

Inteligência Artificial no Ensino Fundamental com Robótica Lego, Aprendizagem Baseada em Projetos e Gamificação

Diogo Albuquerque Dias de Souza¹, André Monteiro¹, Rodrigo L. Rodrigues²

¹Departamento de Computação – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Recife – PE – Brazil

{diogo.dias@ufrpe.br, andremonteiro2004@gmail.com,
rodrigo.linsrodrigues@ufrpe.br

Resumo. *A integração da Inteligência Artificial (IA) na educação básica tornou-se essencial devido à influência crescente da IA na sociedade contemporânea. No entanto, incorporar o ensino de IA nos currículos do ensino fundamental apresenta desafios significativos, especialmente em regiões com recursos limitados. Este estudo descreve o desenvolvimento e a implementação de um curso de IA para alunos da rede pública de Recife, Pernambuco. O curso foi ministrado por estudantes da Licenciatura em Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), utilizando kits de robótica LEGO ROBOT INVENTOR, programação com Scratch e a plataforma Machine Learning for Kids. Foram empregadas metodologias ativas, incluindo Gamificação, Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Projetos, para aprimorar o engajamento e a aprendizagem dos estudantes. Os métodos de avaliação incluíram pré-testes e pós-testes, quizzes interativos com o Kahoot, e desafios práticos. Os resultados comparativos revelaram uma evolução positiva da auto percepção das habilidades dos alunos em programação e resolução de problemas, com um aumento de 44,5% na capacidade de resolver problemas e de 33,3% no conforto ao configurar uma IA. Esses achados indicam que a introdução de conceitos de IA por meio da robótica e de metodologias ativas pode efetivamente desenvolver o pensamento computacional no ensino fundamental. O estudo também destacou a importância de fortalecer as habilidades básicas de programação para melhor apoiar o aprendizado de IA. Apesar de enfrentar alguns desafios, o curso forneceu insights valiosos e propôs melhorias para futuras implementações, contribuindo para a integração eficaz da IA na educação básica.*

1. Introdução

A relevância da Inteligência Artificial (IA) no setor educacional tem sido progressivamente reconhecida. No entanto, persistem significativos desafios e lacunas nas pesquisas da área. Su (2022) enfatiza a necessidade de desenvolver currículos específicos para IA na educação infantil, destacando a escassez de diretrizes claras para o planejamento de atividades educacionais, apesar da tendência de crescimento nesse campo. É fundamental capacitar os estudantes para compreender, utilizar e inovar com a IA, especialmente diante da crescente influência da digitalização e da inovação tecnológica. A ausência de desenvolvimento de habilidades criativas e críticas na educação básica constitui uma lacuna preocupante. No contexto brasileiro, tais questões são exacerbadas pelas desigualdades regionais, que agravam esses desafios e demandam soluções e estratégias adaptadas às realidades locais. Cardozo et al. (2022) ressaltam problemas específicos do país, como a infraestrutura educacional deficiente, a inadequada formação de professores e o acesso limitado às tecnologias mais recentes, fatores que impactam negativamente a implementação e a eficácia do ensino de IA nas escolas.

Mertala (2022) observa que as concepções dos estudantes acerca da IA variam, muitas das quais emergem de experiências informais e observações cotidianas, sugerindo a existência de uma base de conhecimento inicial, embora superficial. Além disso, apenas 19,5% dos estudantes avaliaram seu conhecimento sobre IA como bom, evidenciando um cenário que corrobora a necessidade de uma abordagem pedagógica que não apenas introduza os estudantes aos princípios básicos da IA, mas também os capacite a compreender suas aplicações práticas e implicações éticas.

Nesse contexto, as metodologias ativas de ensino, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), têm ganhado destaque por promoverem um aprendizado mais significativo e centrado no aluno. Toyohara et al. (2010) ressaltam que a ABP estimula o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe, elementos essenciais para o ensino de tecnologias emergentes como a IA. Além disso, a Robótica Educacional tem se mostrado uma ferramenta eficaz no ensino de conceitos de programação e tecnologia. Mattos et al. (2015) destacam que a introdução à robótica e o estímulo à lógica de programação no ensino básico, utilizando kits educativos como o LEGO® Mindstorms, promovem o engajamento dos alunos e facilitam a compreensão de conceitos abstratos.

2. Ensino de IA na educação

O ensino de Inteligência Artificial (IA) tornou-se essencial diante da rápida e constante evolução tecnológica, conforme apontado por Pozzebon (2004). Além disso, observa-se a crescente integração da IA em diversos aspectos cotidianos, desde sistemas de recomendação em plataformas digitais até aplicações nas áreas de saúde e finanças. A relevância do ensino de IA reside não apenas na capacitação de profissionais qualificados para desenvolver e gerenciar essas tecnologias, mas também na preparação

de uma sociedade capaz de compreender, interagir e tomar decisões informadas sobre o uso ético, social e econômico da IA. Em um futuro próximo, a IA será tão fundamental em todas as camadas educacionais quanto a programação é atualmente, conforme destacado por Cruz Alves (2016).

