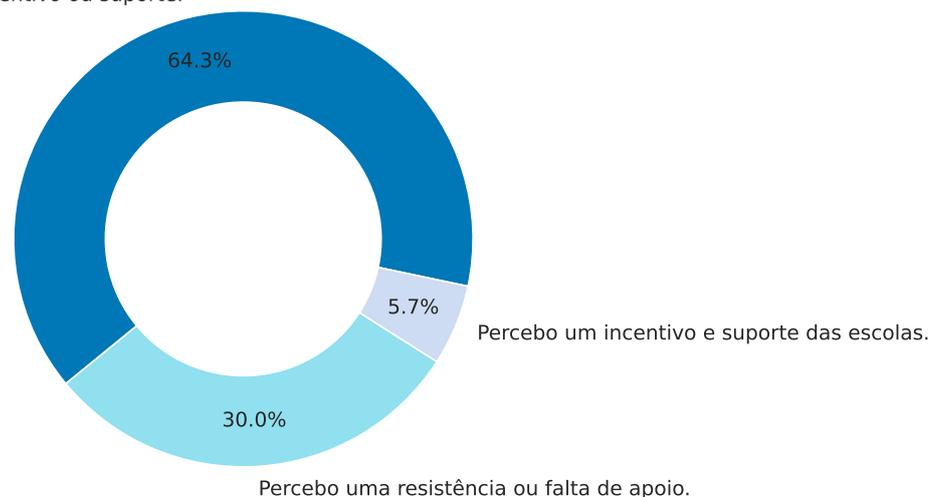
Conforme a Figura 12, apenas 15% dos participantes implementaram IA em suas aulas de Física. Com esse resultado, surge uma pergunta: Se a maioria dos participantes já teve

contato com a IA enquanto estudantes e são favoráveis ao seu uso (conforme Figuras 10 e 11), por que a taxa de aplicação como docentes é tão baixa? Os motivos mais citados, apresentados na Figura 13, foram a falta de formação adequada, seguida pela escassez de recursos, ausência de percepção dos benefícios da IA e, por último, a falta de conhecimento técnico. Esses fatores refletem a discussão proposta por Santos *et al.* (2010), que enfatizam a ausência de materiais e ambientes apropriados, a insegurança gerada pela falta de formação adequada e conhecimento técnico, e a falta de consciência sobre os benefícios das TICs como principais obstáculos à adoção de novas práticas de ensino pelos docentes.

Pergunta 13: *Em relação à implementação da IA e de novas metodologias de ensino, você percebe algum movimento ou incentivo por parte das escolas para a adoção dessas ferramentas, como o fornecimento de equipamentos ou recursos tecnológicos?*

Figura 14: Distribuição das respostas dos participantes em relação ao incentivo das escolas para a adoção de IA e novas metodologias de ensino. Desconsideramos os participantes que selecionaram a opção “Não se aplica”.

Não percebo um claro incentivo ou suporte.

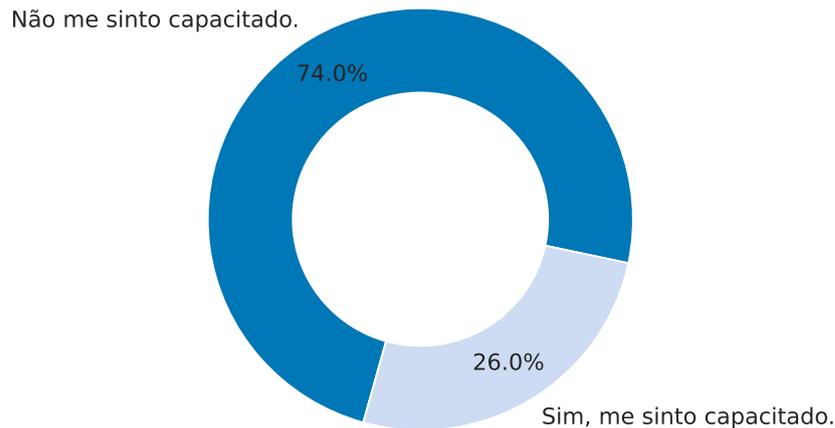


Fonte: Elaboração Própria.

