

Robótica Educacional como ferramenta de estímulo cognitivo para alunos com altas habilidades

Maria Eduarda Penteadó*, Ana Caroline Dos Santos Ramos Nogueira*, Nathan Diogo Gonçalves da Silva*, Lidiane Ap. Cavalcante Ladislau Silva†, Romualdo Rubens de Freitas*, Angela Meneghello Passos* e Diogo Roberto Olsen*

*Instituto Federal do Paraná - IFPR, Londrina, Paraná, Brasil

†Prefeitura Municipal de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil

mariaedupenteadó@gmail.com, anacarolineramos100@gmail.com, nathandteam@gmail.com,

lidicavalcantemanu@gmail.com, romualdo.freitas@ifpr.edu.br, angela.passos@ifpr.edu.br, diogo.olsen@ifpr.edu.br

Abstract—The inclusion of children with high abilities and Autism Spectrum Disorder in technology education demands pedagogical strategies that are both stimulating and adapted to their cognitive and interactional needs. The objective of this work is to present the development and preliminary application of a robotics-based teaching approach, using the Genius game, to foster focused attention, collaborative interaction, and technical literacy in this audience. A case study was conducted with 35 children, who used the Arduino platform to build the game's prototype through a dynamic involving collaborative, individual, and playful activities. Preliminary results, obtained through qualitative observation and formative assessments, indicate a high level of participant engagement and the assimilation of fundamental hardware and programming logic concepts. The approach proved to be a viable and effective educational strategy, capable of promoting meaningful learning through an integrated development of technical and social skills. It highlights the potential of educational robotics not only as a cognitive stimulator but also as a facilitator of inclusion, engagement, and personal growth for neurodiverse learners.

Keywords—Educational Robotics; High Abilities; Autism Spectrum Disorder; Arduino; Collaborative Learning.

Resumo—A inclusão de crianças com altas habilidades e Transtorno do Espectro Autista no ensino de tecnologia demanda estratégias pedagógicas que sejam, ao mesmo tempo, estimulantes e adaptadas às suas necessidades cognitivas e de interação. O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e a aplicação preliminar de uma abordagem de ensino baseada em robótica, utilizando o jogo *Genius*, para o estímulo da atenção concentrada, da interação colaborativa e da alfabetização técnica neste público. Conduziu-se um estudo de caso com 35 crianças, que utilizaram a plataforma Arduino para construir o protótipo do jogo por meio de uma dinâmica com atividades colaborativas, individuais e lúdicas. Os resultados preliminares, obtidos por meio de observação qualitativa e avaliações formativas, indicam um alto nível de engajamento dos participantes e a assimilação de conceitos fundamentais de *hardware* e lógica de programação. A abordagem demonstrou-se eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa, com impacto positivo tanto no domínio técnico quanto no desenvolvimento de competências sociais e comunicativas. O estudo reforça o potencial da robótica como estratégia de inclusão e personalização do ensino para alunos neurodivergentes.

Palavras-chave—Robótica Educacional; Altas Habilidades; Transtorno do Espectro Autista; Arduino; Aprendizagem Colaborativa.

I. INTRODUÇÃO

A robótica educacional emerge como um recurso valioso para auxiliar crianças com altas habilidades (AH), especialmente aquelas que também apresentam Transtorno do Espectro Autista (TEA) [1]. O ensino convencional muitas vezes não consegue oferecer os estímulos necessários para esses alunos, que enfrentam desafios em ambientes tradicionais. Ao integrar mecânica, eletrônica, inteligência artificial e ciência da computação, a robótica consolida-se como um campo interdisciplinar robusto, que proporciona condições favoráveis para que os estudantes desenvolvam plenamente seu potencial na elaboração de soluções inovadoras e eficazes. Sua aplicação no contexto pedagógico amplia significativamente as possibilidades de ensino, especialmente quando voltada ao desenvolvimento de múltiplas habilidades em estudantes com necessidades educacionais específicas [2].

Neste projeto, a robótica é utilizada como ferramenta para alunos com AH que frequentemente enfrentam dificuldades em ambientes de ensino tradicionais, especialmente quando apresentam, simultaneamente, diagnóstico de TEA. Nessas circunstâncias, o sistema educacional convencional muitas vezes falha em oferecer estímulos adequados para explorar todo o potencial desses estudantes, tornando-se um desafio tanto para os educadores quanto para os próprios alunos.

Este trabalho é parte integrante de um projeto de extensão universitária desenvolvido pelo Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Londrina, em parceria com a Prefeitura Municipal de Londrina, por meio da Secretaria Municipal de Educação (SME) e da Sala de Recursos Multifuncionais para Altas Habilidades/ Superdotação (SMR AH/SD), com o Instituto Federal do Paraná (IFPR). As crianças com AH são

identificadas através do sistema municipal de ensino e passam a integrar as atividades descritas nesse artigo, contextualizadas no âmbito de curricularização da extensão, conforme previsto na Resolução CNE/CES nº 7, de 18 de dezembro de 2018 [3].¹

A iniciativa baseia-se na premissa de que a robótica, aliada à verticalização do ensino, constitui um verdadeiro motor para a inovação educacional, uma vez que essa colaboração entre diferentes níveis de ensino potencializa processos pedagógicos e promove uma aprendizagem mais significativa.