Torna-se ainda mais crucial iniciar o ensino de IA na infância por meio de atividades educativas que fortaleçam a compreensão da IA pelas crianças. Nesse sentido, Yang (2022) enfatiza a importância de disponibilizar ferramentas adequadas à idade das crianças, incluindo robôs e softwares com interfaces baseadas em IA, proporcionando uma experiência prática e acessível aos pequenos. Essa introdução precoce aos conceitos de aprendizado de máquina para o público infantil contribui para a formação de uma geração mais adaptada e confortável com as novas tecnologias.

Consequentemente, Su (2022) sublinha a urgência de desenvolver, de forma sistemática, currículos de IA para a educação infantil, incluindo métodos de ensino, sugestões de avaliação e orientações futuras. Esse enfoque ressalta a necessidade de uma educação de alta qualidade que incorpore o pensamento computacional desde os primeiros anos. Tal distinção é evidente entre as abordagens da IA no jardim de infância e nos níveis de ensino mais avançados: enquanto o ensino infantil concentra-se em conceitos básicos e atividades simples, o ensino secundário e superior dedica-se à programação e a conceitos mais complexos, utilizando ferramentas como PopBots e aprendizado de máquina supervisionado. Infelizmente, ainda enfrentamos uma carência de currículos específicos para essa faixa etária em escala global.

Gomes e Balmant (2019) também destacam que a IA está cada vez mais presente em todas as áreas de nossas vidas. No Brasil, esforços liderados por organizações como a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) e o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) demonstram um interesse e empenho crescentes em incorporar a educação em IA nos estágios fundamentais do ensino no país.

Dessa forma, Camada (2020) destaca o interesse crescente pelo ensino de Inteligência Artificial (IA) no nível básico de educação, enfatizando a necessidade vital de educar e disseminar o conhecimento em IA como fundamental no cenário atual de avanço tecnológico e para o desenvolvimento pleno dos estudantes, com ênfase especial nas questões éticas e humanísticas associadas ao ensino da IA.

Embora haja um claro interesse, são limitadas as pesquisas que apresentam resultados concretos sobre o uso educacional da IA ou metodologias específicas para seu ensino na Educação Básica. Entre os estudos existentes, alguns demonstram resultados encorajadores, como a análise de Rodríguez-Garcia et al. (2019), que examina o ensino de Aprendizado de Máquina (AM) e introduz uma plataforma web (ML4K) desenvolvida para disseminar recursos educativos de AM apropriados para o público infantil. Tais recursos são compatíveis com Scratch, App Inventor ou Python e foram aplicados em atividades educativas, incluindo reconhecimento de voz e criação de assistentes virtuais em diferentes níveis de ensino, evidenciando potencial, embora a área ainda esteja em fase inicial de desenvolvimento. Assim, existe um potencial considerável para a realização de pesquisas voltadas à aplicação do ensino de IA na Educação Básica, particularmente no Brasil, com base nas competências e habilidades especificadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa constatação evidencia a urgência por mais estudos aplicados e práticos que possam contribuir para e

orientar de maneira eficaz a incorporação da IA na educação brasileira desde os estágios iniciais de aprendizado.

Assim, foi desenvolvida uma proposta de curso como parte de um estudo de caso para a elaboração de um currículo no ensino fundamental. O curso foi projetado para ser testado em um cenário real, considerando as condições limitadas de infraestrutura e tecnologia, não apenas no Brasil, mas também em uma região ainda mais restrita, como o Nordeste. O programa utilizou abordagens pedagógicas avançadas, empregando metodologias ativas e ferramentas gratuitas de programação e IA, incluindo as plataformas Machine Learning for Kids e Scratch, além de introduzir a robótica por meio do Lego Robot Inventor. A estruturação visou criar um modelo de currículo adaptável, capacitando os estudantes com os conhecimentos e habilidades necessários para compreender os princípios da IA de forma ética e responsável.

3. Trabalhos Relacionados

Para compreender a aplicação de Inteligência Artificial (IA) associada a metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, foi realizada uma revisão da literatura focando em Gamificação, Aprendizagem Baseada em Projetos e Aprendizagem Baseada em Problemas, uso do Scratch no ensino, Machine Learning e Robótica Lego na educação básica. Esses estudos evidenciam como tais metodologias podem potencializar o engajamento dos alunos, promovendo participação ativa, pensamento crítico e resolução colaborativa de problemas.

Yang (2022) destaca a onipresença da IA na sociedade contemporânea e a necessidade premente de integrar conceitos fundamentais de IA na educação infantil. O autor explora como interfaces habilitadas para IA podem apoiar o aprendizado de crianças entre 3 e 8 anos, aprimorando habilidades como criatividade e colaboração. Contudo, ressalta a escassez de pesquisas sobre como os educadores podem efetivamente apoiar o aprendizado de IA em crianças sem conhecimento prévio de programação. Para abordar essa lacuna, propõe um currículo denominado "AI for Kids", centrado em "por que", "o quê" e "como" ensinar IA nessa faixa etária. Sugere ainda a necessidade de testar essas abordagens em diferentes contextos educacionais e expandir a educação em IA para ambientes informais, como museus.