A maioria dos participantes, mais de 60% daqueles que se enquadram na categoria (pessoas que não selecionaram a opção “Não se aplica”), não sentem um incentivo ou apoio claro, e cerca de 30% até relatam resistência por parte das escolas (conforme Figura 14). Este resultado está consoante com Santos *et al.* (2010), na qual destacam a falta de ambientes adequados e os desafios associados à reestruturação institucional nos contextos educacionais, o que dificulta a implementação das TICs e a adoção de novas metodologias.

Pergunta 14: *Na sua percepção como docente, as disciplinas pedagógicas ofertadas pelo departamento do curso de Física têm contribuído para capacitá-lo no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação e na implementação de metodologias de ensino inovadoras?*

Figura 15: Distribuição das respostas dos participantes em relação à percepção da contribuição das disciplinas pedagógicas oferecidas pelo departamento do curso de Física no uso das TICs e de novas metodologias. Foram desconsiderados os participantes que selecionaram a opção “Não se aplica”.



Fonte: Elaboração Própria.

Aqui, retomamos a análise iniciada na pergunta 12. A predominância da falta de formação adequada como a opção mais escolhida chama a atenção para o que foi mencionado por Silva *et al.* (2018), que afirmou estarmos diante da “iminência de revisão de currículos e práticas educacionais decorrentes do surgimento de novas necessidades”. Entre os participantes que se adequam à pergunta 14 (alunos que não escolheram a opção “Não se aplica”), 74% não se sentem capacitados com as disciplinas pedagógicas oferecidas (Figura 15).

Ao analisarmos do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Física da UFC, vigente de 2005 a 2022 (Tabela 2), observamos que as TICs e as novas metodologias não são mencionadas. Isso pode explicar a falta de confiança dos alunos, evidenciada na pergunta 14, em trabalhar com essas ferramentas. No entanto, no PPC atual, implementado em 2023, esses elementos estão presentes na ementa. Isso indica que a revisão dos currículos e práticas educacionais, mencionada por Silva *et al.* (2018), já está em andamento na UFC. Talvez, ao repetirmos esta pesquisa no futuro, possamos observar uma mudança significativa nos resultados.

Tabela 2: Comparativo entre as ementas das disciplinas de informática do curso de Licenciatura em Física, destacando a evolução dos conteúdos abordados. A ementa à esquerda refere-se ao período de 2005 a 2022, representando o antigo PPC. Enquanto à direita representa a ementa atual, iniciada no ano de 2023, evidenciando as mudanças e atualizações nas abordagens da disciplina.

	PPC (2005 - 2022)	PPC (2023 -)
Disciplina	Informática Aplicada ao Ensino de Ciências	Metodologia de Ensino Computacional
Código	CKXXX	XX9999
Carga Horária	64 h/semestre	64 h/semestre
Pré-Requisitos	CB536 + PC011	CD0526
Conteúdo	Realidade e Fundamentos da Informática Educativa. Utilização da Informática na Escola e Projeto Pedagógico. Teorias de Aprendizagem. O Ciclo de Aprendizagem Físico-Matemático. Software Educativos. Ambientes Informatizados de Aprendizagem.	Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para o ensino da Física. Teorias da aprendizagem e o uso das TIC. Métodos ativos de aprendizagem no ensino da Física. Modelagem matemática. Softwares de modelagem computacional para o ensino da Física. Vídeo-análise para o ensino da Física.

Fonte: (CEARA, 2023)

4.3 Análise Qualitativa: Comentários e Experiências

Neste tópico, realizamos uma análise qualitativa das respostas discursivas coletadas na última seção do formulário, intitulada “Comentários e Experiências” (Perguntas 15 a 18). Nosso propósito foi atender aos objetivos específicos deste estudo, analisando de forma detalhada as percepções e experiências dos participantes, e consolidando as opiniões individuais para construir uma visão geral.

4.3.1 Inteligência Artificial no Ensino vs. Método Tradicional

Para essa subseção, nosso objetivo foi compreender como os participantes percebem o uso da IA no contexto do ensino em geral, comparado ao método tradicional. Para isso, compilamos as respostas discursivas dos participantes na pergunta 15 e 16 e as reunimos em um único texto, consolidando todas as ideias.

