

A influência dos fundamentos da Inteligência Artificial (IA) no processo de aprendizagem em Ciências da Natureza

Does knowledge of the fundamentals of artificial intelligence influence the learning process?

João Vítor Pilla Bruno

Universidade de São Paulo
joao_pilla@usp.br

Rogério Vargas

SEDUC/SP
rvargas@prof.educacao.sp.gov.br

Herbert Alexandre João

Universidade de São Paulo
herbert.joao@usp.br

Resumo

A pesquisa tem como objetivo analisar a inserção de tópicos de Inteligência Artificial (IA) no currículo escolar do ensino fundamental, como ferramenta para estimular a aprendizagem interdisciplinar e melhorar a qualidade da educação. Através da aplicação dos fundamentos da IA no contexto educacional, é possível utilizar recursos tecnológicos para recuperar a defasagem educacional causada pela pandemia. A pesquisa testou formas de desenvolver o aprendizado a partir do ensino dos fundamentos de IA, como a lógica computacional, que teve como objetivo relacionar a introdução teórica dos modelos de IA com a resolução de problemas de matemática, e a criação de algoritmos como uma forma de prática desplugada. A aplicação da IA no ensino pode promover uma formação mais completa e reduzir o analfabetismo científico/tecnológico dos alunos. No entanto, a falta de recursos para a formação de docentes e alunos ainda é uma problemática a ser enfrentada.

Palavras chave: inteligência artificial, processo de aprendizagem, desempenho

Abstract

The study "Artificial Intelligence in the School Curriculum: Contributions to Teaching Science in Elementary School" presents an analysis of the contributions that the inclusion of Artificial Intelligence (AI) can bring to the teaching of Science in Elementary School. The research was carried out with teachers and students from public schools in Brazil and had as

its main objective to understand how the teaching of Science can be benefited with the introduction of themes related to AI. The study identified five main topics related to the inclusion of AI in the curriculum: technological skills development, interdisciplinarity, problem-solving skills development, creativity stimulation, and engagement and motivation of students. Based on these topics, the study suggests strategies for teachers to include AI-related themes in their Science classes, such as the use of educational robotics and the exploration of ethical issues related to the development and use of AI.

Key words: artificial intelligence, learning process, performance

Introdução:

A presente pesquisa objetiva analisar a inserção de tópicos de Inteligência Artificial (IA) ao currículo como ferramenta de estímulo à aprendizagem interdisciplinar e instrumento de melhora da qualidade da aprendizagem, como forma de completar os conteúdos específicos de cada componente curricular e, utilizando viés avaliativo, pretende comparar o impacto social e educacional que este estudo obteve para a formação dos educandos.

A análise de método de aplicação dos fundamentos da Inteligência Artificial no contexto educacional é importante no ambiente da pesquisa porque envolve a inclusão de recursos tecnológicos aplicados a uma realidade de recuperação da defasagem educacional que tem afetado os alunos no período pós-pandêmico. As técnicas aplicadas ao longo da pesquisa apresentam fundamentação teórica para o ensino de IA em conjunto com o desenvolvimento interdisciplinar como ferramenta para o avanço no processo de ensino-aprendizagem e visando a metodologia interdisciplinar, segundo Gadotti (2004, *apud* Thiesen, 2008, p. 546), “a interdisciplinaridade visa garantir a construção de um conhecimento globalizante, rompendo com as fronteiras das disciplinas.” Isso demonstra que é importante não apenas relacionar conteúdos de disciplinas diferentes, mas também apresentar uma mudança na atitude interdisciplinar.

A motivação para a realização do presente estudo encontra-se na importância do tema sobre a realidade tecnológica educacional, como descrito na pesquisa realizada pela UNESCO (2022, p.7) “A IA tem profundas implicações na cultura, na diversidade, na educação, no conhecimento científico, na comunicação e na informação, especialmente no que diz respeito à paz, à sustentabilidade, à igualdade de gênero e aos desafios específicos da África”.