Cardozo et al. (2022) discutem a importância de introduzir conceitos de IA, especificamente Machine Learning (ML), na educação básica brasileira, alinhando-se às diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação e à Base Nacional Comum Curricular. O estudo enfatiza a maturidade dos alunos do Ensino Médio para abordar problemas complexos de IA e a relevância de prepará-los para as transformações digitais e futuras carreiras na área. O curso online ML4Teens é apresentado como uma iniciativa para ensinar ML no Ensino Médio, visando preencher uma lacuna educacional e promover uma abordagem interdisciplinar, integrando-o ao conteúdo de Biologia. Os autores concluem que o curso demonstra potencial como recurso didático, destacando-se pela usabilidade e adequação aos objetivos de aprendizagem. O design interativo, os exemplos práticos e o uso de ferramentas como Jupyter Notebook e Google Colab são apontados como pontos fortes. Futuras implementações buscarão refinar o material e

validar a eficácia do curso com estudantes, visando aprimorar a experiência de aprendizagem e identificar lacunas no conteúdo.

Embora esses estudos ofereçam contribuições significativas, há lacunas notáveis em relação à faixa etária e ao contexto educacional abordados. Yang (2022) foca na educação infantil, sem explorar a transição para níveis educacionais superiores ou a aplicação prática com ferramentas de programação e robótica. Cardozo et al. (2022), por sua vez, concentram-se no Ensino Médio, utilizando ferramentas avançadas que podem ser pouco acessíveis para alunos sem base prévia em programação.

Diante desse cenário, o presente estudo propõe-se a desenvolver e implementar um currículo educacional de IA voltado para estudantes do Ensino Fundamental II (11 a 15 anos), preenchendo a lacuna entre a educação infantil e o Ensino Médio. Integrando também metodologias ativas — especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos — com o uso de ferramentas acessíveis como o Scratch e o Machine Learning for Kids, além da robótica educacional com kits LEGO Robot Inventor. Residindo o foco na elaboração de um currículo adaptado às necessidades cognitivas e motivacionais dos alunos do Ensino Fundamental II, combinando teoria e prática para facilitar a assimilação de conceitos complexos de IA. A abordagem prática com o uso de robótica Lego e plataformas de programação visual permite que os alunos, mesmo sem conhecimento prévio em programação, se envolvam ativamente no processo de aprendizagem. Além disso, ao incorporar avaliações contínuas e feedback dos estudantes, o estudo ajusta o currículo para atender melhor às expectativas educacionais.

4. Método

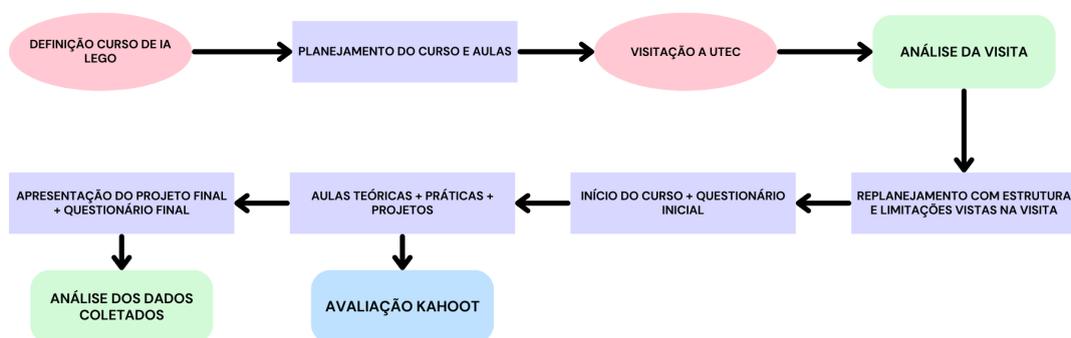
A pesquisa foi conduzida na Unidade de Tecnologia Nova Descoberta (UTEC), localizada na Avenida Vereador Otacílio Azevedo, número 1030, bairro Vasco da Gama, na cidade de Recife, estado de Pernambuco, CEP 52081-550. A supervisão do projeto esteve a cargo de Fabiana Lacerda, com orientação acadêmica fornecida por Rodrigo Lins Rodrigues, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

O estudo envolveu 12 estudantes com idades entre 11 e 15 anos, apresentando perfis diversos. Alguns participantes já possuíam conhecimento prévio em robótica e lógica de programação, enquanto outros iniciaram o projeto sem essa base. O período de realização da pesquisa abrangeu desde o planejamento inicial até a conclusão do curso, permitindo uma análise da evolução desse grupo no contexto do ensino de inteligência artificial (IA) através da auto percepção das habilidades dos próprios estudantes.

4.1 Planejamento e Desenvolvimento do Curso

O curso foi estruturado para ser ministrado ao longo de cinco semanas, com duas sessões semanais de três horas cada, totalizando dez aulas. A Figura 1 apresenta o fluxograma que ilustra as etapas do planejamento, desenvolvimento e avaliação do curso.

Figura 1. Fluxograma do curso



4.1.1 Definição dos Objetivos e Conteúdos do Curso

Inicialmente, foram estabelecidos os objetivos gerais e específicos do curso, focando na introdução de conceitos básicos de IA para alunos do Ensino Fundamental II, utilizando recursos de robótica educacional. O currículo foi elaborado para integrar teoria e prática, promovendo o engajamento dos estudantes por meio de metodologias ativas, especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning) e a Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning).