Pergunta 15: *Como a inteligência artificial pode aprimorar o processo de ensino em comparação ao método tradicional?*

Pergunta 16: *De que maneira a inteligência artificial pode auxiliar os docentes e discentes no ensino e aprendizagem de Física, respectivamente?*

Entre as respostas apresentadas, destaca-se a visão de que a IA pode atuar como uma ferramenta cognitiva e proporcionar novas experiências de aprendizado. A utilização de simulações, criação de gráficos e a capacidade de ilustração da IA foram mencionadas como maneiras práticas de incorporá-la no processo educacional. Além disso, ela é vista como uma possível ferramenta para prender a atenção dos alunos e contribuir para um ensino adaptado, ajudando na produção de planos de aulas personalizados. Um exemplo dado foi a sua aplicação na criação de planos de aula personalizados, especialmente benéficos para estudantes neurodivergentes. Por fim, um dos papéis mais relevantes atribuídos à IA pelos participantes foi o de agente de conversação, que pode ser utilizado em situações de dúvidas, oferecendo suporte e funcionando como um Sistema Tutor Inteligente.

Assim, podemos segregar os resultados em dois itens:

- *Para o uso do docente, as respostas mais comuns foram:* ensino adaptado, utilização de simulações, ferramentas de análise de desempenho e novas metodologias.
- *Para o uso discente, temos:* pesquisa e auxílio, correção e sugestão, escrita textual, produção de material de estudo, organização e tradução de textos.

4.3.2 Vantagens e Desvantagens da IA no Ensino de Física

Pergunta 17: *Quais vantagens e desvantagens você enxerga na utilização da Inteligência Artificial no ensino de Física?*

No que diz respeito as vantagens, a maioria das respostas destacou a conveniência proporcionada pela IA, incluindo a economia de tempo, a praticidade, a flexibilidade, a rapidez e a facilidade de acesso. Conforme Graesser *et al.* (2013), a eficácia da IA reside na sua capacidade de simplificar tarefas, fornecendo *feedback* imediato e facilitando a execução de tarefas que normalmente exigiriam um esforço significativo por parte do professor. Embora as respostas tenham abordado um aspecto crucial do uso da IA, notamos a falta de uma variedade maior de respostas. Conseguimos perceber algo que não foi possível com as perguntas objetivas: o nível de conhecimento sobre IA que cada pessoa demonstrou em suas respostas. Algumas respostas foram mais completas que outras, mas a maioria era simplista, sugerindo que, apesar de

muitos afirmarem ter conhecimento da ferramenta, esse conhecimento é limitado e se enquadra no senso comum.

Já nas desvantagens, as respostas foram mais diversificadas, tais como:

- A possibilidade de erros do algoritmo, especialmente em cálculos e aplicação de conceitos inexistentes;
- O uso excessivo da IA em detrimento da construção autônoma de conhecimento e a dependência tecnológica;
- A acomodação e a falta de autoria (plágio);
- O fim das relações humanas com o uso de *chatbots* e Tutores Inteligentes;
- O desestímulo à busca de respostas e o salto de etapas importantes no aprendizado, resultando em deficit na capacidade de armazenamento de memória e declínio cognitivo;
- O desestímulo à produção textual.

Por fim, também foram mencionadas algumas desvantagens mais comuns, como a falta de equipamentos nas unidades escolares e os custos associados. Essas desvantagens levantaram alguns pontos importantes e algumas delas muitas vezes passam despercebidas graças ao pensamento romantizado em relação ao uso das TICs na educação, como mencionado por Mello *et al.* (2022).

4.3.3 Precauções e Desafios na Integração da IA na Educação

Pergunta 18: *Quais são os cuidados a serem tomados ao incorporar a Inteligência Artificial no ensino? Além disso, quais desafios você identifica relacionados a essa integração, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico?*