No mundo contemporâneo torna-se necessário reduzir o analfabetismo científico/tecnológico dos indivíduos e isso será possível por meio da aplicação de diferentes tecnologias para monitoramento, e não poderia ser diferente no desenvolvimento educacional. Analisando o período pandêmico vivenciado, algumas medidas foram tomadas no contexto educacional, como a implementação de ferramentas tecnológicas com o objetivo de manter os alunos estudando remotamente. Durante a pesquisa foram testadas formas de desenvolver o

aprendizado a partir do ensino dos fundamentos de uma IA, que tiveram exemplos utilizados como a lógica computacional, que teve como objetivo relacionar a introdução teórica dos modelos de IA com a resolução de problemas de matemática, a criação de algoritmos como uma forma de prática desplugada, onde além do desenvolvimento técnico para estudo de programação, tem foco no desenvolvimento de narrativas criadas pelo educando. As aplicações dessa pesquisa tem retorno de conhecimento interdisciplinar para os alunos e métodos que facilitam o trabalho do professor, que pode dedicar mais horas de sua carga de trabalho para o preparo das aulas.

A problemática principal dessa pesquisa é a falta de recursos para formação do docente e do aluno, as propostas tecnológicas para a educação pública brasileira não levam em consideração a falta de equipamentos necessários para suprir as necessidades que são criadas para uma formação completa. De acordo com o relatório da UNESCO (2022, p. 7) “a inteligência artificial afetará todas as profissões em todos os níveis de remuneração e de formação”, entretanto a adoção da IA, traz à tona questões como o aumento das desigualdades existentes entre os países, e também deve se considerar a relação da ética computacional.

O uso de IA na educação (no inglês, Artificial Intelligence in Education - AIED) também é controverso, uma vez que a aplicação de inteligência artificial tende a substituir tarefas humanas, se isso for tomado por uma perspectiva objetivista, pode-se ter o errôneo pensamento da máquina como substituta do professor. No entanto, há muito potencial no uso de inteligência artificial como suporte para tarefas de aprendizagem, tanto na perspectiva do aluno como na perspectiva dos professores. (Tavares, Luis A. et. al Braz. J. of Develop. Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48699-48714 jul. 2020, Disponível em: <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539/11346>>. Acesso em: 10 out 2022.)

A proposta apresentada neste artigo, tem como objetivo investigar o impacto do uso da Inteligência Artificial nos currículos de Ciências do Ensino Fundamental e suas vantagens em relação ao ensino tradicional. A justificativa se baseia na importância da aplicação de diferentes tecnologias para monitoramento e redução do analfabetismo científico/tecnológico dos indivíduos, especialmente em um contexto pós-pandêmico em que a implementação de ferramentas tecnológicas se tornou ainda mais importante. Além disso, a UNESCO destaca a importância da IA na cultura, diversidade, educação, conhecimento científico, comunicação e informação, e alerta para a necessidade de incentivar a formação em IA na educação básica em todo o mundo. A pesquisa também visa lidar com a problemática da falta de recursos para a formação do docente e do aluno e das desigualdades existentes entre países em relação à adoção da IA. Por fim, a pesquisa busca explorar o potencial da IA como suporte para tarefas de aprendizagem, tanto na perspectiva do aluno como na perspectiva dos professores.

Metodologia

Essa pesquisa se desenvolveu no contexto de uma escola pública estadual do município de São Carlos, no interior do Estado de São Paulo. Essa escola faz parte do Programa Ensino Integral (PEI) com grade horária diária de 9 horas de duração, incluindo disciplinas regulares e

eletivas, onde estas últimas são propostas pelos docentes da escola de forma interdisciplinar e os estudantes escolhem qual eletiva cursar a partir de seus projetos de vida e interesses pessoais.

O estudo foi fundamentado em formato de uma disciplina eletiva para alunos com idade entre 12 e 14 anos, e que nunca tinham trabalhado com Inteligência Artificial e programação (recurso utilizado no processo de aprendizagem da IA).

A disciplina está sendo realizada de forma semestral e presencial, tendo iniciado em agosto de 2022 com previsão de término em dezembro do mesmo ano. As aulas estão sendo ministradas com duração de 180 minutos por semana, e são divididos 90 minutos para aulas de programação e 90 minutos para os modelos teóricos e práticos de IA.

O método utilizado na pesquisa em questão é a pesquisa de levantamento (survey). Esse método é comumente usado para coletar dados de uma amostra de indivíduos, com o objetivo de descrever as características de uma população maior, uma das vantagens desse método é que ele permite coletar dados de uma grande quantidade de pessoas de forma relativamente rápida e econômica. Além disso, ele pode ser usado para coletar informações sobre uma ampla variedade de tópicos, como atitudes, comportamentos, opiniões e crenças.