Na prática, a verticalização acontece por meio da mentoria de estudantes do ensino superior para alunos da educação básica. As crianças são recebidas no IFPR e participam de atividades propostas e idealizadas pelos alunos de graduação, que montam aulas teóricas e definem projetos de robótica educacional práticos para os alunos da rede municipal. Essa atividade, que ocorre no contraturno escolar, conta com a supervisão de docentes universitários e professores da educação básica, assegurando a qualidade pedagógica e a segurança de todos os envolvidos. Ao aproximar esses dois universos, cria-se um espaço promissor para construção de conhecimento, valorizando o protagonismo estudantil e o compromisso social da universidade [4].

Todas as etapas do projeto seguem rigorosamente os princípios éticos em pesquisa com seres humanos. Esta investigação está vinculada ao projeto “Um estudo sobre as práticas docentes por meio da observação direta da sala de aula” (CAAE 68485223.7.0000.5231), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (CEP/UDEL), sob o parecer nº 6.060.079, com validade até 14 de maio de 2027. Além disso, todos os participantes e seus responsáveis legais assinaram Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), incluindo autorização para uso de imagem, assegurando o cumprimento das normas éticas e legais vigentes.

Diante desse contexto, o objetivo geral do projeto é utilizar a robótica educacional, através da aplicação de uma versão do jogo *Genius*², como meio de estimular, de forma significativa, o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e motoras em crianças com AH e TEA. Como objetivos específicos, destacam-se: fomentar o trabalho colaborativo e a interação social por meio de atividades em grupo; promover o desenvolvimento do raciocínio lógico; estimular a memória e aprimorar os níveis de atenção dos participantes.

¹Resolução responsável por estabelecer as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira, regulamentando o disposto na Meta 12.7 do Plano Nacional de Educação (Lei nº 13.005/2014), que prevê a obrigatoriedade de, no mínimo, 10% da carga horária dos cursos de graduação serem destinadas a atividades de extensão, promovendo a articulação entre ensino, pesquisa e demandas da sociedade.

²O *Genius* é um jogo eletrônico de memória sequencial lançado originalmente pela empresa Hasbro na década de 1970.

II. MÉTODO

O trabalho tem caráter experimental, realizado com a participação de 35 crianças entre 8 e 11 anos, diagnosticadas com AH. Dentre elas, algumas também foram diagnosticadas com TEA, conforme registros fornecidos pela SME e SRM AH/SD responsável pela indicação dos participantes. A seleção desses alunos foi realizada exclusivamente por esse órgão, a partir de critérios indicadores de superdotação.

As atividades foram conduzidas por alunos do quinto período do curso de graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas como parte de um projeto de extensão universitária. As etapas do projeto foram desenvolvidas tanto nas dependências da SME e SRM AH/SD, como no laboratório de robótica educacional do campus Londrina do IFPR.

A. Ideação do jogo

O jogo representado no trabalho foi inspirado no clássico eletrônico *Genius*. A escolha do projeto foi definida a partir de uma sessão de brainstorm envolvendo os discentes de graduação responsáveis pela implementação. Durante essa etapa, discutiu-se o papel da robótica como ferramenta de desenvolvimento de habilidades sociais, sensoriais e motoras e, a partir dessas reflexões, buscou-se um recurso que unisse aspectos lúdicos e técnicos, capaz de engajar os participantes e promover aprendizagens significativas por meio da interação prática e colaborativa.

Considerando as características comuns do público participante do estudo, como alta capacidade cognitiva, desafios relacionados à autorregulação e dificuldades em sustentar atenção [5], o jogo *Genius* mostrou-se adequado por seu potencial de estímulo dessas competências de maneira lúdica. O funcionamento do jogo baseia-se na repetição progressiva de sequências de cores. O jogador deve observar a sequência apresentada e pressionar os botões correspondentes às cores na ordem correta. A cada nova rodada, a sequência é estendida, aumentando gradativamente a dificuldade, exigindo maior concentração. Além disso, a necessidade de resposta manual promove o desenvolvimento da coordenação motora fina, já que os participantes precisam manipular os botões com precisão e agilidade.

Essa combinação de estímulos torna o *Genius* uma ferramenta multifacetada, capaz de atuar simultaneamente no aprimoramento de habilidades cognitivas e no fortalecimento de competências sensoriais e motoras. Essas habilidades são consideradas extremamente relevantes para crianças com AH e TEA, pois contribuem para sua adaptação e desempenho em ambientes educacionais, além de favorecer a autoconfiança e o engajamento nas atividades propostas [6]. Dessa forma, a utilização do *Genius* no contexto da robótica educacional configura-se como uma estratégia adequada para atender às necessidades específicas do público participante.