Os participantes identificaram vários desafios, incluindo a adaptação de alunos e professores mais experientes e a falta de qualificação profissional. Isso é particularmente relevante, pois, sabemos que o professor é fundamental no processo de ensino, mediando e orientando o uso de ferramentas digitais (JHO, 2020). A imaturidade dos algoritmos e a confiabilidade das informações geradas também são preocupações, já que alguns *chatbots*, como o *chatGPT*, alertam sobre a precisão de seus dados e aconselham a busca de fontes confiáveis, pois seus textos são gerados a partir de dados sem fontes (OPENAI, 2023). Além disso, a resistência à mudança e as dificuldades na integração curricular por parte das instituições de ensino, como discutido por Santos *et al.* (2010), também são desafios. Outra questão importante levantada é

a necessidade de monitorar o uso e garantir que os alunos utilizem a IA de maneira adequada, pois alguns a utilizam para substituir o conhecimento não adquirido. Isso contraria as ideias das metodologias baseadas na cognição distribuída, que veem a tecnologia como mediadora do processo cognitivo (MELLO *et al.*, 2022). Por fim, os participantes enfatizaram a necessidade de alterar os métodos de avaliação para prevenir o uso inadequado da IA.

5 CONCLUSÃO E EXPECTATIVAS

Com base nos resultados deste estudo que investigou a percepção dos alunos do curso de Física da UFC sobre o potencial da Inteligência Artificial como ferramenta educacional no ensino de Física, é possível extrair algumas conclusões que delineiam a posição dos participantes em relação a essa temática.

Primeiro, é importante ressaltar que nenhum aspecto demográfico, incluindo a modalidade e o nível de experiência docente, exerceu influência nas respostas coletadas ou impactou significativamente nos resultados finais.

A receptividade à IA no contexto do ensino e aprendizagem de Física foi positiva, a maioria dos participantes mostraram familiaridade com a ferramenta, com mais de 70% deles já a incorporando em seus estudos e sendo favoráveis ao seu uso, desde que acompanhado por precauções e orientações adequadas. Surpreendentemente, embora favoráveis, a grande maioria dos participantes não incorporou a IA em suas práticas como docentes, o que nos leva a refletir sobre os desafios que a aplicação dessas ferramentas ainda carregam.

As vantagens no ensino percebidas pelos estudantes incluem a otimização do trabalho docente, o uso de ferramentas auxiliares no processo de ensino, que podem auxiliar o professor a desenvolver materiais, facilitando seu trabalho e tornando as aulas mais práticas e interessantes. Já no aprendizado, a ferramenta se mostrou útil, para eles, no auxílio de dúvidas ou de atividades como correções de texto, produção de gráficos e figuras. Em relação as desvantagens, eles ressaltam a possibilidade de erro dos algoritmos, visto que se trata de uma tecnologia emergente, e o risco associado ao uso excessivo da IA no ambiente educacional, o que pode resultar em falhas no aprendizado do aluno. Preocupações adicionais foram identificadas, como a necessidade de adaptação da IA a professores e alunos mais experientes, além de possíveis resistências e limitações institucionais, que inviabiliza sua aplicação em sala de aula.

Este estudo, apesar de não apresentar descobertas inovadoras e ter limitações como a amostra desigual entre as modalidades do curso de Física e a coleta de dados em um período relativamente curto, representa uma abordagem pioneira na compreensão da percepção dos estudantes do curso de Física da UFC em relação à IA no ensino da disciplina. Os resultados fornecem uma base para futuras pesquisas, tais como:

- Explorar as perspectivas dos docentes sobre o uso da IA no ensino de Física;
- Investigar os desafios práticos enfrentados nas escolas durante a integração da IA;
- Avaliar a eficácia do ensino de Física com o auxílio da IA em comparação com os métodos tradicionais.

Além disso, oferece ideias para a implementação responsável da Inteligência Artificial no ensino de Física. Por fim, esse trabalho pode servir como orientação para quem busca compreender as perspectivas dos futuros professores de Física em relação a essa inovação na educação.