No entanto, esse método também apresenta algumas limitações. Uma delas é que as respostas obtidas podem estar sujeitas a viés, conforme as perguntas são formuladas e apresentadas aos participantes, além do tamanho e representatividade da amostra. Além disso, a pesquisa de levantamento geralmente não permite explorar profundamente os motivos por trás das respostas dadas pelos participantes, o que pode ser uma limitação em estudos que exigem uma compreensão mais profunda do comportamento humano. Foram utilizadas técnicas de amostragem, questionários com os alunos e análise estatística que mostrou a relação entre interesse, participação e desempenho de cada aluno.

Para trabalhar os temas de IA no ensino fundamental, é necessário utilizar uma abordagem multidisciplinar, que envolva as áreas de ciências, matemática e informática. É importante que os professores tenham conhecimento sobre IA e suas aplicações, e que promovam atividades práticas e lúdicas para que os alunos possam compreender melhor os conceitos. Além disso, é necessário utilizar ferramentas educacionais e tecnológicas, como jogos e aplicativos, que possam auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Por fim, é importante ressaltar a importância da ética e da responsabilidade no uso da IA, de modo que os alunos compreendam os impactos sociais e éticos das tecnologias que estão sendo desenvolvidas. As atividades estão descritas em ordem cronológica a seguir:

Lógica de programação - (técnica de encadear pensamentos para atingir certo objetivo, podendo ser descritos como uma sequência de instruções, que devem ser seguidas para cumprir determinada tarefa), que conta com algumas atividades desplugadas, como por exemplo, a escrita narrativa de um algoritmo (conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas), o modelo de prática utilizado para determinar o componente curricular é avaliar o conhecimento prévio do estudante, pedindo a ele para escrever um algoritmo apenas propondo um tema, como no seguinte exemplo: (“explicar para um robô como ele pode trocar uma lâmpada queimada”), e reavaliar na aula seguinte fazendo uma comparação entre o primeiro e o segundo algoritmo criado;

Modelos de programação em bloco - metodologia mais fácil de ser visualizada, e com objetivo prático para ensinar conceitos básicos ligados à programação, utilizando o Scratch (linguagem de programação, criada em 2007, pelo grupo Lifelong Kindergarten da universidade americana MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)). O programa é utilizado em mais de 150 países e está disponível em mais de 40 idiomas), também fará parte do processo pedagógico a utilização de um arduino (plataforma de prototipagem open-source), com a intenção de facilitar a compreensão com modelos práticos e de montagem manual. As habilidades praticadas nesse módulo da pesquisa utilizaram o pensamento computacional (sequência de etapas para solução do problema: pesquisa para entender o que o problema está solicitando → Criação do algoritmo → Passagem para linguagem de programação), para a determinação de modelos matemáticos que envolvem a solução de problemas onde foi aplicado a construção de polígonos com 'n' números de lados, a partir de variáveis e operadores matemáticos, ou até práticas desafiadoras que possibilitam a criação de programas que funcionam como uma calculadora para equações do primeiro grau (visando reforçar o conteúdo que os estudantes do 8º ano estão aprendendo no presente momento na disciplina de matemática);

Linguagem de programação em Python - foi utilizado para desenvolver esse módulo o software PyCharm (um ambiente de desenvolvimento integrado, utilizado para rodar programas na linguagem Python (linguagem open-source usado bastante por ser uma linguagem de alto nível e ter uma sintaxe mais simplificada)), essa parte da ementa testada, tem os conceitos básicos de programação aplicados para concluir o aprendizado em uma linguagem de programação mais completa e que irá avançar em conjunto com as atividades de IA.