B. Hardware

O projeto utiliza a plataforma Arduino Uno em sua estruturação, ferramenta de *hardware* relacionada à diversos projetos de eletrônica educacionais principalmente por sua simplicidade e versatilidade. A escolha da plataforma deve-se a sua ampla compatibilidade com vários componentes eletrônicos, além do suporte oferecido por uma grande comunidade de usuários. Suas características facilitam o desenvolvimento de soluções educacionais customizáveis, como a descrita nesse trabalho.

A estrutura do circuito foi realizada sobre uma *protoboard*, placa de prototipagem que permite a organização e rearranjo dos componentes sem necessidade de soldagem, otimizando procedimentos de testagem, correções e mudanças necessárias na fase de desenvolvimento. Para a interligação entre componentes, foram utilizados cabos *jumpers*, conectando os pinos da placa Arduino aos demais dispositivos. O sistema conta com quatro botões físicos, cada um associado a um *led* de cor específica, a fim de replicar a lógica do jogo *Genius*. Os *leds* são acesos ao ter seu botão correspondente selecionado, durante a repetição da sequência determinada ou ao fim de cada jogo.

Além disso, o projeto incorpora um *buzzer*, utilizado para fornecer uma resposta sonora ao jogador. Dois sinais distintos foram definidos: um som melancólico, indicando que o jogador errou a sequência e, portanto, perdeu o jogo; e uma canção comemorativa, indicando a conclusão bem-sucedida da partida. A combinação dos elementos foi idealizada tanto para preservação do formato do jogo original, como para a construção de uma interface atrativa para o público-alvo.

C. Software

O desenvolvimento do sistema foi realizado por meio do ambiente de programação Arduino IDE, uma plataforma de *software* livre utilizada constantemente em projetos educacionais envolvendo microcontroladores. Por ser uma ferramenta de código aberto, o ambiente favorece a democratização do acesso à tecnologia, além de estimular a aprendizagem colaborativa. A programação foi implementada em linguagem C/C++, nativamente suportada pelo Arduino, garantindo compatibilidade e eficiência na execução do código. A estruturação foi estabelecida de forma modular, com funções objetivas para tarefas específicas.

Essa organização modular não apenas facilita a compreensão e o estudo do código por parte dos estudantes, mas também torna a manutenção, depuração e futuras expansões do projeto mais simples e eficazes. A lógica do jogo baseou-se na geração de sequência de cores aleatórias, alternando entre amarelo, vermelho, azul e verde. A cada nova rodada, o sistema armazena a ordem de cores estabelecida e compara com a resposta

fornecida pelo jogador em tempo real. Algumas outras funcionalidades definidas são o controle preciso de temporizações, emissão de sinais sonoros, definições de pinos de entrada e saída, além de sinalização de vitória ou derrota através dos *leds*.

O projeto enfatizou o uso de estruturas básicas de programação, como condicionais (*if/else*), laços de repetição (*for*, *while*), funções e variáveis, visando garantir que o código fosse de fácil compreensão. A iniciativa reforça o caráter pedagógico do projeto, que priorizou principalmente a clareza e organização do código para fins de ensino. Assim, o desenvolvimento do sistema propicia um ambiente de aprendizagem integrativo, que articula teoria e prática, fomentando o pensamento computacional e o raciocínio lógico.

D. Projeto - Tinkercad e Código

Para facilitar a compreensão dos conceitos eletrônicos e de programação, foi desenvolvido um ambiente de simulação utilizando a plataforma *Tinkercad*, um simulador online gratuito que permite a criação e teste de circuitos eletrônicos virtuais. Esta ferramenta complementar foi essencial para que as crianças pudessem visualizar e compreender o funcionamento do circuito antes de partirem para a montagem física.

O projeto no *Tinkercad* replica fielmente o circuito do jogo *Genius*, incluindo o microcontrolador Arduino Uno, os quatro *leds* coloridos, os botões de pressão, resistores e o *buzzer*. A simulação permite não apenas a visualização da montagem, mas também a execução do código de programação, possibilitando que os estudantes testem diferentes sequências e compreendam o funcionamento lógico do sistema.

Em linha com os princípios da ciência aberta, todo o material técnico do projeto foi disponibilizado em um repositório público no GitHub³. O repositório inclui o código-fonte para o Arduino e o diagrama esquemático do circuito, permitindo a replicação completa da atividade, seja em um ambiente de simulação como o *Tinkercad* ou por meio da montagem com os componentes eletrônicos físicos.

A disponibilização do material em plataforma de acesso livre visa democratizar o conhecimento gerado e facilitar a replicação da experiência por outros educadores e instituições interessadas em implementar projetos similares de robótica educacional.

E. Aplicação da Ferramenta

A construção do sistema foi realizada em conjunto com as crianças participantes ao longo de encontros mensais, durante aulas matutinas e vespertinas com duas horas de duração cada. As turmas contaram com um número variável de alunos, entre

³Disponível em: <https://github.com/nathandg/ifpr-genius-arduino>

10 e 20 por turno, que participaram de atividades individuais e coletivas, de acordo com os objetivos pedagógicos de cada etapa do projeto. Os encontros foram divididos entre momentos teóricos e práticos. Na parte teórica, os alunos foram apresentados a conceitos como noções básicas de eletrônica, programação e *hardware* computacional. Na etapa prática, as crianças puderam aplicar os conteúdos adquiridos através de atividades de programação, montagem guiada de circuitos e interação direta com a ferramenta desenvolvida.