REFERÊNCIAS

- AGRELLO, D. A.; GARG, R. Mulheres na física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. **Revista brasileira de ensino de física**, SciELO Brasil, v. 31, p. 1305–1, 2009.
- ALCOFORADO, F. As revoluções nos meios de transporte desde a pré-história à era contemporânea e sua evolução futura. 2021.
- BASE Nacional Comum Curricular - BNCC. 2018. Acessado em: 23 de Setembro de 2023. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>.
- BISHQEMI, K.; CROWLEY, M. Tiktok vs. instagram: Algorithm comparison. **Journal of Student Research**, v. 11, n. 1, 2022.
- BITZENBAUER, P. Chatgpt in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. **Contemporary Educational Technology**, Bastas, v. 15, n. 3, p. ep430, 2023.
- BRAGA, A. V.; LINS, A. F.; SOARES, L. S.; FLEURY, L. G.; CARVALHO, J. C.; PRADO, R. S. do. Inteligência artificial na medicina. **CIPEEX**, v. 2, p. 937–941, 2018.
- BRASIL, I. N. d. E. e. P. E. A. T. I. **Censo Escolar da Educação Básica 2022: Resumo Técnico**. Brasília: [s.n.], 2023.
- BUZZI, L. **Desmistificando a tecnologia: o que é Deep Learning e quais suas aplicações**. 2021. Acessado em: 27 de Novembro de 2023. Disponível em: <https://pollux.com.br/blog/desmistificando-a-tecnologia-o-que-e-deep-learning-e-quais-suas-aplicacoes/>.
- CEARA, U. F. do. **Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura em Física**. 2023. <https://www.fisica.ufc.br/portal/licenciatura/projeto-pedagogico-do-curso-ppc/>. Acessado em: 28 de Novembro de 2023.
- CUNHA, B. C. d. L.; SILVEIRA, E. M.; CARVALHO, M. S. d.; SUMINAMI, N. A. M.; OLIVEIRA, T. d. S. Uma análise sobre a contribuição do pix na inclusão social dos micro e pequeno empreendedores na economia brasileira. 2023.
- DAINEKO, Y.; DMITRIYEV, V.; IPALAKOVA, M. Using virtual laboratories in teaching natural sciences: An example of physics courses in university. **Computer Applications in Engineering Education**, Wiley Online Library, v. 25, n. 1, p. 39–47, 2017.
- DANTAS, A. C.; TORRES, H.; FARIA, I. de P.; ARAÚJO, W.; GUIMARÃES, G.; MACHADO, G.; ALMEIDA, A. V. de; NASCIMENTO, M. Z. do. Astrobot: Um chatbot com inteligência artificial para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de física. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.: s.n.], 2019. v. 8, n. 1, p. 1196.
- DANTE, H. M. Sociedade, educação, tecnologia e os usos das tic nos processos educativos. **Revista Trabalho Necessário**, v. 2, n. 2, 2004.

- DARROZ, L. M.; ROSA, C. d.; GHIGGI, C. M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. **Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre**, v. 5, n. 1, p. 70–85, 2015.
- DATAFLAIR. **YouTube Video Recommendation System using Machine Learning**. 2023. Acessado em 10 de outubro de 2023. Disponível em: <https://data-flair.training/blogs/youtube-video-recommendation-system-ml/>.
- FIRAT, M. How chat gpt can transform autodidactic experiences and open education. **Department of Distance Education, Open Education Faculty, Anadolu Unive**, 2023.
- GÉRON, A. **Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow**. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2022.
- GONÇALVES, K. M.; NETO, J. d. S. C. *et al.* Abp: ensino de física moderna. Brasil, 2020.
- GRAESSER, A. C.; FRANCESCHETTI, D.; GHOLSON, B.; CRAIG, S. 11 learning newtonian physics with conversational agents and interactive simulations. **Developmental cognitive science goes to school**, v. 157, 2013.
- GUEDES, T. A.; MARTINS, A. B. T.; ACORSI, C. R. L.; JANEIRO, V. Estatística descritiva. **Projeto de ensino aprender fazendo estatística**, Universidade Estadual de Maringá Maringá, p. 1–49, 2005.
- HERPICH, F.; LIMA, W. V. C.; NUNES, F. B.; LOBO, C. d. O.; TAROUCO, L. M. R. Atividade educacional utilizando realidade aumentada para o ensino de física no ensino superior. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, SciELO Argentina, n. 25, p. 68–77, 2020.
- INEP, I. N. de Estudos e P. E. A. T. **Números Revelam Deficiências das Escolas de Ensino Médio**. 2018. Acessado em 18 de outubro de 2023. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/33541-censo-escolar/73311-numeros-revelam-deficiencias-das-escolas-de-ensino-medio>.
- JAMES, G.; WITTEN, D.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. *et al.* **An introduction to statistical learning**. [S.l.]: Springer, 2013. v. 112.
- JHO, H. Discussion for how to apply artificial intelligence to physics education (korean). **New Physics Sae Mulli**, v. 70, p. 974–984, 11 2020.
- JR, R. M. S.; WEI, D.; BENSON, N.; JAVED, F. Alternative methods for deriving emotion metrics in the spotify® recommendation algorithm. **SMU Data Science Review**, v. 5, n. 3, p. 3, 2021.
- Knowji. **Knowji**. 2022. <https://www.knowji.com/>.
- LEITE, L.; DOURADO, L. G. P.; AFONSO, A. S.; MORGADO, S. F. **Contextualizing teaching to improve learning: The case of science and geography**. [S.l.]: Nova Science Publishers, 2017.
- LEONHARDT, M. D.; CASTRO, D. D. de; DUTRA, R. L. de S.; TAROUCO, L. M. R. Elektra: Um chatterbot para uso em ambiente educacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 1, n. 2, 2003.