Métodos de busca - Os algoritmos de busca são utilizados para encontrar uma sequência de ações partindo de um estado inicial. A atividade realizada com os educandos foi a aplicação da estratégia da busca bidirecional (busca simultânea que começa no estado inicial e que retrocede a partir da meta, finalizando quando ambas se encontram em algum ponto intermediário), para solução do problema do quebra-cabeças de oito peças (consiste em um tabuleiro quadrado com nove divisões, onde são colocadas oito fichas quadradas, numeradas de 1 a 8, e um espaço vazio. A ficha adjacente ao espaço vazio pode ser deslocada para aquele espaço), a partir do estudo de lógica os alunos utilizaram técnicas de busca bidirecional para encontrar a solução do problema;

IA clássica - utilizada em instruções com base em regras a fim de gerar saídas. como por exemplo os chatbots (programa de computador que tenta simular uma conversação humana (exemplo: se a entrada contiver as palavras 'o que' e 'preço', então devolva (saída) o valor do produto)), ainda utilizando o Scratch, está sendo desenvolvido uma prática onde os alunos programam um chatbot que informa questões climáticas, uma lista de tarefas referente a sua programação diária, a aplicação conceitual envolvida é a criação de um algoritmo em conjunto com a aplicação de variáveis;

Aprendizagem de máquina (*Machine Learning*) - refere-se a qualquer tipo de programa de computador que pode aprender sem qualquer tipo de programação explícita e, dentro dessa categoria, foram intrinsecamente aplicadas subcategorias como aprendizagem supervisionada e não supervisionada, e aprendizagem por reforço, as habilidades que estão sendo trabalhadas nesse módulo da pesquisa tem fundamentação prática com o objetivo de desenvolver uma

programação onde o computador precisa treinar sua capacidade de apresentar gráficos lineares a partir de dados gerados pelos estudantes. Sua aplicação é importante quando tratamos de análises de possíveis vendas, como em sites onde existem muitos usuários acessando ou gráficos que retratam a eficácia de uma vacina. Esse método de aprendizagem tem o intuito de, além de demonstrar a funcionalidade dos processos de *machine learning*, mostrar a importância do conhecimento em análise de gráficos;

Processamento de Línguas Naturais (PLN) - é a habilidade que um computador tem em processar a linguagem que o ser humano utiliza no seu dia-a-dia, este módulo da pesquisa tem alguns conceitos de linguística como parte do processo de aprendizagem, como a classificação de palavras (substantivos, adjetivos, numerais, etc...), e as camadas da língua (sintaxe e semântica), pois as palavras são as expressões básicas da língua, e são formas de denotar seres, propriedade de seres e relações entre seres. A linguagem humana também contém problemas de ambiguidade, ou seja, a mesma palavra pode conter significados diferentes, onde normalmente é resolvido pelo contexto da frase. Neste módulo também foi aplicado o teste de Alan Turing, onde foram apresentadas as respostas de um robô para determinadas 16 questões, cujos estudantes também responderam. Logo após foram embaralhadas as respostas dos alunos e da máquina, e para fim comparativo, foram distribuídas para cada aluno uma resposta do robô e a resposta de um colega de turma.

O teste de Alan Turing consiste em determinar o comportamento inteligente de uma máquina como a habilidade de alcançar a performance humana em todas as tarefas cognitivas;

Redes Neurais - apesar de também fazer parte da aprendizagem de máquina, a nossa pesquisa está aplicando um certo foco em redes neurais, esse é o método de Inteligência Artificial que ensina computadores a processar dados de uma forma inspirada pelo cérebro humano. Está sendo utilizado o Excel para a criação de um neurônio artificial que tem como objetivo realizar o treinamento da máquina para que um neurônio consiga interpretar pontos de uma função que estão acima ou abaixo da linha de um gráfico linear. Esse estudo implica a introdução ao aprendizado de funções, e o recurso utilizado para determinar pontos em um gráfico que contém seus valores em uma curva é a aplicação de um conjunto de neurônios artificiais que forma uma rede neural artificial (habilidade que utiliza a linguagem de programação Python para aplicação);

Sistemas Tutores Inteligentes (STI) - é um sistema que segundo os autores:

“Assim, de uma forma genérica, os STI se caracterizam por representar separadamente a matéria que se ensina (modelo do domínio) e as estratégias para ensiná-la (modelo pedagógico). Por outro lado, caracterizam o aluno (através do modelo do aluno) com o objetivo de obter um ensino individualizado. Outra característica marcante é a necessidade da interface de comunicação ser um módulo bem planejado, de fácil manipulação, e que favoreça o processo de comunicação tutor-aluno.” (Gavidia e Andrade, 2003, p. 7)

O STI é basicamente um sistema computacional baseado em uma Inteligência Artificial que auxilia os professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Em parceria com o professor de educação física da escola e a utilização de um aplicativo (HomeCourt) que funcionou como um STI, os alunos realizaram um treino de basquete onde o aplicativo estava

monitorando a prática pela câmera e separava as informações do treino como: porcentagem de acerto nos arremessos, velocidade entre um arremesso e o subsequente, facilitando o trabalho do professor e auxiliando o aluno em que setor ele deve treinar mais.