4.1.2 Visita à Instituição UTEC e Análise das Condições

Uma visita técnica à UTEC foi realizada para avaliar as instalações físicas, os recursos disponíveis e as possíveis limitações logísticas. Essa análise permitiu ajustar o planejamento inicial do curso, garantindo a adequação das atividades propostas ao ambiente e aos equipamentos acessíveis, como os kits LEGO Robot Inventor e os computadores para utilização das plataformas Scratch e Machine Learning for Kids.

4.1.3 Planejamento Detalhado das Aulas

Com base nas informações coletadas, o cronograma final do curso foi elaborado conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Cronograma do curso

AULA	TEMA	ASSUNTO
1	Apresentação e Aplicação pré teste	Apresentação do Curso + Aplicação Questionário inicial sobre

		IA
2	Introdução	Introdução a IA e apresentação dos tipos de dados que serão trabalhados + Kahoot
3	Tipos de Dados + Introdução Classificadores + Scratch	Tipos de dados, revisão de lógica com Scratch e criar um algoritmo que classifica animais manualmente. Utilizando levemente o primeiro projeto Describe the glass + Kahoot
4	Classificadores + Treino	Classificadores com gancho para os Treinos em IA, usando o Machine Learning for Kids para fazer o primeiro projeto do Pedra, Papel e Tesoura + Kahoot
5	Ética, uso consciente	Vertentes relacionados ao uso consciente da IA + Robô Sofia
6	Ética, uso consciente e classificação de texto e números	Continuação da aula 5 sobre uso consciente das IA's + Classificação com exemplo da rotina dos alunos (Jornada para a escola)
7	Tipos de reconhecimento, Imagem, Som e Texto.	Tipos de reconhecimento possíveis com IA e trabalhando classificadores para reconhecer o rosto de cada aluno no Machine Learning for Kids
8	Introdução ao robot inventor - Charlie	Apresentação da IDE Lego do Charlie, muito parecida com a do Scratch e de como ele seria utilizado + Testes com robô
9	Introdução ao robot inventor - Charlie	Classificadores com o robô Charlie, reutilizando o projeto do reconhecimento facial para fazer o (Face Lock) + Kahoot
10	Apresentação Final + Aplicação Pós-teste	Apresentação final dos alunos + Questionário final

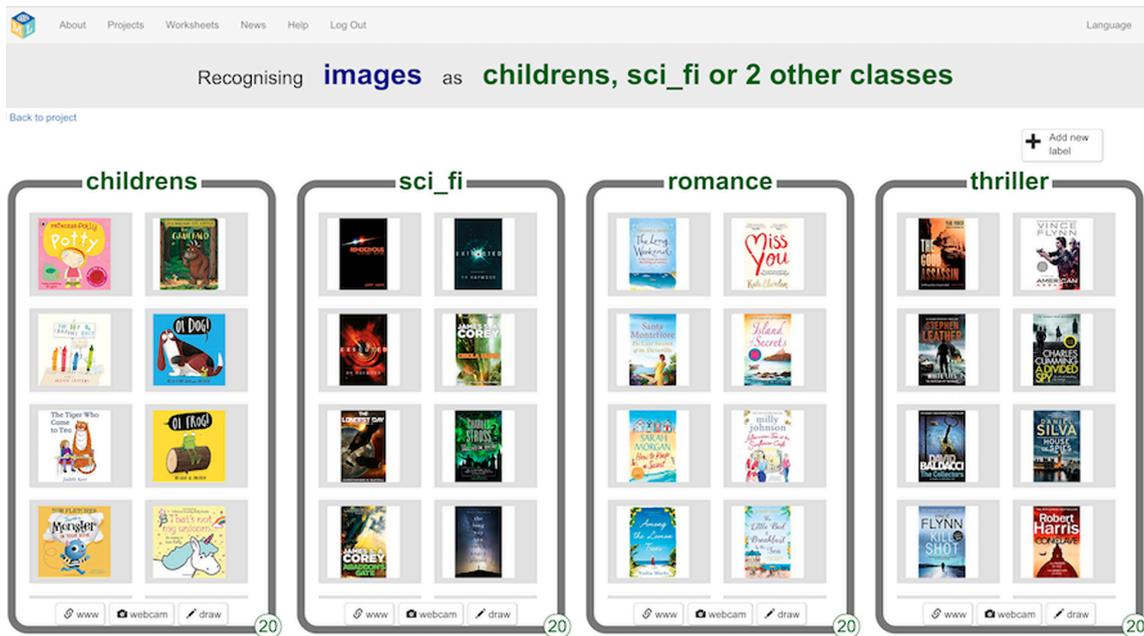
4.2 Metodologia Didática e Recursos Utilizados

O curso adotou metodologias ativas de aprendizagem, especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos. As aulas combinavam momentos teóricos com atividades práticas e mini desafios, permitindo que os alunos aplicassem imediatamente os conceitos aprendidos. No final de cada aula, os estudantes desenvolviam pequenos projetos que reforçam o conteúdo abordado.

Sofia é uma robô humanoide amplamente conhecida por suas capacidades avançadas de interação, frequentemente apresentado na mídia. Utilizado para ilustrar aplicações reais de IA e estimular discussões sobre ética e interação humano-máquina.