- LUMIS. **Form Behavior: O Comportamento dos Usuários nos Formulários**. 2023. Acessado em: 21 de Novembro de 2023. Disponível em: <https://www.lumis.com.br/a-lumis/blog/form-behavior-o-comportamento-dos-usuarios-nos-formularios.htm>).
- MCCULLOCH, W.; PITTS, W. A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. *bull. mathematical biophysics*, vol. 5. 1943.
- MELLO, D. E. de; VALLINI, S. A. de A.; VIEIRA, V. D. As tecnologias digitais: Uma análise a partir da teoria da cognição distribuída. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, p. 0768–0780, 2022.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica (meaningful learning: from the classical to the critical view). In: SN. **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de**. [S.l.], 2006.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos avançados**, SciELO Brasil, v. 32, p. 73–80, 2018.
- MOURA, A. A. d. Percepções de professores da rede pública sobre o tablet educacional: um estudo de caso no df. 2015.
- NORMAN, D. A. Cognitive science in the cockpit. **CSERIAC Gateway**, v. 2, n. 2, p. 1–6, 1991.
- OPENAI. **Teaching with AI**. 2023. Disponível em: <https://openai.com/blog/teaching-with-ai>).
- OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. d. H. Teorias de aprendizagem. *Evangraf*, 2011.
- PAVLIK, J. V. Collaborating with chatgpt: Considering the implications of generative artificial intelligence for journalism and media education. **Journalism & Mass Communication Educator**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 78, n. 1, p. 84–93, 2023.
- PEREIRA, G. V. **A inteligência artificial aplicada na educação**. 2012.
- PICÃO, F. F.; GOMES, L. F.; ALVES, L.; BARPI, O.; LUCCHETTI, T. A. Inteligência artificial e educação: Como a ia está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos. **Revista Amor Mundi**, v. 4, n. 5, p. 197–201, 2023.
- PINHEIRO, R. de M.; GADOTTI, G. I.; MONTEIRO, R. d. C. M.; BERNARDY, R. Inteligência artificial na agricultura com aplicabilidade no setor sementeiro. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 2996–3012, 2021.
- PINHEIRO, R. R. A. *et al.* Sistema de recomendação de vídeos educacionais: um estudo de caso no you tube. Universidade Federal de Alagoas, 2018.
- ROCHA, J. A. P.; PAULA, C. P. A. d.; DUARTE, A. S. A cognição distribuída como referencial teórico para os estudos de usuários da informação. **Informação & Sociedade, João Pessoa**, v. 26, p. 91–105, 2016.
- SALOMON, G. **Distributed cognitions: Psychological and educational considerations**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1997.