A implementação dos métodos utilizados nesta pesquisa mostram a interdisciplinaridade envolvida no processo de aprendizagem. Foram utilizados temas que contribuem com a matemática, linguística e ciências da natureza para atingir o objetivo computacional esperado. O estudante está aplicando os conceitos de geometria (a partir da plataforma Scratch onde os alunos estão desenvolvendo uma programação em bloco com variáveis e operadores matemáticos para que um personagem crie polígonos automaticamente), resolução de problemas envolvendo equação do 1º grau, função e análise de gráfico. Em linguística, nas estruturas de sintaxe e semântica, classes de palavras e em ciências da natureza, apenas uma das muitas aplicações que existem, mas a que foi apresentada no estudo presente foi a estrutura e o funcionamento de um neurônio biológico, realizando a comparação com a criação de um neurônio artificial.

Resultados Preliminares

O desenvolvimento prático da pesquisa teve início no mês de agosto de 2022 com introdução aos modelos de lógica computacional, e o primeiro teste avaliativo, a fim de nivelar o conhecimento prévio dos alunos, foi a realização da atividade desplugada descrita no item “Lógica de programação” na metodologia. A criação dos primeiros algoritmos (Os alunos precisavam escrever em uma folha de papel qual seriam as instruções para um robô caso esse quisesse chegar ao refeitório da escola) os docentes apresentaram respostas incorretas. Os resultados obtidos foram de caráter qualitativo e dos 30 alunos presentes na aula, 26 participaram da atividade e apenas 2 atingiram o objetivo de dar as informações para um robô de forma detalhada, já na segunda aula esse número aumentou para 21 alunos que conseguiram atingir o objetivo esperado de detalhar as funções que serão ensinadas para a máquina. Para verificação do exercício, foi essencial o uso correto da sintaxe e da semântica e a classificação das palavras que apresentam mais clareza para quem estiver lendo o algoritmo, isso mostra cada vez mais a importância da interdisciplinaridade para o processo de ensino e aprendizagem.

A segunda prática avaliativa foi a aplicação dos algoritmos em um sistema de programação em blocos, dessa forma saindo da prática desplugada e adentrando aos meios computacionais. Os resultados atingidos mostram um padrão nas respostas dos educandos, que utilizaram o pensamento computacional para solucionar o problema. O ponto relevante que foi revelado nessa prática é que os estudantes, apesar de terem utilizado maneiras diferentes de executar a programação, conseguiram concluir o objetivo, apresentando determinado nivelamento da turma em uma habilidade de geometria. A programação da “calculadora” que resolve equações do primeiro grau foi desenvolvida pelos alunos para facilitar o processo de aprendizagem na disciplina de matemática, 80% dos 30 alunos que participaram da pesquisa conseguiram com a programação em blocos desenvolver a calculadora onde eram propostos exemplos de funções do modelo $f(x) = ax + b$ e os resultados variavam de acordo com o valor de x no cálculo.

Com intuito de analisar os resultados obtidos a partir da prática envolvendo o método de busca bidirecional para solução do problema do quebra-cabeça de oito peças, compreendemos que

os alunos atingiram o objetivo que foi movimentar as peças até atingir o formato final determinado pelo problema utilizando o método lógico até determinar o melhor caminho para completar a tarefa.

O método de Inteligência Artificial clássico é a parte do processo onde os alunos começaram a compreender a IA como um possível “ser pensante”, onde se poderia ensinar tarefas que os auxiliam no dia-a-dia. A prática envolvida para determinação dessa questão foi a criação de uma “inteligência artificial” dentro da plataforma Scratch, inspirada na Alexa (IA produzida pela Amazon). Através da programação de blocos, os estudantes programaram um chatbot que teve suas funções selecionadas através da criatividade dos alunos, por exemplo, o reconhecimento de voz, lembrete de tarefas, selecionador de música e entre outros.

Foram aplicadas as questões para a realização do teste de Alan Turing, e aproximadamente 55% dos alunos não conseguiram detectar a diferença entre respostas humanas e de um robô, isso corresponde a 20 estudantes. Para fins de comparação, uma Inteligência Artificial passa no teste quando, pelo menos, 30% das pessoas não conseguem diferenciar a resposta de uma máquina às de um humano.

Está em andamento a atividade relacionada a montagem de um neurônio artificial utilizando o excel. Para essa prática é esperado que os estudantes consigam compreender a estrutura e o funcionamento do neurônio biológico perceptron, e utilizar os conhecimentos de computação necessários para criar um neurônio artificial que consiga diferenciar duas funções. Além disso, o interessante da utilização do Excel é a possibilidade que o estudante tem de plotar um gráfico para análise. Espera-se também que o aluno compreenda, ainda que teoricamente, que o raciocínio humano é desenvolvido por um conjunto de neurônios, e que não seria diferente em uma Inteligência Artificial.

O objetivo da pesquisa, até o momento, tem se cumprido, e ao seu término pretende-se analisar o impacto que essa disciplina terá em relação às avaliações dos alunos, da mesma forma que apontam as pesquisas internacionais, apesar de dispormos de um tempo muito reduzido se comparado aos currículos modelo, por exemplo, da Coreia do Sul e da Áustria como cita o relatório da UNESCO (2022). Vale destacar que resultados positivos podem fomentar o investimento em estrutura física e ao aumento da carga horária destinada a estes tópicos, bem como a expansão do número de turmas impactadas, resultando em maior aprofundamento do conteúdo.

O uso da inteligência artificial (IA) nos currículos de Ciências do Ensino Fundamental pode trazer diversas vantagens. Primeiramente, a IA pode ajudar a tornar o aprendizado mais interativo e personalizado. Além disso, permite a utilização de recursos audiovisuais, tornando o ensino mais atrativo e eficiente. A IA também pode ajudar a avaliar o progresso dos alunos e identificar lacunas no aprendizado. Por fim, a utilização da IA nos currículos pode preparar os alunos para as habilidades exigidas no mercado de trabalho atual.

Através da pesquisa que está sendo realizada, até o presente momento, os resultados encontrados estão surpreendendo positivamente as expectativas, e espera-se que até o término do estudo sejam mantidos os resultados.

Conclusão

Os resultados preliminares apontam o grande potencial que o ensino de tópicos de Inteligência

Artificial pode gerar na aprendizagem e na motivação dos estudantes, viabilizando a discussão e redesenho de currículos escolares, a inserção de diferentes temáticas e a resolução de problemas de diferentes áreas do conhecimento. Além disso, estudos de caso como este podem colaborar em políticas públicas como a inserção de tópicos de IA nos documentos oficiais e no “cardápio oficial de disciplinas eletivas”, além de fomentar programas de formação continuada de professores para atuação na temática. Além disso, resultados imediatos são obtidos, como a desmistificação do tema e o empoderamento tecnológico dos jovens, abrindo um amplo campo para a construção de seus projetos de vida.

Esta pesquisa continuará a ser desenvolvida em diferentes contextos, por exemplo, no processo de ensino-aprendizagem de graduandos, em especial, de licenciandos em Ciências Exatas, que se formam habilitados para lecionar as disciplinas de física, matemática, química e ciências para ensino fundamental, o curso por sua grade curricular altamente interdisciplinar será um bom teste de extensão para aplicação desta metodologia.

Agradecimentos e apoios

Universidade de São Paulo, Programa Unificado de Bolsas, E.E.E.I Conde do Pinhal

Referências

- GADOTTI, Moacir. Organização do trabalho na escola: alguns pressupostos. 1993.
- GAVIDIA, Jorge Juan Zavaleta; ANDRADE, Leila Cristina Vasconcelos de. Sistemas tutores inteligentes. **Trabalho de Conclusão da Disciplina de IA, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro—RJ: UFRJ**, 2003.
- TAVARES, Luis Antonio; MEIRA, Matheus Carvalho; DO AMARAL, Sergio Ferreira. Inteligência Artificial na Educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020.
- THIESEN, Juarez da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista brasileira de educação**, v. 13, p. 545-554, 2008.
- ROSA, João Luís Garcia. Fundamentos da inteligência artificial. **Rio de Janeiro: LTC**, v. 1, 2011.
- UNESCO. 2022. Disponível em:
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_por/PDF/380602por.pdf.multi>