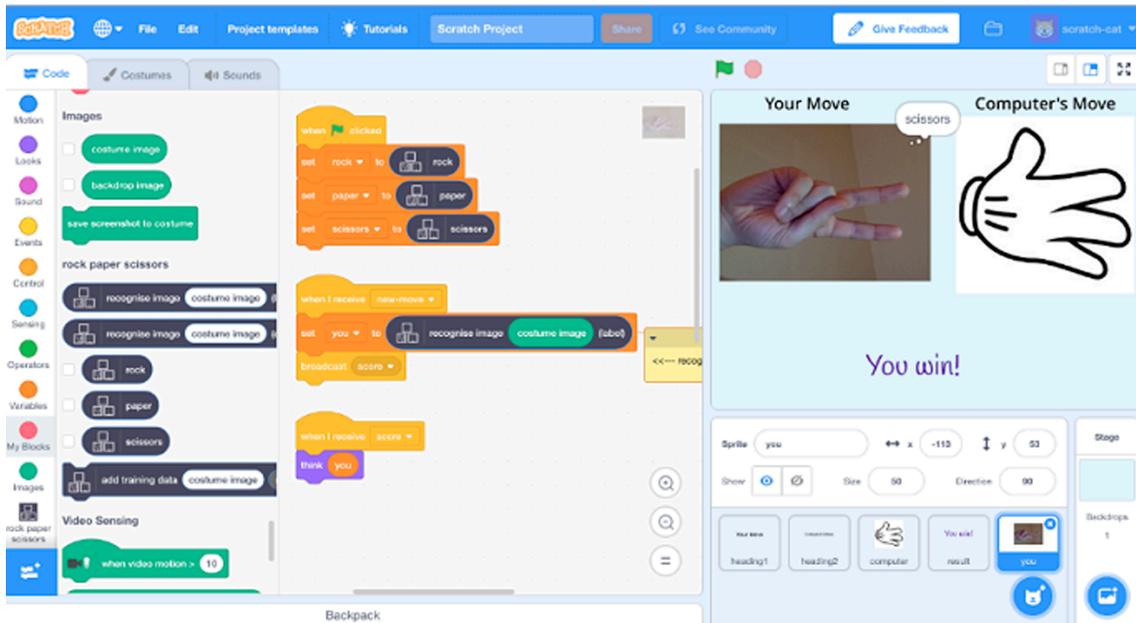
Além disso, foi utilizado o robô Charlie - parte do kit LEGO Robot Inventor, que permitiu aos alunos programar e explorar conceitos de IA de forma prática e interativa, reforçando o aprendizado por meio da robótica educacional.

Figura 2. Machine Learning for Kids classificador de filmes



Plataforma educacional que integra aprendizado de máquina ao ambiente de programação Scratch, facilitando a compreensão de conceitos complexos de IA através de projetos acessíveis e interativos. Conforme mostra a figura 2 pode-se ver um classificador de imagens sendo alimentado com tipos de filmes dentro da plataforma ML4K.

Figura 3. Scratch com a plataforma ML4K

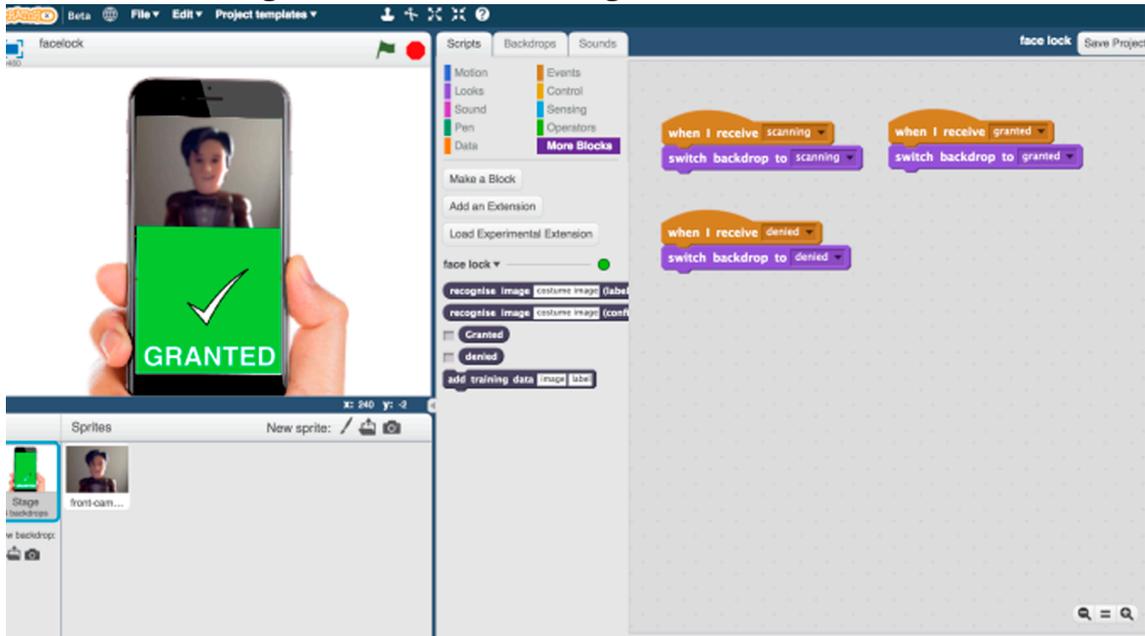


Ambiente de programação em blocos que serviu como base para o desenvolvimento dos projetos pelos alunos, promovendo o entendimento da lógica de programação de maneira intuitiva. E como mostrado na figura 3, são estruturas básicas de condição com blocos treinados com reconhecimento de imagens. Assim os estudantes conseguem simular “Pedra, Papel ou Tesoura” e jogar contra o computador utilizando a webcam dos laptops.

4.3 Desenvolvimento das Atividades Práticas

Uma das atividades destacadas foi o projeto "Face Lock" utilizando o Machine Learning for Kids, conforme mostra a figura 4 abaixo.

Figura 4. Machine Learning for Kids - Face Lock



Nesta atividade, os alunos treinaram um classificador de reconhecimento facial, capturando várias fotos de si mesmos para alimentar o modelo de IA. Em seguida, integraram esse classificador ao Scratch, simulando o desbloqueio de um dispositivo móvel com reconhecimento facial. Essa experiência conectou diretamente o conteúdo aprendido com as vivências cotidianas dos alunos, visando facilitar a compreensão prática dos conceitos

4.4 Apresentação Final dos Projetos

Na aula final, os alunos apresentaram projetos desenvolvidos por eles mesmos, escolhendo desafios que englobavam os tópicos trabalhados ao longo do curso. A figura 5 ilustra um desses momentos.

Figura 5. Alunos em apresentação final



Essas apresentações permitiram que os estudantes demonstrassem suas habilidades técnicas adquiridas, criatividade e capacidade de resolver problemas, além de fomentar o trabalho em equipe.

4.5 Instrumentos de Avaliação

Foram utilizados alguns instrumentos para avaliar o aprendizado e o desenvolvimento dos alunos, o principal deles foram os questionários Pré e Pós-teste - aplicados no início e ao final do curso, respectivamente, para avaliar a evolução da percepção dos conhecimentos e habilidades dos alunos em relação à IA e à programação.

Figura 6. Alunos ao final da aula interagindo com Kahoot



Quizzes Interativos com Kahoot como na figura 6 acima, sempre realizados ao final de cada aula para verificar a assimilação dos conteúdos de forma dinâmica. Além do monitoramento contínuo da participação e envolvimento dos alunos nas atividades práticas e teóricas, permitindo ajustes pedagógicos conforme necessário.

4.6 Considerações sobre Robótica Educacional e Metodologias Ativas

A utilização de robótica educacional, por meio dos robôs Sofia e Charlie, desempenhou um papel fundamental na contextualização dos conceitos de IA. Esses recursos proporcionam experiências mais próximas da realidade deles, os fazendo assimilar melhor tópicos abstratos, como algoritmos de classificação e reconhecimento de padrões. A interação direta com o robô Charlie permitiu aos alunos visualizar o impacto real da programação no mundo físico. E de como a robô Sofia era programada.

As metodologias ativas promovem uma aprendizagem centrado no aluno, estimulando a autonomia, a colaboração e o pensamento crítico. A combinação de problemas práticos e projetos desafiadores permitiu aos estudantes irem desenvolvendo suas habilidades na área de tecnologia.

4.7 Documentação e Análise dos Dados

Todos os dados coletados durante o curso, incluindo resultados dos questionários e desempenho nos quizzes, foram registrados para análise posterior. Essa documentação sistemática possibilitou a avaliação do impacto do curso e a identificação de áreas para melhoria em futuras edições.

4.8 Integração das Ferramentas Educacionais

A integração do Machine Learning for Kids com o Scratch foi essencial para tornar os conceitos de IA acessíveis aos alunos. Por meio dessa combinação, os estudantes puderam criar projetos que utilizavam reconhecimento de imagens, sons e textos, aplicando algoritmos de machine learning de forma simplificada. A familiaridade com o Scratch facilitou a transição para conceitos mais avançados, como o treinamento de modelos de IA.

4.9 Superação de Desafios

Ao longo do curso, foram enfrentados desafios como dificuldades técnicas com a conectividade dos robôs e limitações de tempo no calendário. Para mitigar esses obstáculos, foram adotadas estratégias como ajustes no planejamento das aulas, reforço nos fundamentos de programação e suporte individualizado aos alunos que apresentaram maiores dificuldades.

5. Resultados e Discussões

Durante o desenvolvimento do curso, foi observado um envolvimento significativo por parte dos estudantes. Para quantificar esse engajamento e identificar os principais aspectos positivos, negativos e pontos que requerem atenção, realizamos um pré-teste e um pós-teste por meio do Google Forms. Esses feedbacks foram fundamentais para verificar a eficácia da metodologia empregada.

A estrutura principal do questionário consistiu em oito perguntas, como mostra o Quadro 2. As perguntas P2 a P6 foram formuladas em uma escala Likert de 1 (péssimo) a 5 (ótimo), destinadas a medir o conhecimento prévio e a evolução dos estudantes em temas como programação e inteligência artificial. Já as perguntas P1, P7 e P8 eram de resposta binária (sim/não), visando identificar experiências prévias específicas dos alunos identificadas no Quadro 3 e 4.

Quadro 2. Perguntas do Questionário

Questionário Avaliativo	
PERGUNTA	RESPOSTA
P1: Contato anterior com Programação/Robótica?	Sim/Não
P2: Conhecimento anterior em Programação/Robótica?	Escala 1-5
P3: Confiança em programação?	Escala 1-5

P4: Habilidades prévias em programação e resolução de problemas?	Escala 1-5
P5: Sente-se confortável em configurar uma IA?	Escala 1-5
P6: Sente-se confortável de trabalhar em equipe?	Escala 1-5
P7: Contato prévio com Inteligência Artificial?	Sim/Não
P8: Sente-se seguro em usar IA nos seus dispositivos?	Sim/Não

Participaram do questionário um total de 12 estudantes frequentes que iniciaram e concluíram o curso, permitindo uma análise consistente dos resultados. Ouvintes e participantes não assíduos não foram considerados para análise.

Quadro 3. Pré-teste vs Pós-teste SIM/NÃO

PERGUNTA	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
P1	Sim (66,7%)/Não (33,3%)	Não se aplica
P7	Sim (77,8%)/Não (22,2%)	Não se aplica
P8	Sim (88,9%)/Não (11,1%)	Sim (77,8%)/Não (22,2%)

Quadro 4. Pré-teste vs Pós-teste diferenças na escala

PERGUNTA	DIFERENÇA	ALTERAÇÃO
P2	Bom (11,1%)/Ótimo(11,1%)	Crescimento
P3	Bom (11,1%)	Diminuição
P4	Normal(44,5%)	Crescimento
P5	Normal(33,3%)	Crescimento
P6	Normal(11,1%)/Ótimo(11,1%)	Crescimento

Os resultados indicam que os estudantes perceberam uma evolução em suas habilidades e conhecimentos ao longo do curso. Na pergunta P4 ("Habilidades prévias em programação e resolução de problemas"), houve um aumento de 44,5% na autopercepção dos alunos em relação a essas habilidades, indicando que se

consideraram significativamente melhores após o curso. Na pergunta P5 ("Sente-se confortável em configurar uma IA"), observou-se um avanço de 33,3% no conforto dos alunos ao lidar com inteligência artificial, demonstrando crescimento na familiaridade com o tema. Já em P6 ("Sente-se confortável em trabalhar em equipe"), houve um aumento de 11,1% nas respostas "Normal" e "Ótimo", refletindo melhorias nas competências interpessoais e na capacidade de colaboração.

Por outro lado, na pergunta P3 ("Confiança em programação"), registrou-se uma diminuição de 11,1%. Esse resultado pode ser interpretado como uma identificação da complexidade de alguns assuntos de programação, reforçando a necessidade de trabalhar mais esse aspecto de base na criação de currículos posteriores.

Para analisar esses resultados, pode-se apoiar na teoria de Mitchel Resnick (2017), que defende a importância do pensamento criativo e da aprendizagem baseada em projetos. Ambientes educacionais que incentivam a experimentação e a criatividade são eficazes para o ensino de tecnologias complexas, como a inteligência artificial. Os ganhos observados em habilidades de resolução de problemas e conforto com IA podem ser atribuídos a essa abordagem, que promove a curiosidade e a experimentação.

Além disso, foram aplicados quizzes interativos por meio do Kahoot ao final de cada aula, visando avaliar a assimilação dos conteúdos em tempo real. Os tópicos abordados incluíram conceitos básicos de IA, ética em IA e aspectos técnicos relacionados aos robôs Sofia e Charlie.

O questionário de Conceitos Básicos de IA, Tipos de Dados e Classificadores cobriu tópicos fundamentais da Inteligência Artificial, como definições básicas, tipos de dados utilizados em modelos de IA e diferentes algoritmos de classificação.

Já o de Ética em IA abordou questões relacionadas ao uso da Inteligência Artificial, incluindo discussões sobre privacidade, preconceito nos algoritmos e impactos sociais.

Com relação aos robôs Sofia e Charlie, além de questões técnicas de IA, os alunos foram testados sobre aspectos técnicos específicos, como sensores, algoritmos e suas aplicações.

Os resultados gerais da aplicação dos Kahoots ao final de cada tópico mostraram um bom entendimento dos alunos sobre os conceitos básicos de IA, com 90% de acertos. Em termos de ética em IA, a taxa de acertos foi de 65%, sugerindo que os alunos estão desenvolvendo uma consciência crítica sobre as questões éticas, embora ainda haja espaço para aprofundamento.

Nos questionários sobre os robôs Sofia e Charlie, juntamente com questões técnicas de IA, os alunos obtiveram uma taxa de acerto de 68% e 47%, respectivamente. Esses resultados refletem um conhecimento razoável sobre as aplicações práticas e aspectos técnicos, mas também evidenciam a necessidade de reforçar a instrução em áreas técnicas mais complexas.

Observa-se que os alunos demonstraram boa compreensão dos conceitos base, mas encontraram desafios à medida que os tópicos se tornaram mais específicos. Essa tendência é consistente com os princípios de aprendizagem descritos por John D. Bransford et al. (2000), que enfatizam a importância de conectar novos conhecimentos a

experiências prévias. Os estudantes, ao serem expostos a conceitos novos, como programação um pouco mais avançada e detalhes técnicos de robótica, podem ter enfrentado dificuldades devido à falta de referências anteriores.

A evolução positiva pela perspectiva dos próprios estudantes destaca a eficácia das metodologias ativa e baseada em projetos e problemas empregadas no curso. Esses insights são valiosos para orientar futuras edições do programa, indicando a necessidade de reforçar os fundamentos de programação para aumentar a confiança dos alunos e melhorar a compreensão dos aspectos técnicos mais avançados.

6. Conclusão

Após a conclusão do projeto, foram inferidas observações significativas sobre o ensino de Inteligência Artificial (IA) no Ensino Fundamental II. A maioria dos estudantes que participou do curso não possuía familiaridade com conceitos técnicos de programação, como estruturas de condição, loops e variáveis. Apesar dessa falta de conhecimento prévio, eles conseguiram realizar muitos dos projetos propostos.

A aplicação combinada das metodologias ativa, baseada em problemas e baseada em projetos mostrou-se eficaz, especialmente quando acompanhada por monitoramento contínuo dos facilitadores para minimizar a dispersão dos estudantes. Os estudantes adaptaram-se ao uso das ferramentas "Machine Learning for Kids" em conjunto com o Scratch, plataformas até então desconhecidas por eles, considerando que nunca haviam interagido com sistemas de classificação de IA. Além disso, observou-se uma evolução expressiva tanto em habilidades técnicas quanto em competências interpessoais, como o trabalho em equipe.

Os resultados sugerem a necessidade de alterações no currículo aplicado para atender melhor às expectativas educacionais. Especificamente, recomenda-se uma preparação mais sólida dos alunos em fundamentos de programação antes da introdução de conteúdos específicos de IA. O fortalecimento de habilidades como compreensão de estruturas condicionais, loops e manipulação de variáveis deve aumentar a facilidade de assimilação de conceitos mais abstratos, como os envolvidos em classificadores de IA, potencializando o aproveitamento do curso.

Destaca-se particularmente a rápida evolução dos alunos na resolução de problemas ao longo das aulas e a eficácia com que desenvolveram habilidades de trabalho em equipe. Esses aspectos foram fundamentais, especialmente ao considerar a interseção entre ética na IA e ética pessoal. Conclui-se que projetos dessa natureza são extremamente benéficos para o ambiente educacional, pois promovem o desenvolvimento de habilidades essenciais e abordam questões éticas e técnicas de grande relevância atual. Para maximizar esses benefícios, reforça-se a importância de integrar formalmente o ensino de IA nos currículos do ensino básico, incluindo uma base sólida em programação que prepare os alunos para os desafios específicos da área.

References

- ALVES, Nathalia da Cruz; et al. Ensino de Computação de Forma Multidisciplinar em Disciplinas de História no Ensino Fundamental—Um Estudo de Caso. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 24, n. 3, 2016.
- BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING, Rodney R. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- CAMADA, Marcos Yuzuru; DURÃES, Gilvan Martins. Ensino da Inteligência Artificial na Educação Básica: Um Novo Horizonte para as Pesquisas Brasileiras. In: *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Sociedade Brasileira de Computação, 2020.
- CARDOZO, Jacqueline; MARTINS, Ramon Mayor; VON WANGENHEIM, Christiane Gresse. ML4Teens—Introduzindo Machine Learning no Ensino Médio. In: *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação*. Sociedade Brasileira de Computação, 2022.
- GARCIA, Ana Cristina. Ética e Inteligência Artificial. *Computação Brasil*, n. 43, p. 14-22, 2020.
- GOMES, André; BALMANT, Olívia. Inteligência Artificial nos Colégios. Portal Terra, 2019. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/inteligencia-artificial-nos-colegios,23a7218c38451cd3ccbe2a0e25c490094d9v9aar.html>. Acesso em: [Setembro 2022].
- MATTOS, Sandro Darcy Gaubert; et al. Introdução à Robótica e Estímulo à Lógica de Programação no Ensino Básico Utilizando o Kit Educativo LEGO® Mindstorms. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, v. 4, n. 1, 2015.
- MERTALA, Pekka; FAGERLUND, Janne; CALDERON, Oscar. Finnish 5th and 6th Grade Students' Pre-instructional Conceptions of Artificial Intelligence (AI) and Their Implications for AI Literacy Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 3, p. 100095, 2022.
- POZZEBON, Eliane; FRIGO, Luciana Bolan; BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência Artificial na Educação Universitária: Quais as Contribuições. *Revista CCEI*, v. 8, n. 13, p. 34-41, 2004.
- RESNICK, Mitchel. *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.
- SU, Jiahong; ZHONG, Yuchun. Artificial Intelligence (AI) in Early Childhood Education: Curriculum Design and Future Directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 3, p. 100072, 2022.
- TOYOHARA, Doroti Quiomi Kanashiro; et al. Aprendizagem Baseada em Projetos—Uma Nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos. In: *PBL—Congresso Internacional*, 2010.

YANG, Wang. Artificial Intelligence Education for Young Children: Why, What, and How in Curriculum Design and Implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 3, p. 100061, mar. 2022.