- SANTOS, R. P. d. Enhancing physics learning with chatgpt, bing chat, and bard as agents-to-think-with: A comparative case study. **arXiv preprint arXiv:2306.00724**, 2023.
- SANTOS, T. F.; BEATO, Z.; ARAGÃO, R. As tics e o ensino de línguas. **16º Seminário de Iniciação Científica**, 2010.
- SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 3, n. 1, p. 87–98, 2015.
- SEMENSATO, M. R.; FRANCELINO, L. d. A.; MALTA, L. S. O uso da inteligência artificial na educação à distância. **Revista Cesuca Virtual: Conhecimento sem Fronteiras-ISSN**, v. 2318, n. 4221, p. 29–40, 2015.
- SILVA, A. M. da; LIMA, C.; MARIA de. Usos contemporâneos das tecnologias digitais por adolescentes: práticas pedagógicas e formação docente. **Plures Humanidades**, v. 19, n. 2, 2018.
- SILVA, F. C. da; SILVA, L. I. da; CARVALHO, F. M. da S. A inteligência artificial integrada na evolução do ensino a distância: Relevância do emprego da inteligência artificial. **Revista Amor Mundi**, v. 4, n. 5, p. 63–70, 2023.
- SOARES, K. M.; TAROUÇO, L. M. R.; SILVA, P. F. d. As contribuições de um agente conversacional no ensino e aprendizagem da física: uma revisão de literatura. **Revista Educar Mais. Pelotas, RS. Vol. 5, n. 5 (2021), p. 1313-1329**, 2021.
- TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55–60, 2004.
- TEODORO, E. Redes neurais. **Network Technologies, Nova Odessa. São Paulo**, v. 1, p. 2, 2019.
- UNIVERSITÁRIO, C. S. **Normas Gerais dos Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Federal do Ceará**. 2015. Acessado em: 04 de Dezembro de 2023. Disponível em: https://www.fisica.ufc.br/portal/pos/wp-content/uploads/sites/4/2021/01/resolucao17_cepe_2015-1.pdf.
- VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. d.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUCPR, v. 17, n. 52, p. 455–478, 2017.
- WIEBUSCH, A. *et al.* Metodologias ativas: reflexões e caminhos possíveis entre concepções e estratégias pedagógicas no ensino superior. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2020.
- YAN, L.-Y.; TAN, G. W.-H.; LOH, X.-M.; HEW, J.-J.; OOI, K.-B. Qr code and mobile payment: The disruptive forces in retail. **Journal of Retailing and Consumer Services**, Elsevier, v. 58, p. 102300, 2021.
- ZABRISKIE, C.; YANG, J.; DEVORE, S.; STEWART, J. Using machine learning to predict physics course outcomes. **Phys. Rev. Phys. Educ. Res.**, American Physical Society, v. 15, p. 020120, Aug 2019. Disponível em: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020120>.

ZANATTA, S. C.; NEVES, M. C. D. Uma discussão sobre a implantação da bncc: um olhar para o ensino de física. In: **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS**. [S.l.: s.n.], 2016. v. 1, p. 01–10.

ZANGIROLAMI-RAIMUNDO, J. Tópicos de metodologia de pesquisa: Estudos de corte transversal. **J Hum Growth Dev**, v. 28, n. 3, p. 356–60, 2018.

ANEXO A – FORMULÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES

A Percepção dos Estudantes do Curso de Física da Universidade Federal do Ceará sobre o Uso da Inteligência Artificial como Ferramenta de Ensino e Aprendizagem em Física

Prezado(a) participante,

Agradecemos por participar desta pesquisa, que faz parte do trabalho de conclusão de curso do estudante de licenciatura em Física, Herberth da Silva Nogueira, na Universidade Federal do Ceará (UFC). O objetivo deste estudo é compreender a percepção dos alunos matriculados no curso de Física da UFC sobre o potencial da Inteligência Artificial (IA) como ferramenta de ensino e aprendizagem em Física.

Instruções:

Por favor, responda às perguntas de maneira honesta. Não existem respostas certas ou erradas; buscamos apenas conhecer sua opinião e experiência. Sua participação é voluntária, e você pode interrompê-la a qualquer momento. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos, permanecendo estritamente confidenciais. Seu anonimato será preservado, e os resultados serão apresentados de forma agregada, sem identificar indivíduos específicos.

Agradecemos antecipadamente por sua valiosa contribuição!

* Indica uma pergunta obrigatória

Perfil do Participante

Nesta seção, coletaremos informações sobre você, buscando compreender melhor seu contexto acadêmico e experiências relacionadas ao curso de Física na UFC.

1. Qual o seu **gênero**? *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
- Masculino
- Não binário
- Prefiro não dizer

2. Qual a sua **faixa etária**? *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 18 anos
- 18 a 20 anos
- 21 a 24 anos
- 25 a 30 anos
- Mais de 30 anos

3. Em qual **modalidade** do curso de Física você está matriculado? *

Marcar apenas uma oval.