Embora as aulas tenham sido ministradas pelos estudantes de graduação, responsáveis pela implementação do projeto, as atividades contaram com o apoio e a supervisão constante de docentes do IFPR, além da colaboração de professoras da rede municipal de ensino. Essas profissionais, que acompanham os alunos cotidianamente, atuaram como mediadoras durante as sessões de robótica educacional, contribuindo para a adequação das atividades às necessidades específicas dos participantes, garantindo o seu bem-estar. O diverso grupo envolvido no projeto promoveu um ambiente completo, essencial para o desenvolvimento efetivo do sistema e para o fortalecimento da confiança e do conforto das crianças durante as atividades.

III. TRABALHOS RELACIONADOS

A robótica educacional tem sido amplamente explorada como ferramenta pedagógica capaz de promover o aprendizado ativo, a inclusão e o desenvolvimento cognitivo em diferentes contextos escolares. Diversos estudos vêm destacando seu potencial para atender públicos com necessidades específicas, especialmente no que se refere a alunos com TEA e com AH/SD. Nesta seção, são apresentados os principais referenciais teóricos e experiências relacionadas a esses dois campos, buscando contextualizar o presente trabalho dentro das pesquisas já consolidadas na área.

A. Altas Habilidades

A necessidade da educação inclusiva para crianças e adolescentes é premente nos dias atuais, frente aos desafios de oferecer uma educação que atenda às suas necessidades e demandas específicas, possibilitando a exploração plena de seu potencial. Práticas pedagógicas voltadas ao atendimento de estudantes com AH/SD são essenciais para o reconhecimento e estímulo de suas potencialidades, favorecendo o desenvolvimento integral do indivíduo. Nesse contexto, é fundamental que educadores seja capaz de identificar e valorizar esses alunos, promovendo oportunidades que estimulem a criatividade, a curiosidade e a capacidade de inovação, aspectos muitas vezes negligenciados no ensino tradicional [7].

Em relação ao presente estudo, embora o foco também contemple as AH, há uma ampliação significativa do escopo, pois se busca integrar, no mesmo ambiente de aprendizagem,

crianças com diferentes perfis cognitivos, incluindo aquelas com TEA. Essa abordagem visa não apenas potencializar o desenvolvimento dos alunos com AH, mas também promover a inclusão efetiva. A robótica educacional, nesse contexto, apresenta-se como um meio eficaz de aprendizagem colaborativa, em que cada criança pode contribuir segundo suas capacidades, desenvolvendo tanto habilidades técnicas quanto socioemocionais.

B. Transtorno do Espectro Autista

O TEA é caracterizado por diferenças no desenvolvimento neurológico que afetam a comunicação, a interação social e o comportamento, apresentando uma ampla variação de perfis e níveis de suporte necessários [8]. Crianças com TEA frequentemente demonstram padrões de interesse restritos e comportamentos repetitivos, mas também podem apresentar habilidades cognitivas e perceptivas singulares, especialmente em tarefas que envolvem lógica, padrões e raciocínio visual.

Pesquisas recentes têm apontado que o uso de tecnologias educacionais, especialmente da robótica, pode favorecer o engajamento e o aprendizado de crianças com TEA [9]. A robótica oferece um ambiente estruturado e previsível, que auxilia no desenvolvimento de competências sociais e cognitivas, ao mesmo tempo em que estimula a curiosidade e o pensamento lógico. Além disso, o caráter lúdico das atividades robóticas contribui para aumentar a motivação e a atenção, dois aspectos que muitas vezes representam desafios para alunos dentro do espectro.

A interação com robôs permite que estudantes com TEA pratiquem habilidades de cooperação, comunicação e resolução de problemas em um ambiente controlado e seguro, o que reduz a ansiedade e potencializa a aprendizagem [10]. Dessa forma, o uso de robótica educacional em contextos inclusivos se mostra uma alternativa eficaz para promover o desenvolvimento integral e a socialização desses alunos, permitindo que aprendam de forma significativa e participativa.

Em consonância com esses achados, o presente estudo busca explorar o potencial da robótica como instrumento de inclusão e estímulo cognitivo para crianças com TEA, especialmente quando associada ao trabalho em grupo e à personalização das atividades de acordo com o ritmo e o perfil de cada participante.

C. Robótica Educacional

A robótica educacional permite que o estudante seja o protagonista do processo de aprendizagem, construindo o próprio conhecimento a partir de suas observações [11]. Assim, o que é aprendido por meio do esforço pessoal torna-se mais significativo e se integra de forma mais efetiva às suas estruturas cognitivas.

Grande parte dos trabalhos de robótica educacional desenvolvidos utiliza seu próprio kit e software específicos. Em geral, os processos envolvem montagem e programação em equipe, promovendo atividades práticas e atrativas para as crianças. As aulas costumam ser organizadas em ciclos, com a proposição de cenários e situações que estimulam a resolução de problemas de forma colaborativa.

Apesar de sua natureza dinâmica, o ensino mediado pela robótica apresenta desafios, entre eles a carência de profissionais com perfil adequado para lidar com a individualidade de cada criança e a falta de apoio institucional. Muitas vezes, os alunos requerem estratégias de aprendizagem mais colaborativas ou criativas, adaptadas às suas necessidades específicas.

No caso do presente estudo, o trabalho contou com a colaboração de alunos que auxiliaram diretamente às crianças, possibilitando um atendimento mais atencioso e personalizado. Além disso, as professoras, devidamente capacitadas e cientes das individualidades dos estudantes, foram capazes de orientar de forma mais eficaz as atividades em grupo, potencializando o aprendizado coletivo e individual.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados a partir da aplicação do sistema demonstram potencial para contribuir positivamente no desenvolvimento de habilidades específicas em crianças com AH e diagnóstico de TEA. Com base em observações realizadas durante as aulas ministradas, foi possível identificar avanços em competências como coordenação motora fina, memória de curto prazo, atenção concentrada e raciocínio lógico, competências frequentemente associadas aos objetivos pedagógicos da robótica educacional.

As crianças demonstraram alto interesse e engajamento nas atividades propostas, mantendo-se entusiasmadas durante todo o processo, mesmo diante de desafios técnicos ou cognitivos, evidenciando o caráter atrativo da proposta. A natureza lúdica do projeto, associada à oportunidade de atuar ativamente na construção do sistema, favoreceu a internalização dos conteúdos abordados, promovendo uma aprendizagem mais efetiva.

A interação com o material, aliada à participação ativa na construção da ferramenta, permite a concepção de que houve um favorecimento quanto a apropriação de conteúdos trabalhados. O forte envolvimento dos participantes sugere indícios de uma aprendizagem significativa, especialmente pelo fato de os conceitos terem sido aplicados de forma prática.

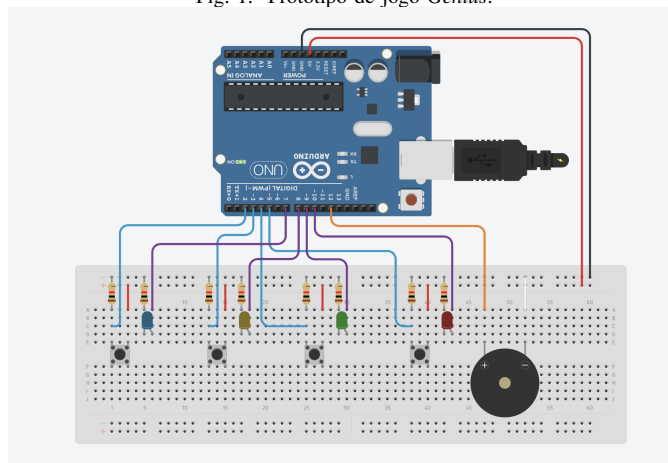
A. Protótipo do Jogo

O protótipo do jogo *Genius* consistiu em um circuito funcional montado sobre uma *proto-board*, utilizando a placa

Arduino Uno como unidade de controle (Ver Figura 1). A construção do sistema foi realizada pelas próprias crianças que, guiadas pelos discentes de graduação (ver Figura 2), seguiram um diagrama esquemático simplificado que guiava a montagem passo a passo. A interface do jogo era composta por quatro botões de pressão dispostos lado a lado, cada um associado a um *led* de cor distinta (vermelho, verde, azul e amarelo).

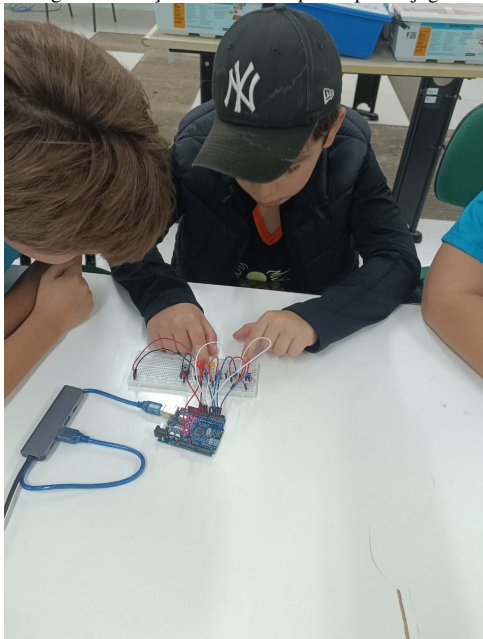
Todo o processo de montagem foi pensado como uma atividade de aprendizado prático, permitindo que as crianças manuseassem os componentes e compreendessem a função de cada um no circuito, solidificando os conceitos teóricos de forma tangível. Essa compreensão integrada favoreceu o desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de resolução de problemas, ao mesmo tempo em que estimulou a autonomia e a confiança dos estudantes em suas próprias habilidades.

Fig. 1. Protótipo de jogo *Genius*.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Fig. 2. Crianças montando o protótipo do jogo.



Fonte: Autoria própria, 2025.

B. Atuação na sala de aula

Ao longo dos encontros realizados com as turmas, foi possível trabalhar conceitos de eletrônica básica, com a explicação da funcionalidade de componentes como *leds*, resistores, *jumpers* e demais elementos do circuito. Com o objetivo de incorporar ludicidade ao processo de aprendizagem, em vários momentos as crianças participantes foram envolvidas em atividades em grupo, competições amigáveis utilizando as ferramentas desenvolvidas por elas mesmas e questionários interativos focados na fixação e compreensão do conteúdo.

Além dos aspectos relacionados à montagem física do protótipo (ver Figura 3), os participantes também foram apresentados à conceitos básicos de programação em linguagem C/C++, por meio de atividades focadas em lógica de código no ambiente de desenvolvimento Arduino IDE. Durante essas atividades, os discentes de graduação atuaram no acompanhamento e apoio às crianças, como ilustrado na Figura 4, que mostra um desses alunos atuando como professor e conduzindo uma das aulas práticas com os alunos.

Outra ferramenta amplamente utilizada durante as intervenções pedagógicas foi o *Tinkercad*, uma plataforma virtual que possibilita a simulação de circuitos eletrônicos completos. Com ela, as crianças puderam compreender a estrutura da placa Arduino, identificar portas de energia, controlar *leds* e *buzzers*, além de adquirir conhecimentos

iniciais sobre tipos de variáveis e estrutura de programação. Em suma, a combinação entre práticas manuais, teóricos e estratégias lúdicas de ensino possibilitou uma abordagem envolvente, favorecendo a assimilação dos conteúdos de eletrônica e programação de maneira significativa para as crianças.

Fig. 3. Crianças sendo orientadas por discentes de graduação.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Fig. 4. Discente de graduação ministrando aula às crianças.



Fonte: Autoria própria, 2025.

C. Resultados educacionais e sociais do projeto

Apesar de não terem sido realizadas avaliações formais, percebeu-se que as aulas realizadas entre os discentes de graduação e as crianças foi mutuamente benéfica. O nível de

engajamento e a interação entre os participantes foi percebida, manifestados através do trabalho em equipe e da troca de conhecimento entre os alunos. Os relatos das docentes do ensino fundamental, assim como a observação, sugerem um impacto positivo em aspectos cognitivos e psicomotores. Outro aspecto relevante foi o envolvimento afetivo observado entre os participantes e o projeto. Muitos demonstraram orgulho em apresentar o funcionamento da ferramenta a colegas e professores, o que reforça o sentimento de pertencimento e valorização da própria capacidade criativa. De acordo com Ausubel [12], para que a aprendizagem seja significativa, é necessário que o material esteja relacionado de forma não arbitrária e substantiva com a estrutura cognitiva do aprendiz, implicando motivação interna e envolvimento emocional. Portanto, esses elementos emocionais e sociais também podem ser considerados indicadores importantes de uma aprendizagem significativa.

Para os discentes de graduação, o projeto representou uma oportunidade concreta de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso em um contexto prático real, favorecendo o desenvolvimento de competências comunicativas, didáticas e sociais.

A verticalização do estudo, conectando a formação superior com a educação básica, possibilitou um atendimento mais especializado às crianças participantes do projeto voltado ao público com AH. Embora já inseridos em um contexto de ensino estruturado, participando ativamente de atividades pedagógicas significativas para o seu desenvolvimento, as crianças ainda não haviam tido acesso a um acompanhamento especializado no campo da tecnologia. O impacto para o município também se mostrou relevante, visto que o projeto se insere em um contexto com poucas iniciativas de atendimento específico para AH, além de usar a extensão universitária para prestar este serviço aos estudantes, ressarcindo a sociedade dos recursos aplicados na instituição.

D. Replicabilidade

A replicabilidade do projeto foi concebida para acomodar contextos educacionais com diferentes níveis de infraestrutura tecnológica, privilegiando a clareza procedimental e o uso de ferramentas e componentes amplamente acessíveis, de modo a sustentar a reprodutibilidade do protótipo e das atividades pedagógicas associadas.

1) *Recursos de Software*: Os softwares adotados são gratuitos e de livre acesso, o que favorece a adoção em ambientes escolares diversos e viabiliza tanto a prototipação virtual quanto a programação do microcontrolador.

2) *Recursos de Hardware*: A lista de componentes a seguir contempla os elementos necessários para a montagem do circuito, preservando a lógica do jogo *Genius* e a integração

TABELA I
SOFTWARE NECESSÁRIO PARA REPLICAÇÃO

Software	Função
Arduino IDE	Ambiente de programação do microcontrolador
Tinkercad	Simulação virtual de circuitos eletrônicos
Navegador Web	Acesso ao Tinkercad e ao repositório do projeto

entre entradas (botões), saídas visuais (LEDs) e saída sonora (buzzer).

TABELA II
HARDWARE NECESSÁRIO (COMPONENTES E QUANTIDADES)

Componente	Qtd.
Arduino Uno R3	1
Protoboard	1
LEDs coloridos (vermelho, verde, azul, amarelo)	4
Botões push-button	4
Resistores 1KΩ	8
Jumpers	20
Cabo USB A-B	1

3) *Procedimento técnico de replicação*: O repositório público do projeto⁴ disponibiliza o código-fonte completo e o esquemático elétrico do circuito, materiais suficientes para replicar o protótipo em duas modalidades: virtualmente através do Tinkercad ou fisicamente utilizando a plataforma Arduino. No ambiente virtual do Tinkercad, o esquemático permite reconstruir todo o circuito, conectando os LEDs, botões e resistores conforme indicado no diagrama. Em seguida, basta copiar o código disponibilizado no repositório para o editor de código do Tinkercad e executar a simulação, possibilitando testar a lógica do jogo, verificar as sequências de cores e ajustar temporizações sem necessidade de componentes físicos. Essa modalidade é especialmente útil para validar o funcionamento antes de partir para a montagem real ou mesmo para contextos onde não há disponibilidade imediata de componentes eletrônicos. Para a replicação física, o processo segue o mesmo esquemático, realizando a montagem na protoboard com atenção às conexões entre os pinos do Arduino e os demais componentes. Após a montagem, utiliza-se o Arduino IDE para abrir o código do repositório, compilá-lo e fazer o upload para a placa Arduino. Ambas as abordagens mantêm a mesma funcionalidade e comportamento do sistema, garantindo que educadores possam escolher a modalidade mais adequada às

⁴Disponível em: <https://github.com/nathandg/ifpr-genius-arduino>

suas condições de infraestrutura e aos objetivos pedagógicos pretendidos.

E. Discussão

Durante o desenvolvimento do projeto, observou-se que, apesar do alto potencial cognitivo dos participantes, algumas dificuldades emergiram no decorrer das atividades. As principais delas esteve relacionada à hiperatividade e à diferença nos níveis de resposta entre as crianças. Embora todas apresentassem altas habilidades, suas formas de concentração, ritmo de execução das tarefas e tempo de assimilação variaram significativamente. Essa heterogeneidade exigiu constante adaptação das estratégias pedagógicas, tanto na condução das dinâmicas quanto na distribuição das atividades, de modo a equilibrar o envolvimento do grupo sem comprometer o aprendizado individual. Esse desafio reforçou a necessidade de abordagens flexíveis, sensíveis às particularidades cognitivas e emocionais de cada aluno.

Um dos principais critérios de sucesso identificados foi o engajamento das crianças. A curiosidade natural, o caráter lúdico das atividades e a possibilidade de participar ativamente da construção dos circuitos favoreceram um alto nível de motivação. As crianças demonstraram entusiasmo, autonomia e interesse contínuo em aprimorar suas criações, refletindo o potencial da robótica educacional como ferramenta de aprendizagem significativa e prazerosa.

O engajamento das professoras mediadoras da SRM AH/SD também foi determinante para o êxito do projeto. Sua presença constante e o apoio direto às atividades garantiram um ambiente acolhedor e estruturado para as crianças. Além disso, o envolvimento dessas profissionais possibilitou a integração entre o conteúdo técnico e as práticas pedagógicas cotidianas da rede municipal, fortalecendo a continuidade do aprendizado fora do ambiente do projeto.

A participação dos docentes da graduação foi igualmente relevante. A orientação próxima, a troca de conhecimento e a mediação das atividades práticas permitiram a construção de um processo formativo bidirecional: ao mesmo tempo em que os docentes contribuíram com seu conhecimento técnico e didático, puderam também compreender melhor as demandas e desafios da educação inclusiva, ampliando sua visão sobre o papel social da tecnologia.

Os discentes da graduação demonstraram grande envolvimento em todas as etapas do projeto, desde a concepção e implementação do sistema até a condução das aulas. Essa participação ativa consolidou competências técnicas, comunicativas e pedagógicas, além de promover um senso de responsabilidade social e empatia no contato com as crianças.

Por fim, o engajamento das famílias teve papel essencial no sucesso das intervenções. O apoio e o incentivo

dos responsáveis reforçaram a continuidade do interesse das crianças fora do espaço escolar, criando um ciclo positivo de motivação e reconhecimento.

V. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este projeto demonstrou resultados positivos, evidenciando o sucesso da iniciativa junto a estudantes com AH e TEA da rede municipal. Os relatos entusiasmados das crianças, somados ao alto nível de engajamento familiar, refletido na assiduidade exemplar e nos depoimentos dos pais e responsáveis, são indicadores claros da relevância e aceitação do trabalho.

A PML tem papel fundamental no êxito deste projeto, permeando todas as salas de aula da rede municipal por meio de um processo contínuo e rigoroso de avaliação e análise das crianças com altas habilidades. Esse acompanhamento permanente possibilita o encaminhamento adequado dos estudantes para salas de recursos especiais, onde participam de atividades especializadas, cuidadosamente planejadas para atender às suas necessidades específicas e potencializar seu desenvolvimento. As professoras da rede municipal, que atuam diretamente com essas crianças, reconheceram a efetividade do projeto, destacando-o como uma iniciativa significativa para o aprimoramento da aprendizagem e da inclusão escolar.

Os objetivos de fomentar o trabalho colaborativo e a interação social, promover o desenvolvimento do raciocínio lógico, estimular a memória e aprimorar os níveis de atenção, competências de especial relevância para o público com AH e TEA, podem ser considerados alcançados com base nas observações e relatos coletados durante as oficinas.

Ainda não foi realizada uma avaliação formal destes parâmetros com instrumentos padronizados, mas este é um dos trabalhos futuros pretendidos. Paralelamente, os estudantes universitários que atuaram como mediadores tiveram uma valiosa oportunidade de aplicar seus conhecimentos acadêmicos em um contexto prático, descobrindo que a área da informática transcende o aspecto técnico, podendo ter um profundo impacto social ao desenvolver soluções adaptadas para públicos neurodivergentes.

Com base nos êxitos alcançados, os próximos passos visam consolidar e expandir o impacto do projeto. Primeiramente, pretende-se aplicar uma avaliação formal e sistemática para mensurar de forma mais precisa o impacto da iniciativa no processo de alfabetização científica e no desenvolvimento de competências específicas nas crianças. Esta avaliação permitirá aprimorar as metodologias e direcionar futuras intervenções. Além disso, para garantir a sustentabilidade e a replicabilidade das práticas desenvolvidas, a criação de um repositório detalhado dos projetos executados é uma das prioridades. Este material será disponibilizado em formato de livro ou website, servindo como um guia para que outras localidades e contextos

possam implementar iniciativas semelhantes, democratizando o acesso ao conhecimento e à experiência adquirida.

REFERÊNCIAS

- [1] E. Tosunoğlu and H. Y. Durak, "Design, development, and implementation of a simulation application for gifted students in robotics teaching," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 30, pp. 1813–1832, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002/cae.22558>
- [2] A. E. A. Ayoub, A. M. Abdulla Alabbasi, A. M. Alsubaie, M. A. Runco, and S. Acar, "Enhanced open-mindedness and problem finding among gifted female students involved in future robotics design," *Roeper Review*, vol. 44, no. 2, pp. 85–93, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/02783193.2022.2043500>
- [3] Conselho Nacional de Educação (Brasil), "Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018," http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17317-resolucao-cne-ces-no-7-18-12-2018-pdf&category_slug=resolucoes-ces-pdf&Itemid=30192, 2018, estabelece diretrizes para a extensão na educação superior brasileira. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 dez. 2018. Acesso em: 22 jul. 2025.
- [4] L. M. Curi, R. C. Gomes, and A. L. A. Borges, "Verticalização na educação: o que é, como surgiu, para que serve?" in *Ensino e Educação: contextos e vivências*, J. d. L. Medeiros, Ed. Campina Grande: Licuri, 2023, vol. 2, pp. 98–115.
- [5] D. Vilarinho-Rezende, D. De Souza Fleith, and E. M. Lima Soriano Alencar, "Desafios no diagnóstico de dupla excepcionalidade: um estudo de caso," *Revista de Psicologia*, vol. 34, no. 1, pp. 61–84, 2016, [Online; accessed 21-July-2025]. [Online]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-92472016000100004&lng=es&nrm=iso
- [6] D. d. S. Fleith, Ed., *A construção de práticas educacionais para alunos com altas habilidades/superdotação: volume 1: orientação a professores*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2007.
- [7] S. C. d. Santos, M. V. d. Almeida, and L. R. d. Oliveira, "Atendimento educacional especializado para alunos com altas habilidades/superdotação: práticas inclusivas no contexto escolar," in *Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão da UTFPR (SEI 2019)*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa: UTFPR, 2019, disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2019/paper/viewFile/4104/997>. Acesso em: 6 out. 2025.
- [8] J. F. d. Sousa, "O autismo sob o aspecto neuropsicológico – um estudo de caso com uma criança em Brasília – df," *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, vol. 8, no. 18, p. e081945, 2025. [Online]. Available: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/1945>
- [9] L. F. França, E. C. d. S. Carvalho, L. E. Rodrigues, Z. A. C. Dos Santos, and P. Ribeiro, "O impacto da robótica educacional na educação de alunos com autismo," *Lumen et Virtus*, vol. 16, no. 46, pp. 2132–2146, 2025. [Online]. Available: <https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/3764>
- [10] G. R. B. d. S. Rebouças, I. V. D. S. Neves, E. M. Lima, T. R. Kempner, E. P. d. S. Nunes, and L. C. L. d. F. Borges, "O potencial da robótica no tratamento terapêutico de crianças com transtorno do espectro autista," in *Anais do 4º Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)*. João Pessoa/PB: Sociedade Brasileira de Computação, 2023, pp. 173–183. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5753/wics.2023.230763>
- [11] R. Maisonnète, "A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa," in *Proinfo – Programa Nacional de Informática na Educação – Paraná*, 2002, disponível em: <http://www.proinfo.gov.br>. Acesso em: 29 out. 2019.
- [12] D. P. Ausubel, *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. São Paulo: Moraes, 2003.