- Licenciatura
- Bacharelado
- Pós-graduação

4. Em que **período** você ingressou no curso de Física na UFC? Insira *
a informação no formato *ano semestre* (por exemplo, 2023.1).

5. Durante sua formação acadêmica no curso de Física, quais experiências de docência você teve? (Marque todas as opções que se aplicam). *

Marque todas que se aplicam.

- Trabalhei como professor(a).
 Participei de programa de iniciação à docência.
 Participei de estágio supervisionado.
 Não tive experiência prática como docente.

Visão de Futuros Educadores

Aqui, procuramos compreender a sua perspectiva, tanto como estudante na universidade quanto nas primeiras experiências como educador, em relação ao uso da inteligência artificial em sala de aula e seus impactos no processo de ensino e aprendizagem de Física.

6. Na sua perspectiva, o **método tradicional** de ensino é suficiente para assegurar que os alunos compreendam devidamente os conceitos de Física? *

Marcar apenas uma oval.

- Concordo.
 Discordo.
 Não tenho certeza.

7. Você acredita que o surgimento de novas tecnologias educacionais e métodos de ensino modernos, como **chatbots educacionais** e **metodologias ativas**, influenciará na diminuição do uso do método tradicional de ensino? *

Marcar apenas uma oval.

- Concordo.
- Discordo.
- Não tenho certeza.

8. Você está familiarizado com o conceito de "Inteligência Artificial"? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, estou familiarizado.
- Não, não tenho conhecimento.
- Tenho conhecimento superficial.

9. Você já empregou a Inteligência Artificial (IA) como **recurso** para pesquisa e/ou como **ferramenta** em seus estudos/trabalhos de Física? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, já utilizei IA como recurso de pesquisa e/ou ferramenta.
- Não, nunca usei a IA dentro desse contexto.

10. Na sua opinião, o uso da inteligência artificial pode **melhorar** a qualidade do ensino e da aprendizagem em Física, proporcionando uma **experiência** mais completa e facilitando a compreensão dos conceitos dessa disciplina? *

Marcar apenas uma oval.

- Concordo.
- Discordo.
- Não tenho certeza.

11. Como docente, você já implementou ou tem planos de **implementar** o uso da IA em **suas aulas** de Física? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, já implementei o uso de IA.
- Não, mas estou considerando a possibilidade.
- Não, e não tenho planos de implementar.
- Não se aplica.

12. Caso ainda não tenha implementado o uso da IA em suas aulas de Física, poderia compartilhar os **motivos** que **influenciam** essa decisão? (Marque todas as opções que se adequam). *

Marque todas que se aplicam.

- Falta de conhecimento técnico.
- Falta de recursos nas escolas.
- Falta de percepção sobre os benefícios da implementação da IA.
- Falta de formação adequada para implementar novas metodologias.
- Não se aplica.

13. Em relação à **implementação** da IA e de novas metodologias de ensino, você percebe algum movimento ou incentivo por parte **das escolas** para a adoção dessas ferramentas, como o fornecimento de equipamentos ou recursos tecnológicos? *

Marcar apenas uma oval.

- Percebo um incentivo e suporte das escolas.
- Não percebo um claro incentivo ou suporte.
- Percebo uma resistência ou falta de apoio.
- Não se aplica.

14. Na sua percepção como docente, as **disciplinas pedagógicas** ofertadas pelo departamento do curso de Física têm contribuído para capacitá-lo no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação e na implementação de metodologias de ensino inovadoras? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim, me sinto capacitado.
- Não me sinto capacitado.
- Não se aplica.

Comentários e Experiências

Por fim, convidamos você a compartilhar suas opiniões e experiências de forma mais detalhada sobre os tópicos abordados até agora.

15. Como a inteligência artificial pode **aprimorar** o processo de ensino em comparação ao método tradicional?

16. De que maneira a inteligência artificial pode **auxiliar** os docentes e discentes no ensino e aprendizagem de Física, respectivamente?

17. Quais **vantagens** e **desvantagens** você enxerga na utilização da Inteligência Artificial no ensino de Física?

18. Quais são os **cuidados** a serem tomados ao incorporar a Inteligência Artificial no ensino? Além disso, quais **desafios** você identifica relacionados a essa integração, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários