

Integração da robótica educacional no ensino de Matemática: perspectivas para promover inclusão no sul da Bahia

Jonas Evangelista Silva

Secretaria de Educação do Estado da Bahia

Itabuna, BA — Brasil

✉ jonaspesquisas123@gmail.com

id [0000-0002-6154-4955](https://orcid.org/0000-0002-6154-4955)

Flaviana dos Santos Silva

Universidade Estadual de Santa Cruz

Ilhéus, BA — Brasil

✉ fssilva@uesc.br

id [0000-0003-3579-4106](https://orcid.org/0000-0003-3579-4106)

Antonio Santana Fonseca

Secretaria de Educação do Estado da Bahia

Itabuna, BA — Brasil

✉ tonyseg2006@gmail.com

id [0009-0004-1485-6077](https://orcid.org/0009-0004-1485-6077)



2238-0345 

10.37001/ripec.v14i5.3756 

Recebido • 26/01/2024

Aprovado • 15/05/2024

Publicado • 20/12/2024

Editor • Gilberto Januario 

Resumo: Neste artigo, é apresentado um recorte das pesquisas vinculadas ao Grupo de Pesquisa em Tecnologias Digitais Potencializadoras do Ensino e da Pesquisa em Matemática (GPTDEM). Especificamente este trabalho classifica-se como uma pesquisa qualitativa exploratória em que foram evidenciadas as ações na construção de protótipos do Capacete Auxiliar Visual (CAV); da Lubótica – Luva Sensorial; e do jogo “Dê um up na inclusão”, com estudantes de uma escola pública da Bahia. Essas ações possibilitaram formar nos estudantes uma consciência inclusiva, bem como trazer o dinamismo para a sala de aula, por meio de jogos e programação. Os resultados demonstraram que a robótica educacional inserida no ambiente educacional a partir das projeções postas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) atrelada à Matemática contribui para o aprendizado da Pessoa com Deficiência (PcD), e a formação de estudantes com consciência da inclusão.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Ensino e Aprendizagem de Matemática. Programação. Jogos Inclusivos. Educação Inclusiva.

Integration of Educational Robotics in Mathematics Teaching: Perspectives for Promoting Inclusion in Southern Bahia

Abstract: This article presents a snapshot of the research linked to the Research Group on Digital Technologies Enhancing Teaching and Research in Mathematics (GPTDEM). Specifically, this work is classified as an exploratory qualitative research where actions in the development of prototypes such as the Visual Auxiliary Helmet (CAV), the Lubótica – Sensory Glove, and the game “Boost Inclusion” with students from a public school in Bahia were highlighted. These actions helped develop an inclusive awareness among students and brought dynamism to the classroom through games and programming. The results showed that educational robotics, integrated into the educational environment according to the guidelines set by the National Common Core Curriculum (BNCC) associated with Mathematics, contributes to the learning of people with disabilities (PwD) and the formation of students with awareness of inclusion.

Keywords: Educational Robotics. Mathematics Teaching and Learning. Programming. Inclusive Games. Inclusive Education.

Integración de la Robótica Educativa en la Enseñanza de Matemáticas: Perspectivas para Promover la Inclusión en el Sur de Bahía

Resumen: En este artículo se presenta un recorte de las investigaciones vinculadas al Grupo de Investigación en Tecnologías Digitales Potencializadoras de la Enseñanza y la Investigación en Matemáticas (GPTDEM). Específicamente, este trabajo se clasifica como una investigación cualitativa exploratoria en la que se evidencian las acciones en la construcción de prototipos como el Casco Auxiliar Visual (CAV), la Lubótica – Guante Sensorial, y el juego “Impulsa la Inclusión” con estudiantes de una escuela pública de Bahía. Estas acciones permitieron desarrollar en los estudiantes una conciencia inclusiva, así como dinamizar la clase mediante juegos y programación. Los resultados demostraron que la robótica educativa, integrada en el ambiente educativo según las proyecciones establecidas en la Base Nacional Común Curricular (BNCC) asociada con las Matemáticas, contribuye al aprendizaje de las Personas con Discapacidad (PcD) y a la formación de estudiantes con conciencia de inclusión.

Palabras clave: Robótica Educativa. Enseñanza y Aprendizaje de Matemáticas. Programación. Juegos Inclusivos. Educación Inclusiva.

1 Introdução

Na última década, mudanças no currículo com o advento das tecnologias levaram em conta a abordagem pedagógica em diversos contextos, considerando elementos sociais, culturais e políticos. Os projetos curriculares para a Educação Básica estão sendo pensados nos seguintes aspectos: O que ensinar? Quando ensinar? Como ensinar? e Quando avaliar? (Coll, Schilling & Deheinzeln, 2003), contribuindo para a melhoria no ensino e na aprendizagem e, com o avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), as práticas pedagógicas foram ressignificadas e essas questões passaram a ser discutidas por pesquisadores, como salientado por Bacich e Moran (2018); Valente, Almeida e Geraldini (2017); Moreira (2018); Nóvoa (2022); Moran (2018); Papert (1980); e Wing (2006).

Para Ponte (2004, p. 10), “o ensino da Matemática caracterizou-se pela memorização e mecanização, também conhecido como ‘ensino tradicional’, todavia, os resultados desta metodologia de ensino não foram significativos” (grifos próprios). Na atualidade, busca-se um modelo de ensino e inovação curricular com práticas pedagógicas interdisciplinares e inclusivas.

Nesse contexto, Gadotti (2000, p. 7) cita que as mudanças “é um espaço potencializado pelas novas tecnologias, inovando constantemente nas metodologias”. Para o autor, inovar relaciona-se com novidade, embora o senso comum estabeleça que o conceito de inovação remete ao que é inédito, “como se, num *insight*, conseguíssemos criar algo inteiramente novo, que não encarna em si nada do velho, ou então, a contribuição de algum aspecto da tradição” (Gadotti, 2000, p. 7).

Ao propor inovação, parece não haver a obrigatoriedade da criação, do ineditismo, ou seja, inovar propõe a criatividade, sair do lugar comum e introduzir novas ações naquilo que já não é novidade. Assim, a BNCC norteia a elaboração de currículos e novas práticas pedagógicas com as Metodologias Ativas (MAs), que compõem o novo cenário educacional, de modo que o estudante seja o protagonista do processo e o professor um mediador/tutor do conhecimento.

A BNCC indica dez competências que os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica, bem como direciona a aprendizagem mediada pelas TDICs. Destaca-se que a base curricular não é um currículo, mas um documento orientador para estados e municípios, ao dar novos direcionamentos e contribuições, e ao pensar em uma educação que

considere aspectos sociais e regionais.

Com o propósito de uniformizar a base educacional no país, a BNCC introduziu a necessidade de novas práticas metodológicas em sala de aula. Esse impacto manifesta-se diretamente na Formação Inicial e Continuada (FIC) dos professores, conforme mencionado por Silva (2023). Esses profissionais passam a conceber e orientar suas práticas para além dos limites de uma disciplina específica, como salientado na BNCC. A normativa destaca a importância do “compromisso com os estudantes com deficiência, reconhecendo a necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e de diferenciação curricular, conforme estabelecido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei 13.146/2015)” (Brasil, 2017, p. 16), e a prática de um olhar mais abrangente por parte dos professores.

A implementação das diretrizes inclusivas da BNCC não pode prescindir das TDICs como instrumentos para transformar a prática pedagógica. A interseção entre a formação docente, a BNCC e as TDICs representa um caminho promissor para construir um ambiente educacional inclusivo, onde cada aluno tenha a oportunidade de alcançar seu pleno potencial.

A BNCC também contempla a cultura digital e reforça essa necessidade na competência geral 5 de

compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2017, p. 9).

A promoção da cultura digital permite não só a aprendizagem dos conceitos de Matemática articulada à construção do conhecimento de formas dinâmica, autônoma e prática, como ajuda a criar alternativas para favorecer a inclusão digital e gerar a consciência a respeito no processo educacional. Nessa perspectiva e visando promover a inclusão digital e a consciência da inclusão de PcDs apresenta-se, neste artigo, um recorte das pesquisas vinculadas ao Grupo de Pesquisa em Tecnologias Digitais Potencializadoras do Ensino e da Pesquisa em Matemática (GPTDEM) da Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc).

Evidencia-se, assim, que a robótica educacional “surge como uma maneira de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico, permitindo aos estudantes estarem em contato direto com novas tecnologias com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano” (Vargas *et al.*, 2012, p. 4).

2 Pensamento Computacional e Construcionismo

Apesar do nome, o Pensamento Computacional (PC) não é um produto da sociedade da informação, nem da ciência da computação, embora sejam os principais responsáveis por sua crescente importância. O PC surgiu, segundo Denning e Tedre (2019), antes dos próprios computadores.

Papert (1980), quando define o construcionismo, menciona as habilidades a desenvolver a partir desse paradigma educacional, que é o PC; no entanto, o faz sem muitos desdobramentos. Anos mais tarde, Jeannette Wing iniciou a discussão sobre o que seria o PC, ou pensar como um cientista da computação, e quais habilidades esse pensamento encampa (Wing, 2006).

A discussão sobre a natureza do PC, a partir da criação de um conceito e uma sistematização que englobasse o seu corpo de habilidades, foi formalmente iniciada em 2006.

Nesse ano, Jeannette Wing advogou que o PC seria cada vez mais necessário em uma sociedade de incremental uso dos computadores. Principalmente no momento em que a educação se popularizou para todos os públicos, inclusive estudantes que apresentavam algum tipo de deficiência, interagindo nas escolas e se comunicando com os demais estudantes que não possuem deficiência.

Wing (2006) descreve o PC como uma ferramenta de aplicação geral, baseada em processos naturais e artificiais. Ilustra a associação do PC com a resolução de problemas, o *design*, e a própria condição humana e exemplifica esse pensamento como compartimentalizar, abstrair, representar adequadamente, reanalisar, depurar, selecionar, armazenar, etc.

Pensando em sua inserção no ensino de Matemática e em munir os professores de referências para intervenções e avaliações pedagógicas, Weintrop e colaboradores (2016) classificaram o PC em quatro categorias: práticas relacionadas a dados; modelagem e simulação; práticas computacionais de resolução de problemas; e práticas de pensamento sistêmico, que se desdobram em 22 outras habilidades, oferecendo uma das mais vastas taxonomias do PC. Essa abordagem não só enriquece o seu aprendizado, como propicia uma conexão prática com conceitos matemáticos, promovendo o raciocínio lógico e a resolução contextualizada de problemas.

De acordo com a pesquisa de Mohaghegh e McCauley (2016, p. 1.526), o PC faz parte das dez competências dos futuros profissionais em um mundo globalizado no século XXI:

1. *Sense-making* (fazer sentido), 2. *Social intelligence* (inteligência social), 3. *Novel and adaptive thinking* (pensamento inovador e adaptativo), 4. *Cross-cultural competency* (competência intercultural), 5. *Computational thinking* (pensamento computacional), 6. *New-media literacy* (alfabetização em novas mídias), 7. *Transdisciplinarity* (transdisciplinaridade), 8. *Design mindset* (representar e desenvolver tarefas), 9. *Cognitive load management* (gerenciamento cognitivo), 10. *Virtual collaboration* (colaboração em ambientes virtuais).

O construcionismo orienta os trabalhos de docência baseados em tecnologia (portanto, intrinsecamente associado ao PC) e foi gestado por Seymour Papert e seus pares, no Massachusetts Institute of Technology, para medir o aprendizado por meio das novíssimas tecnologias da informação. Práticas de ensino em que se utiliza a programação para desenvolver o PC estão no cerne desse paradigma, uma vez que trazem meios de formalizar conceitos lógicos, matemáticos e abstratos, e permitem que aprendizes criem ferramentas.

2.1 Robótica Educacional como Ferramenta para Desenvolver o Pensamento Computacional

A introdução da robótica educacional, embasada em MAs integradas ao currículo escolar, exerce um papel central na aquisição de conhecimentos multidisciplinares pelos estudantes (H. Santos, 2023). Ao incorporar as práticas robóticas nas salas de aula, os estudantes podem explorar diversas áreas do conhecimento, transcendendo os limites de um modelo curricular padronizado e disciplinar. Essa abordagem dinâmica enriquece a experiência educacional e desafia a tradicional separação entre disciplinas, criando um ambiente interdisciplinar que reflete a complexidade do mundo real.

A robótica educacional vai além da simples transmissão de informações aos estudantes, pois oferece uma abordagem prática e interativa, permitindo que se desenvolvam habilidades aplicáveis em diferentes situações cotidianas. A interdisciplinaridade assim promovida amplia o escopo de aprendizado e prepara os estudantes para enfrentarem desafios complexos,

incentivando uma visão holística e integrada do saber (Fazenda, 2015).

Portanto, a inserção da robótica educacional no contexto de MAs diversifica a experiência educacional e alinha o processo de aprendizagem com as demandas contemporâneas. Ao quebrar as barreiras entre disciplinas, a robótica contribui para a formação de estudantes mais adaptáveis, criativos e capazes de aplicar seus conhecimentos de maneira prática em contextos variados (H. Santos, 2023). Entendida como um campo da computação distinto, utiliza-se a programação e engenharia para criar máquinas, ferramentas e objetos autônomos capazes de, com mínima intervenção humana, executar tarefas dentro das capacidades de seu *hardware*.

A robótica educacional, ou pedagógica, deriva da robótica tradicional, que permite substituir a mão de obra humana em trabalhos repetitivos ou insalubres e, como afirma Santos (2023), na vertente educacional, promove o aprendizado multidisciplinar e a interação entre os aprendizes, estimulando a criatividade e inteligência.

A robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial num contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montar ou outros materiais, propicia o manuseio de conceitos de ciências em geral num ambiente de sala de aula, nos diferentes níveis de ensino (D'Abreu, 1999, p.1).

A robótica educacional “surge como uma maneira de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico, permitindo aos estudantes estarem em contato direto com novas tecnologias com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano” (Mahmud, 2017, p. 28). Tem cunho construcionista, ou seja, o estudante pode analisar, questionar, construir e testar suas ideias, de modo a se apropriar do conhecimento visando à resolução de uma situação-problema.

A ludicidade, associada à produção de robôs, estimula a criatividade e gera motivação. De acordo com Vargas *et al.* (2012, p. 6):

A utilização da robótica educacional como ferramenta do processo ensino aprendizagem, torna o ambiente acadêmico mais atraente e enfatiza um apelo lúdico ao mesmo, propiciando a experimentação e estimulando a criatividade. Ela surge como uma maneira de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico, permitindo aos estudantes estarem em contato direto com novas tecnologias e com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano.

A robótica educacional tem a capacidade de tornar lúdica a ação de programar (Santos, 2023), e possibilitar a exploração de conhecimentos e o enfoque da sua prática pedagógica docente em ações nas quais os conhecimentos aprendidos podem ser usados como ferramentas de uma construção.

Relevante, no uso da robótica educacional, é o fator motivação:

A motivação é reconhecida por muitos autores como uma das grandes potencialidades pedagógicas da Robótica Educacional [...]. De facto (sic), a Robótica Educacional demonstra um grande poder para motivar e envolver os alunos nas atividades (sic), estimulando a sua curiosidade natural. Em alguns estudos este entusiasmo levou a que os investigadores notassem que havia alunos que queriam trabalhar durante os intervalos, bem como alunos normalmente desatentos que revelavam uma inusitada aplicação nas novas tarefas. Não é de estranhar então que a Robótica Educacional seja encarada como uma forma de motivar os alunos para áreas mais “difíceis”, como a

Ciência e a Matemática, onde é reconhecida a necessidade de atrair alunos (Ribeiro; Coutinho & Costa, 2011, p. 441, grifos originais).

Assim, quando se combina a autonomia de ação provida pela orientação construcionista, com os elementos motivadores, a ludicidade, e capacidade de criação da robótica educacional, e o PC associado, pode-se caminhar pedagogicamente mais adentro da complexidade matemática (F. Silva, 2019). Contrasta-se, portanto, com a pura e simples resolução de problemas descontextualizados.

Essas mudanças no sistema educacional, como cobranças por práticas interdisciplinares; o professor como mediador do processo de construção do conhecimento do estudante, etc., assim como os “estudos com abordagens participativas e significativas vêm ganhando força e o período pós-pandemia muito vem revelando sobre essa questão, apresentando discussões e pesquisas científicas” (J. Silva & F. Silva, 2023, p. 86), condicionam o professor a repensar as suas práticas de ensino, muitas delas integradas com as TDICs que surgiram para auxiliar esses profissionais em sala de aula (Valente, 2016).

A relação dos docentes com os saberes deixa de ser restrita à transmissão de conhecimentos. A prática docente integra diferentes saberes e mantém com eles diversas relações. Sobretudo, as múltiplas articulações entre a prática docente e os saberes fazem dos professores um grupo que, para existir, precisa dominar, integrar e mobilizar tais saberes para a sua prática (Tardif, 2002; 2014). E esses saberes devem estar em estreita ligação com os saberes construídos em seus estudantes, principalmente no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem de Matemática com práticas inclusivas.

A robótica educacional é frequentemente empregada como estratégia para cultivar habilidades de PC em estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio. Investigação empírica evidencia que atividades robóticas implementadas em contextos de educação formal desempenham um papel efetivo no aprimoramento de competências relacionadas a tecnologias computacionais, como sequenciamento, condicionais, *loops*, depuração, e pensamento algorítmico (Kerimbayev *et al.*, 2023).

O uso de *kits* de robótica, particularmente o *Lego Mindstorms*, tem predominado, nesses estudos (Ching & Hsu, 2023). Aprendizagem colaborativa, aprendizagem baseada em projetos, e aprendizagem incorporada são estratégias instrucionais adotadas em atividades robóticas (Foti, 2023). A pesquisa apresentada por Wang (2023), demonstrou que a aprendizagem baseada em projetos, apoiada por computador, pode melhorar o PC dos estudantes e o envolvimento na aprendizagem em robótica.

As aprendizagens e o ensino com o uso das TDICs aprimoram o pensamento algorítmico, a cooperação e as habilidades de resolução de problemas, por meio de treinamento em projetos de simulação (Bellas & Sousa, 2023). A robótica educacional também oferece um ambiente de aprendizagem sinérgico, que estimula a motivação, colaboração, autoeficácia e criatividade. No geral, oferece oportunidades valiosas para o desenvolvimento de competências de PC em estudantes de todas as idades, desde o Jardim de Infância até o Ensino Superior (Munn, 2023).

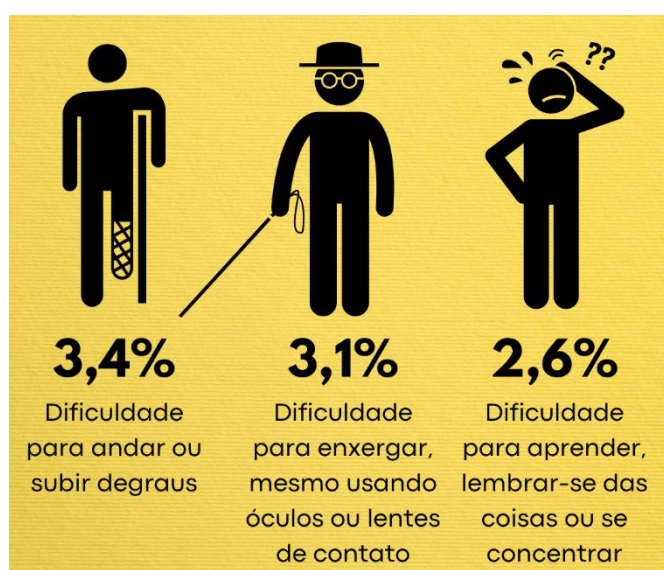
2.2 Inclusão e Desafios da Educação Matemática

O PC e a robótica educacional têm potencial para melhorar a educação matemática e promover a educação inclusiva. Aprendizagem com projetos que incorporam ambientes de programação baseados em blocos, como *Scratch* e *Tinkercad*, mostraram melhorias superiores no conhecimento do PC e nas habilidades do século XXI, em comparação com outras

metodologias educacionais (Oliveira *et al.*, 2022). A robótica educacional não está apenas associada a disciplinas, como Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), mas pode apoiar e se associar com a educação inclusiva, atendendo às diversas necessidades dos estudantes (Pou, Canaletta & Fonseca, 2022).

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) Contínua 2022¹, divulgados no módulo Pessoas com Deficiência, 18,6 milhões de pessoas, com 2 anos ou mais, apresentavam, no país, algum tipo de deficiência. As três principais dificuldades declaradas (Fig. 1) foram: andar, ou subir escadas; enxergar; e falta de concentração e memória.

Figura 1: Percentual das pessoas de 2 anos ou mais de idade com deficiência, segundo os tipos de dificuldades funcionais – (Brasil, 2022)



Fonte: Adaptado IBGE (2022).

Na análise das dificuldades apresentadas no Pnad 2022 das PcD, a maior porcentagem, 3,4%, refere-se a andar ou subir degraus. Em seguida, com 3,1%, a dificuldade em enxergar, mesmo com o uso de óculos, ou lentes de contato. Aspectos cognitivos também são mencionados, com 2,6% declarando ter dificuldades em aprender, lembrar-se das coisas, ou concentrar-se. Esses dados revelam que a educação inclusiva é um dos atuais desafios para a Educação no Brasil, em especial nas estruturas escolares que precisam ser acessíveis para todas as pessoas, incluindo estudantes que possuem necessidades específicas.

Essas descobertas destacam a importância da integração do PC e da robótica educacional, no ensino de Matemática, para melhorar as experiências de aprendizagem e promover a inclusão desse público, por entender que a TDIC proporciona um ensino universal, transcendendo a interdisciplinaridade. Isso interfere diretamente na FIC dos professores de Matemática, assim, as “grades curriculares (formação) desses cursos deverão ser revistas para incorporar essa nova habilidade” (Reis, Barichello & Mathias, 2021, p. 56).

Os professores de Matemática exercem papel fundamental na inclusão no ensino e na aprendizagem; no entanto, precisam de conhecimentos muito além da disciplina e das necessidades específicas de cada estudante. Assim, a FIC, com o compartilhamento de boas práticas e a colaboração dos centros de formações, a abordagem interdisciplinar nos espaços de

¹ Resultados gerais em: <https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2022/marco/pnad-continua-2022-tera-modulo-sobre-pessoas-com-deficiencia>.

atuação desses profissionais, e considerar seus saberes (Nóvoa, 2022 & Tardif, 2014), são fundamentais no enfrentamento desses desafios e fortalecimento da qualidade no ensino de Matemática.

A implementação de práticas pedagógicas para a PcD e a inclusão no ensino de Matemática requerem o rompimento dos métodos tradicionais, para que atendam às demandas desses estudantes. Por isso o emprego de recursos educacionais diferenciados, inclusive as TDICs, como estratégia pedagógica que torna os conteúdos matemáticos mais acessíveis e compreensíveis. No entanto, é “um trabalho muito complexo” (R. Santos, Vianna & A. Silva, 2024, p. 4) e requer mais do professor.

A promoção de um ambiente inclusivo, que contribua para a construção de uma comunidade escolar mais consciente, respeitosa e solidária, precisa considerar o professor, antes de tudo, já que é formado para o ensino e a aprendizagem de Matemática para qualquer público. No entanto, o advento das TDICs na formação continuada trouxe perspectivas inovadoras para os/as estudantes com deficiência.

3 Metodologia

Neste estudo, adotou-se a abordagem qualitativa exploratória, com a participação de sete estudantes. Três frequentam o 1º ano do Ensino Médio integral, enquanto os quatro restantes estão matriculados no 3º ano do Curso Técnico em Administração do *Campus Integrado de Educação Básica, Profissional e Tecnológica* (Ciebttec), com o qual o GPTDEM mantém parceria com o intuito de formar a consciência da inclusão.

Os estudantes passaram por processo formativo sobre as funcionalidades e o uso da plataforma *Legó Mindstorms EV3* e o Arduíno. Os encontros aconteceram no auditório, pela disponibilidade de acesso à internet (Fig. 2). Inicialmente, foi explicado que a construção dos protótipos e o jogo teriam o foco na educação inclusiva, pensando nos estudantes do Centro de Apoio Pedagógico Grapiúna (CAP) e colegas no Ciebttec. Além dos problemas levantados pelos estudantes, outros foram apresentados, como forma de aguçar a criatividade no pensamento de propostas que viabilizassem a aprendizagem matemática e a locomoção do estudante com deficiência. Os *smartphones*, *chromebooks* e *notebooks* foram utilizados para a construção dos protótipos e do jogo.

Para a coleta de dados, utilizou-se um questionário semiestruturado. Segundo Marconi e Lakatos (2009), é uma ferramenta de observação direta e intensiva, pelo modo como coleta dados do participante da pesquisa. Fiorentini e Lorenzato (2012) defendem a importância dessa ferramenta para a pesquisa qualitativa, quando utilizadas questões abertas, por proporcionarem análises mais profundas e categorizadas. As perguntas permitiram explorar com profundidade o resultado de práticas inclusivas.

De início, os estudantes propuseram um protótipo de forma aleatória, sem os comandos sobre a inclusão de PcD no ambiente escolar. Porém, logo perceberam que, sem a ajuda dos professores e pesquisadores do GPTDEM, encontrariam dificuldades. Foram, então, apresentados estratégias e caminhos para construir o protótipo, a partir da identificação de um problema. Feitas essas intervenções, os protótipos do CAV, da Lubótica e o jogo “Dê um *up* na inclusão” foram desenvolvidos, com autonomia, pelos estudantes.

Neste trabalho, as contribuições foram obtidas por meio do questionário, com as impressões sobre a utilização da robótica a favor da inclusão, bem como das pesquisas sobre o CAV; a Lubótica; e o jogo, para pessoa com Transtorno do Déficit de Atenção com

Hiperatividade (TDAH) e autismo. Nos resultados e nas discussões, é apresentado cada um deles.

Figura 2: Estudantes no auditório durante a construção dos protótipos



Fonte: Acervo da pesquisa (2024).

Os recortes das contribuições e o desenvolvimento dos protótipos permitiram entender se a Matemática, associada à robótica e ao PC, contribuiria para formar estudantes com consciência para a inclusão. Cada ação partiu de observações do grupo de pesquisa e necessidades manifestadas no ambiente educacional. Na etapa 1, foram apresentados os protótipos desenvolvidos no grupo de pesquisa. Na etapa 2, os participantes expuseram suas impressões/experiências sobre as ações, aprendizagens e contribuições para inclusão de PcD no ambiente escolar.

4 Análise da Prática e Aprendizagem na Construção do Jogo e dos Protótipos

A seguir, constam as discussões e reflexões com sete participantes, explorando cada um dos tópicos relevantes para este estudo e a conscientização para a educação inclusiva. No entanto, primeiro, serão abordados os protótipos desenvolvidos durante os estudos do grupo de pesquisa, destacando suas contribuições para a compreensão e interação dos estudantes com deficiência visual, autismo e TDAH.

4.1 Inovação Educacional e Inclusão através do CAV, da Lubótica e do Jogo "Dê um up na Inclusão"

Primeiramente, é apresentada a interface da Lubótica e do CAV, por entender que são protótipos cujo foco é a locomoção da PcD, como instrumentos para proporcionar a inclusão.

Os protótipos desafiaram os estudantes a resolverem problemas de cunhos digital e social, bem como matemáticos, com a criação do jogo no programa Game Maker, cuja interface é a resolução de questões matemáticas para avançar de fases. As abordagens, dentro da perspectiva das MAs de aprendizagem (Moran, 2018), incentivaram a pensar no dinamismo da robótica educativa para a inclusão, bem como nos benefícios das TDICs para o ensino e a aprendizagem da PcD em Matemática.

Os jogos foram caminhos para proporcionar o aprendizado. Como afirmam Abreu e Andrade (2023, p.14), a “utilização de jogos na sala de aula pode contribuir para um ambiente mais estimulante e motivador, promovendo o interesse e a compreensão dos conteúdos matemáticos”. Essa abordagem facilita a criação de um ambiente mais estimulante e motivador. A introdução de elementos lúdicos, no processo educacional, pode ter impacto positivo no engajamento dos estudantes, estimulando o interesse e a compreensão dos conteúdos matemáticos.

4.1.1 Interface dos projetos do CAV e da Lubótica

Os projetos do CAV e da Lubótica foram desenvolvidos durante os encontros do GPTDEM, da Uesc, com o uso das ferramentas tecnológicas *Tinkercad*, *Arduíno* e *Lego EV3*. O projeto do CAV surgiu da necessidade de incluir os estudantes como sujeitos partícipes do ambiente escolar. Nesse cenário, a integração das TDICs à educação inclusiva ofereceu muito mais do que a reprodução de informações, ao criar alternativas para a compreensão do processamento de informações para transformá-las em conhecimentos (Godoi & F. Silva, 2014, Rodrigues, Almeida & Valente, 2017; Valente, 2016;). O foco de ambos os projetos foi investigar a criação de protótipo dentro da perspectiva inclusiva com a robótica educacional para favorecer a aprendizagem e interação dos estudantes.

Assim, tornaram-se caminhos de propagar o caráter científico-tecnológico por meio da pesquisa-ação dentro do ambiente educacional, com ideias que partiram de necessidades constatadas no cotidiano escolar (Vilhete *et al.*, 2002), promovendo a aprendizagem dos estudantes por meio de habilidades e competências propostas na BNCC, no momento da Educação 4.0 e com a Geração Z. Silva (2023, p. 41) afirma que,

diante desse novo cenário de Educação 4.0, as TDICs imperam, quando o assunto se relaciona diretamente com o estudante; contudo, deve haver a sua integração no ensino e na aprendizagem, já que os estudantes da Geração Z fizeram com que os professores reconstruíssem as suas práticas pedagógicas, tanto na forma que ensinam como na de aprender.

Silva (2023) enfatiza a transformação do cenário educacional diante do advento da Educação 4.0, marcada pela prevalência das TDICs. Nesse contexto, os estudantes, principalmente da Geração Z, assumem papel central, impulsionando uma reconfiguração nas práticas pedagógicas dos professores (Nóvoa, 2022). A presença onipresente das TDICs, na vida dos alunos, exige integração efetiva dessas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

O CAV foi construído utilizando o *kit* de robótica educacional *Lego Mindstorms EV3*, composto por um bloco programável, uma placa de programação com sensores de movimentos, sensores de luz, toque, ultrassom e som (Fig. 3).

O projeto surgiu das observações dentro do ambiente escolar, com a proposta de ir além do desenvolvimento do capacete, com a criação de uma luva sensorial, a Lubótica, destinada a esse público específico. A iniciativa refletiu a visão de que a educação deve ser inclusiva, livre de preconceitos e disparidades, colocando os participantes no desenvolvimento como sujeito ativos e partícipes do processo.

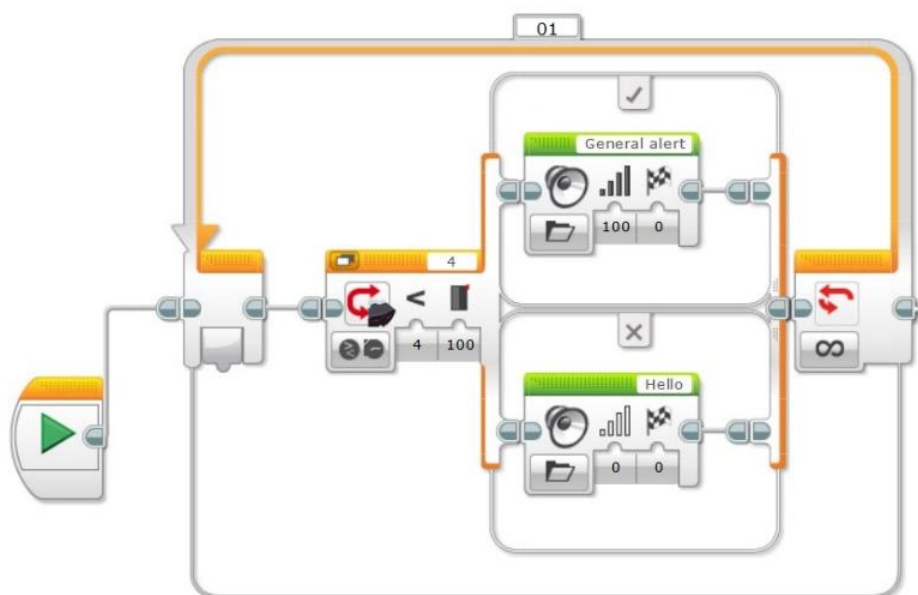
Figura 3: Protótipo de capacete auxiliar visual



Fonte: Acervo da pesquisa (2024).

Em seguida, o seu código (Fig. 4) foi desenvolvido na plataforma *Lego Mindstorms EV3*.

Figura 4: Protótipo de capacete auxiliar visual



Fonte: Acervo da pesquisa (2024).

Giraffa (2012, p. 22) define os estudantes como equipe “desbravadora por natureza”, pois “a atual geração de adolescentes incorporou as inovações tecnológicas muito mais rapidamente que a dos seus pais e professores”. A proposta de incorporar uma luva sensorial evidenciou o compromisso da equipe em abordar as necessidades específicas desse público-alvo. A inclusão de múltiplos dispositivos sugere uma abordagem abrangente, para proporcionar soluções inovadoras, que atendam às demandas e aos desafios enfrentados pela PcD.

A Lubótica foi desenvolvida por meio do Arduíno, cujo código é apresentado na Figura 5. Para utilizar o programa Lubótica – Luva Sensorial, o primeiro passo consistiu em localizar o executável do programa no computador; em seguida, clicar duas vezes sobre o ícone para abrir uma nova janela.

No protótipo Lubótica, destaca-se a relevância dos materiais e a minuciosa montagem do dispositivo. Os componentes indispensáveis para essa construção compreendem: placa Arduino; sensor ultrassônico HC-SR04; fone de ouvido *Buzzer*; luva plástica longa; rolo de fita crepe; e bateria 9V com adaptador para a placa Arduino.

Figura 5: Lubótica – luva sensorial



Fonte: Acervo da pesquisa (2024).

Na Tabela 1 é apresentado o código da Lubótica desenvolvido por se entender que trabalhar com o Arduino tornava os custos menores.

Tabela 1: Código da Lubótica – luva sensorial

Programação em C++

```
#define trigPin 7
#define echoPin 6
#define buzzerPin 11
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
}
void loop() {
  long duration, distance;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration / 58.2;

  if (distance < 30 && distance >= 20) {
    tone(buzzerPin, 1000);
    delay(500);
  }
}
```

```

noTone(buzzerPin);
delay(100);
} else if (distance < 19) {
tone(buzzerPin, 500);
delay(500);
noTone(buzzerPin);
delay(100);
}
}

```

Fonte: Acervo da pesquisa (2024).

A montagem do circuito requereu procedimentos precisos para assegurar o funcionamento eficaz do protótipo. Inicialmente, foram estabelecidas as conexões entre a placa Arduino e o sensor ultrassônico, distribuindo as responsabilidades de alimentação e comunicação. O pino 5V da placa foi conectado ao pino VCC do sensor, enquanto os pinos 7 e 6 da placa foram vinculados aos pinos Trig e Echo do sensor, respectivamente. Paralelamente, o pino GND da placa foi unido ao pino GND do sensor. Ainda na fase de interligações, o pino positivo do fone de ouvido Buzzer foi conectado ao pino 2 da placa, e o pino negativo (GND) foi associado a qualquer pino GND da placa.

Realizado esse processo, a atenção voltou-se para a disposição dos elementos na luva, considerando a ergonomia e garantindo que os fios não interferissem no funcionamento do sensor. A eficiência do protótipo está intrinsecamente ligada à correta implementação dessas etapas, resultando em um dispositivo capaz de emitir alertas sonoros ao detectar a proximidade de obstáculos. A complexidade dessa construção demanda abordagens técnica e metódica, considerando não apenas a funcionalidade dos componentes, mas também a usabilidade e a eficácia do dispositivo. Nesse contexto, a Luva Sensorial Lubótica representa significativa contribuição para a autonomia e inclusão de pessoas com deficiência visual, utilizando a tecnologia como aliada na superação de desafios cotidianos.

4.1.2 Jogo “Dê um up na Inclusão”

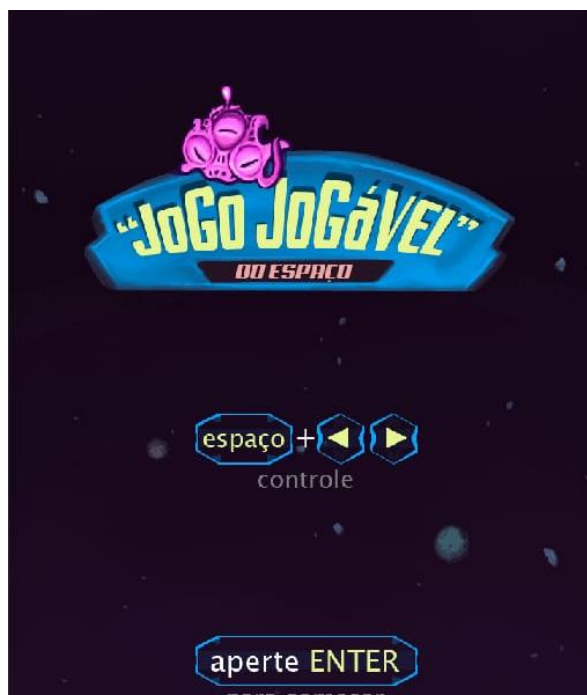
Desenvolvido no *Game Maker*, a tela inicial do jogo é apresentada na Figura 6.

A elaboração do jogo educativo proposto foi conduzida por meio do *software* Game Maker, uma ferramenta versátil e acessível para esse fim. O processo de construção envolveu etapas distintas, desde a concepção até o polimento final, resultando em um produto educacional interativo e dinâmico.

No estágio inicial, foram empregados *assets* gratuitos disponíveis na internet para constituir a estrutura básica do jogo. Elementos como a nave espacial, o cenário de fundo, a animação de tiro, e as caixas de perguntas foram incluídos nessa fase, estabelecendo os fundamentos visuais e conceituais do projeto.

Na fase subsequente, abordou-se a programação, momento crucial para dotar o jogo de funcionalidades e sistemas que o tornariam plenamente operacional. Foram, então, criados algoritmos para controlar as interações, configurar os botões, gerenciar as animações, e elaborar o sistema de perguntas. Adicionalmente, opções de acessibilidade permitem ao jogador desativar o tempo para responder às perguntas e acionar ajudas em caso de erro.

Figura 6: Tela inicial do jogo educativo



Fonte: Acervo da pesquisa (2024).

Na dinâmica, o jogador assume o controle de uma nave espacial que, em sua jornada pelo espaço, apresenta defeitos a serem corrigidos. A solução requer o acerto de perguntas matemáticas exibidas na tela. Essas perguntas abrangem operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão) e avançam até raízes, oferecendo um desafio progressivo ao jogador.

As perguntas surgem na tela acompanhadas de duas opções de resposta, com uma correta e outra incorreta. O jogador, por meio do controle da nave, deve selecionar a resposta considerada correta, e realizar uma espécie de "tiro" na opção desejada. O tempo para escolha da resposta é limitado a 15 segundos, com a opção de desativar essa restrição disponível.

O jogo é estruturado em cinco níveis, e nas fases de 1 a 3 há dez perguntas cada, enquanto as fases 4 e 5 apresentam apenas cinco perguntas. A dificuldade cresce progressivamente, culminando na última fase. O jogador que completa todos os níveis conclui o jogo com sucesso, evidenciando a abordagem educativa e desafiadora do projeto.

Em síntese, o jogo educativo apresenta-se como uma iniciativa multifacetada, objetivando não apenas proporcionar entretenimento adaptado, mas promover a inclusão social e potencializar os desenvolvimentos cognitivo e motor. A abordagem centrada nas necessidades específicas de cada indivíduo reflete o compromisso em oferecer uma experiência educativa e lúdica, que transcenda barreiras, contribuindo para a construção de um ambiente mais acessível e enriquecedor.

4.2 Tópico 1: Construção dos Protótipos pelos Estudantes

O estudante **Marcos** destacou a introdução a um novo sistema de programação, o *Lego Mindstorm EV3*, para a construção do CAV, comparando-o ao *ardublock*. Esse aspecto ressalta a exposição a tecnologias inovadoras e a familiarização com diferentes plataformas de programação. A fala revela a adaptação positiva do estudante a novos métodos de programação, indicando disposição para explorar tecnologias avançadas: *"A experiência que obtive com a construção do CAV foi de um novo sistema de programação através do Lego Mindstorm EV3,*

onde programamos em um modo de programação em bloco um pouco semelhante ao ardublock, mas que eu ainda não tinha utilizado como sistema antes".

Na experiência, enfatiza-se a importância de oferecer a oportunidade de trabalhar com diferentes sistemas de programação. A diversificação dos ambientes de aprendizado pode estimular o interesse e a curiosidade, preparando os estudantes para enfrentarem desafios tecnológicos diversos.

O estudante **Antony**², ao priorizar os jogos interativos, em especial o “Dê um up na Inclusão”, apontou uma abordagem mais lúdica e criativa. A positividade expressa em relação à diversidade de projetos sugere que a experiência educativa foi enriquecedora e motivadora. Em sua fala, ressaltou a importância de abordagens personalizadas na aprendizagem, reconhecendo a variedade de interesses dos estudantes: *"Eu pessoalmente não tive uma participação tão ativa na construção do CAV, foquei mais na questão dos jogos interativos. Nesse âmbito, minha experiência foi muito positiva, me diverti criando o projeto e sinto que adquiri um conhecimento muito único"*.

A preferência por jogos interativos destaca a necessidade de flexibilidade nos projetos de robótica educacional. Isso evidencia que permitir que os estudantes escolham projetos alinhados aos seus interesses pode resultar em maior engajamento e satisfação, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

O estudante **Miguel** compartilhou uma perspectiva humanitária, mencionando que se sentiu parte de um projeto maior, com potencial para beneficiar outras pessoas, na construção da Lubótica e do CAV: *"Eu me senti fazendo parte de um projeto maior, que ajudaria outras pessoas se fosse incrementado e melhorado"*. A sua percepção sobre fazer parte de algo maior, destaca a dimensão ética da robótica educacional e resalta a importância de incorporar projetos com impacto social, incentivando os estudantes a considerarem os aspectos técnicos e as implicações éticas e humanitárias de suas criações.

O estudante **Henrique** resumiu sua experiência como *"muito boa"*, destacando estar satisfeito com a construção do CAV. Essa breve expressão sugere um envolvimento positivo no projeto, indicando conexão emocional com a atividade: *"Muito boa a construção do capacete auxiliar visual (CAV)"*. Sua avaliação positiva destaca a importância do aspecto emocional, na aprendizagem, que pode contribuir para motivar os estudantes, impactando positivamente a persistência e qualidade do trabalho.

O estudante **Ruan** descreve a experiência como desafiadora. Essa percepção indica o reconhecimento da complexidade do projeto. A fala sugere uma apreciação pela dificuldade, destacando o valor do desafio na aprendizagem e no crescimento pessoal: *"Como desafiadora, algo complexo"*. A apreciação do desafio realça a importância de projetos que estimulem os estudantes a enfrentarem dificuldades. Isso promove uma mentalidade de crescimento, ajudando-os a desenvolverem habilidades de resolução de problemas e superação de obstáculos.

A partir das experiências vivenciadas na construção do protótipo CAV, utilizando elementos simples, o estudante **Paulo** afirmou: *"A minha experiência com o protótipo CAV na construção dele foram bem básico utilizando como base um capacete, uma fita adesiva, um sensor infravermelho e uma placa programável do Lego Mindstorms e na criação de jogos com algumas ideias"*. A simplicidade dos materiais utilizados destaca a acessibilidade da robótica. Projetos com materiais comuns e de baixo custo proporcionam oportunidades para todos os estudantes explorarem a robótica, independentemente dos recursos disponíveis.

² Foram utilizados pseudônimos para garantir o anonimato dos participantes da pesquisa.

O estudante **Adriano** destacou a experiência como um caminho para a descoberta de “*novas habilidades*”, além de enfatizar a “*importância da experiência em grupo*”, por demonstrar caminhos para a construção da aprendizagem. A ênfase nas experiências em grupo destaca a importância das habilidades interpessoais na aprendizagem em robótica. O trabalho colaborativo promove o compartilhamento de conhecimento e permite desenvolver habilidades sociais fundamentais.

Quanto aos desafios no desenvolvimento dos protótipos, **Marcos** destacou: “*O maior desafio foi tanto na questão das placas programadoras que só tínhamos duas, quanto na questão das pilhas que suas cargas acabavam rapidamente*”. Os entraves logísticos apontam para a importância de fornecer recursos adequados em atividades de robótica educacional. A escassez de equipamentos pode impactar negativamente o andamento do projeto, que necessita de infraestrutura sólida. A aquisição dos recursos em *sites* específicos e com prazos longos de entrega pode dificultar a execução das ideias em tempo hábil.

Nessa perspectiva, **Antony** apontou entraves logísticos relacionados à disponibilidade de recursos, mencionando a necessidade de utilizar o *notebook* do irmão em horários específicos. Destaca-se a importância do acesso igualitário a recursos tecnológicos, já que o Ciebtec disponibilizava os *Chromebooks* para uso apenas dentro do ambiente escolar: “*Principalmente a forma de trabalhar, eu fiz a maior parte do projeto no notebook do meu irmão, mas eu só podia usar à noite e aos fins de semana (quando ele não precisava usar também), então isso atrasou bastante o desenvolvimento inicial do projeto*”. A dependência, em relação ao *notebook*, indica a necessidade de disponibilizar recursos individuais aos estudantes e a importância de garantir igualdade de acesso às tecnologias necessárias para os projetos.

Um ponto importante, mencionado por **Miguel**, sobre a complexidade dos códigos como seus principais desafios, evidencia a necessidade de compreensão detalhada da programação: “*Os principais desafios foram os códigos, pois pra mim foi algo novo que eu nunca tinha tido contato anteriormente, principalmente se tratando do EV3 que mesmo por ser um tipo de programação em blocos eu tive que entender como funcionava*”. A complexidade da programação destaca a importância de oferecer suporte técnico adequado. Projetos de robótica devem incluir programas de formação para que os estudantes desenvolvam as habilidades necessárias para superar desafios conceituais.

Já **Henrique** concentrou-se no desafio específico da programação do CAV, indicando a necessidade da compreensão detalhada da linguagem, prevista para ocorrer em blocos: “*A programação do CAV*”. A ênfase na programação específica do CAV indica a importância de abordagens focadas e aprofundadas em aspectos técnicos específicos de cada projeto. Isso sugere a compreensão sólida das linguagens de programação relevantes para o sucesso do projeto.

Adriano destacou o desafio de “*Visualizar o projeto antes de sua construção como algo que realmente funcionaria e pudesse dar certo*”. Enfatizou, assim, a importância de serem fornecidas ferramentas e metodologias que auxiliassem os estudantes na concepção e no planejamento adequado de seus projetos e a necessidade de desenvolver habilidades de *design* e pensamento crítico.

4.2.1 Aprendizados no Projeto de Robótica

Em suas reflexões, **Marcos** destacou a utilidade prática da robótica na criação de projetos que auxiliam outras pessoas, especialmente aquelas com deficiência visual: “*Eu aprendi que, com a utilização da robótica, podemos criar projetos que podem ajudar outras*

peessoas, ainda mais as pessoas que necessitam de ajuda de algo externo como o próprio CAV ajuda na locomoção das pessoas com deficiência visual". O aprendizado destacado enfatiza a importância de projetos de robótica com aplicações práticas e impacto social e destaca a relevância da robótica educacional na formação de estudantes como cidadãos conscientes e responsáveis.

Já **Antony** ressaltou a amplitude de habilidades adquiridas: *"Sinto que aprendi a desenvolver jogos, em sua totalidade. Isso inclui a programação, a arte, a direção, a criação de um roteiro, o desenvolvimento de músicas e melhorei minha capacidade criativa no geral".* A diversidade de habilidades mencionadas destaca a abordagem holística da aprendizagem em robótica. Projetos que envolvem diferentes aspectos, como programação, arte e criação, promovem uma compreensão mais completa das habilidades necessárias na área de TDIC.

A aprendizagem de programação em blocos e necessidade de pesquisas em diversas áreas, foram ressaltadas por **Miguel**: *"Eu aprendi a programar em blocos e fiz pesquisas em outras áreas".* Esse aprendizado sugere a importância de integrar diferentes modalidades de abordagem. A combinação de prática e teoria contribui para uma compreensão mais profunda dos conceitos; e a relação teoria e prática tem importância, ao trabalhar com a robótica educacional

A programação foi o ponto central para a aprendizagem de **Henrique**, especificamente com o uso do Lego EV3: *"A programação do EV3".* O foco na programação do EV3 destaca a importância de abordar tecnologias relevantes para o projeto em questão e a necessidade de adaptar o currículo de acordo com as ferramentas e linguagens utilizadas.

Ruan mencionou: *"Inovação, estrutura, pesquisas e construção"*, indicando ampla gama de competências desenvolvidas, que preparam os estudantes para os desafios complexos da sociedade. A variedade de aprendizados destaca a abordagem multifacetada da robótica educacional.

O aprendizado com a Robótica, para **Adriano**, proporcionou a compreensão de que existem novas formas de desenvolver e planejar o futuro. O estudante percebeu que a tecnologia está intensamente presente em nossa vida e reconheceu que sempre há algo novo a aprender.

4.3 Tópico 2: Avaliação e Perspectivas Futuras do Projeto

A pesquisa exploratória proporcionou uma análise aprofundada das percepções dos estudantes em relação ao resultado do CAV, da Robótica e do jogo e suas perspectivas para o projeto. Ao avaliar a satisfação dos participantes, observou-se que **Marcos** destacou o propósito humanitário do projeto, ao afirmar, *"Eu me sinto muito feliz, pois criamos um projeto que será utilizado para as pessoas que mais necessitam; os três projetos são muito importantes e isso é muito bom".* Destaca a importância do impacto social na percepção positiva do projeto.

Por outro lado, **Paulo** sugeriu que há espaço considerável para melhorias: *"Eu sinto que precisa melhorar muito".* Essa perspectiva crítica aponta para a necessidade de uma abordagem contínua de aprimoramento, refletindo uma postura reflexiva em relação ao resultado obtido. Além disso, **Adriano** compartilhou: *"Muito feliz, foi além das minhas expectativas, e outras pessoas gostaram, o que me fez realmente ver o potencial dos projetos".* Essa reação positiva foi reforçada pela surpresa agradável de outras pessoas, destacando a importância da validação externa.

Quanto às perspectivas futuras e sugestões de melhoria, **Antony** buscou eficiência no processo de trabalho ao mencionar: *"Apenas gostaria de ter uma melhor forma de trabalhar".*

A observação destaca a importância em otimizar os métodos de desenvolvimento, em busca por maior eficácia.

Miguel abordou limitações específicas do CAV e da Lubótica, ao propor: "*Ampliar suas capacidades seria o ideal, ajustar o efeito sonoro, a questão visual e peso*". Destaca uma abordagem prática para melhorias, considerando aspectos técnicos e funcionais dos projetos. **Paulo** contribuiu com as sugestões, ao propor, "*CAV com câmeras em vários ângulos e uma inteligência artificial que ajude na locomoção*". Essa ideia sugere uma expansão tecnológica do projeto, enfatizando o potencial de inovação e avanço nas funcionalidades do CAV.

Por fim, **Adriano** enfatizou a importância da capacitação do grupo ao sugerir a oferta de "*Cursos de especialização, que pudessem aumentar o desenvolvimento e a capacitação do grupo*". Essa visão destaca a necessidade de investir no desenvolvimento contínuo das habilidades, promovendo uma abordagem educacional e formativa.

Assim, a combinação de avaliações positivas, críticas construtivas, e sugestões de melhoria, revela a complexidade das experiências dos estudantes, proporcionando uma visão holística do impacto dos projetos e das oportunidades de aprimoramento futuro.

4.4 Tópico 3: Consciência e Contribuição para a Inclusão

A percepção dos estudantes sobre PcDs reflete a consciência da necessidade de auxílio específico para essa parcela da população. Comentários como: "*As pessoas com deficiência precisam de algo que as auxiliem naquilo que mais precisam fisicamente*" (**Marcos**) demonstram uma compreensão real das demandas práticas que enfrenta a PcD. Os estudantes parecem reconhecer a existência dessas pessoas, assim como a importância de abordagens práticas para melhorar suas vidas. Essa percepção inicial reflete sensibilidade para as dificuldades que enfrentam, indicando importante base empática. Esse entendimento é crucial para criar soluções eficazes de inclusão.

Ao ressaltar que, muitas vezes, são invisíveis em termos de auxílios, **Antony** destaca a necessidade de iniciativas eficazes para melhorar sua qualidade de vida. Ao afirmar "*necessitam de métodos para as ajudarem na sua integração na sociedade*", lembra a importância de ações concretas e sugere uma percepção mais ampla das limitações físicas e das barreiras sociais que esse público enfrenta. Essa consciência da invisibilidade social da PcD destaca a necessidade de uma abordagem mais ativa na promoção da inclusão, com a resolução de desafios práticos e superação de barreiras sociais por meio de projetos inovadores.

Ao discutir formas de contribuir para a inclusão, **Marcos** destacou a criação de protótipos como uma maneira eficaz de atender às necessidades físicas, enquanto **Antony** ampliou essa perspectiva, enfatizando a carência de iniciativas para proporcionar experiências diferenciadas através de projetos de jogos. Essa variedade de abordagens sugere uma compreensão holística das necessidades da PcD. As diversas propostas indicam uma abordagem inclusiva e criativa dos estudantes, que reconhecem a variedade de necessidades da PcD e a importância de soluções personalizadas e adaptáveis para ampliar a inclusão.

Na abordagem da contribuição da robótica para a inclusão da PcD, **Marcos** e **Antony** veem a oportunidade de criar protótipos que atendam às necessidades específicas desse público. **Miguel** destaca o papel da robótica em inovações científicas e ajustes nas já existentes, sugerindo uma abordagem pragmática para a melhoria da qualidade de vida. Isso evidencia a robótica como uma ferramenta versátil e adaptável na promoção da inclusão.

Ao enfatizar o potencial dos protótipos CAV e Lubótica, **Henrique** afirmou que, "*mesmo sendo um protótipo, para proporcionar maior confiança na locomoção*", destacando

a importância de considerar, além das necessidades físicas, o impacto psicológico positivo de tais inovações. A confiança é identificada como elemento essencial na inclusão, com destaque para a dimensão emocional, ao criar soluções tecnológicas.

Ruan enfatizou a importância da *“inteligência artificial para atender às necessidades individuais da PcD*. e apontou para a personalização através da IA como uma estratégia eficaz, destacando a importância de soluções adaptáveis e flexíveis.

Paulo ampliou o escopo, abordando a robótica como *“facilitadora em várias áreas da vida da PcD”*. Sua visão holística reflete uma compreensão mais abrangente das diversas dimensões da vida dessas pessoas, indo além da locomoção e apontou a necessidade de abordagens que considerem as diversas áreas de necessidade da PcD.

Adriano ressaltou a importância do investimento em pesquisas para oferecer soluções práticas e eficazes ao afirmar que *“muito se fala, porém, essa expressão está apenas no papel, e, na prática, não há investimento efetivo em soluções eficazes”*. Destacou a necessidade contínua de inovação e pesquisa para enfrentar os desafios complexos da inclusão no que diz respeito à robótica educativa. Isso reforça a importância de uma abordagem baseada em evidências para desenvolver soluções sustentáveis, já que pensar em práticas ou protótipos para facilitar o direito de ir e vir da PcD, exige recursos sustentáveis.

Essas discussões revelam habilidade técnica no desenvolvimento dos protótipos, e uma consciência mais profunda das necessidades e possibilidades de inclusão da PcD. A abordagem sensível e inovadora dos estudantes sugere um pensamento inclusivo enraizado na compreensão real de experiências e desafios enfrentados por esse grupo da população.

Em resumo, este trabalho evidencia uma variedade de percepções e propostas dos estudantes em relação à PcD e ao papel da robótica na promoção da inclusão. As discussões revelaram preocupações quanto às potenciais soluções para contribuir para uma sociedade inclusiva e acessível.

5 Considerações Finais

Neste artigo, apresentou-se a análise da utilização da robótica educativa e do jogo digital elaborado no GPTDEM e desenvolvido com estudantes do Ensino Médio Integral e Técnico, a fim de conscientizá-los sobre a inclusão. As potencialidades e práticas pedagógicas foram apresentadas na perspectiva das MA, com destaque das ferramentas e tecnologias para pensar o ensino e a aprendizagem da Matemática da PcD.

A Matemática, em especial, é apresentada de maneira formal e tradicional, já que, diferente de outras disciplinas, é muito criticada porque o método tradicional prevalece em sala de aula. Com o advento das TDICs, cujo emprego chegou na Educação Básica de forma indireta, o avanço tecnológico surgiu para dar sentido e significado na sala de aula.

A dificuldade de locomoção é um problema enfrentado diariamente por estudantes com PcDs e seus professores, já que a interação entre os pares contribui no processo de aprendizagem da Matemática. Assim, conhecer a realidade da escola é necessário, para pensar em soluções para essas demandas, como aconteceu com a construção dos protótipos e do jogo. Além disso, essas propostas contribuíram para tornar as aulas de Matemática mais dinâmicas, pois o aprender fazendo é um dos caminhos para a melhoria do aprendizado.

Nessa perspectiva, as ações do grupo de pesquisa vão enriquecer as discussões sobre o uso da robótica educativa e o PC no ensino de Matemática da PcD, bem como formar estudantes com consciência para a inclusão, pois o jogo e os protótipos correlacionados à Matemática

atrelam o conhecimento das disciplinas aos desafios cotidianos. As propostas mostram que é possível desenvolver o pensamento e conscientizar os estudantes, por meio da robótica educativa, para a inclusão. Apesar dos desafios apresentados por alguns estudantes, no momento em que se trabalha em equipe/grupo, os conhecimentos se complementam e as dúvidas e os problemas podem ser resolvidos.

As contribuições da robótica educativa à educação mostraram-se eficazes no aprendizado de Matemática pela PcD e as pesquisas e ações do grupo de pesquisa indicaram ser possível alcançar esses objetivos, bem como conscientizar e formar sujeitos capazes de pensar a robótica adaptada à educação inclusiva. As ações do GPTDEN consolidam os avanços científicos e representam um compromisso duradouro com a inclusão e igualdade no ambiente educacional.

Referências

- Abreu, É. E. de & Andrade, F. J. de. (2023). Uso e criação de jogos digitais para o ensino e aprendizagem de matemática. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(4), 1-18.
- Bacich, L. & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre, RS: Penso.
- Bellas, F. & Sousa, A. (2023). Computational intelligence advances in educational robotics. *Frontiers in Robotics and AI*, 10, 1150409.
- Brasil. Ministério da Educação. (2017). *Base nacional comum curricular: ensino médio*. Brasília, DF: MEC.
- Ching, Y.-H. & Hsu, Y.-C. (2023). Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review. *TechTrends*, 1-12.
- Coll, C., Schilling, C. & Deheinzeln, M. (2003). *Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar*.
- Vilhete, J., Gonçalves, L. M., Garcia, M. F. & Garcia, L. T. (2002). Uma abordagem prático-pedagógica para o ensino de robótica em ciência e engenharia de computação. In *Anais do Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (v. 1, 1, pp. 428-439).
- D'Abreu, J. V. (1999). Desenvolvimento de ambientes de aprendizagem baseados no uso de dispositivos robóticos. In *Anais do X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE99*.
- Denning, P. J. & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. MIT Press.
- Fazenda, I. C. A. (2015). Interdisciplinaridade: Didática e Prática de ensino. *Revista Interdisciplinaridade*, 1(6).
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2012). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos* (3ª ed.). Campinas, SP: Autores Associados.
- Foti, P. (2023). Educational robotics and computational thinking in early childhood-linking theory to practice with ST(R)EAM learning scenarios. *European Journal of Open Education and E-learning Studies*, 8(1).
- Gadotti, M. (2000). Perspectivas atuais da educação. *São Paulo em Perspectiva*, 14, 3-11.
- Giraffa, L. M. M. (2012). Docentes analógicos e alunos da geração digital: desafios e

- possibilidades na escola do século XXI. In *Reinvenção pedagógica?: Reflexões acerca do uso de tecnologias digitais na educação*.
- Godoi, K. A. de & Silva, F. dos S. (2014). Comunidade de prática para o uso de materiais didáticos digitais por professores em formação. In *Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (v. 2, 1, pp. 775-784).
- Kerimbayev, N., Nurym, N., Akramova, A. & Abdykarimova, S. (2023). Educational robotics: Development of computational thinking in collaborative on-line learning. *Education and Information Technologies*.
- Mahmud, D. A. (2017). *O uso da robótica educacional como motivação à aprendizagem de matemática*. Dissertação de Mestrado, Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBM), Fundação Universitária Federal do Amapá. Macapá, AP: Unifap/Profmat.
- Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. (2009). *Fundamentos da metodologia científica* (6ª ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Mohaghegh, M. & Mccauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century. *TechTrends*, 7(3), 1524-1530.
- Moran, J. A. (2018). Metodologias ativas em sala de aula. *Revista Pátio. Ensino Médio, Profissional e Tecnológico*, 10(39), 10-13.
- Moreira, R. C. (2018). *Ensino da matemática na perspectiva das metodologias ativas: um estudo sobre a “sala de aula invertida”*.
- Munn, C. (2023). Computational thinking, 21st century skills, and robotics. In *Handbook of research on current trends in cybersecurity and educational technology* (pp. 166-181). IGI Global.
- Nóvoa, A. & Alvim, Y. (2022). *Escolas e professores, proteger, transformar, valorizar*. Salvador, BA: Sec/Iat.
- Oliveira, J. F., Quarto, C. C., Dos Santos, A. L. S., Belfort, I. C. P., Sá, E. D. J. V. & Santos, J. R. S. (2022). Developing computational thought in mathematics through educational robotics in basic education: A practical research analysis. In *2022 Anais da International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 27-29). IEEE.
- Padilha, P. R. (2004). *Currículo Intertranscultural: novos itinerários para a educação*. São Paulo, SP: Cortez, Instituto Paulo Freire.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books. Traduzido como *Logo: computadores e educação*. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.
- Ponte, J. P. (2004). O ensino da matemática em Portugal: lições do passado, desafios do futuro.
- Pou, A. V., Canaletta, X. & Fonseca, D. (2022). Computational thinking and educational robotics integrated into project-based learning. *Sensors*, 22, 3746.
- Reis, S. R. dos, Barichello, L. & Mathias, C. V. (2021). Novos conteúdos e novas habilidades para a área de matemática e suas tecnologias. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 11(1), 37-58.
- Ribeiro, C., Coutinho, C. & Costa, M. (2011). Robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico. In *Anais da Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação* (v. 1, pp. 440-445). Lisboa, Portugal:

Aisti.

- Rodrigues, A., Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2017). Currículo, narrativas digitais e formação de professores: experiências da pós-graduação à escola. *Revista Portuguesa de Educação*, 30(1), 61.
- Santos, H. C. (2023). *Desenvolvimento do pensamento computacional através de robótica educacional no ensino de matemática*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação, Ciências e Matemática (PPGECM), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA.
- Santos, R. C. dos, Vianna, C. C. de S. & Silva, A. C. dos S. da. (2024). O olhar de professores que ensinam matemática sobre tabelas e gráficos estatísticos acessíveis para alunos cegos. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 14(1), 1-18.
- Silva, F. S. (2019). Narrativas: uma proposta de formação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) de Matemática no Sul da Bahia. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 12(1), 51-56.
- Silva, J. E. (2023). *A formação continuada de professores de matemática no sul da Bahia: metodologias ativas com uso das tecnologias digitais*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA.
- Silva, J. E. & Silva, F. S. (2023). Mapeamento teórico sobre metodologias ativas no ensino de matemática: levantamento dos últimos 5 anos. *Educação, Cultura e Sociedade. Intellectus Revista Acadêmica Digital*, 72(1), 84-105. ISSN 1679-8902.
- Tardif, M. (2002). Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. *Revista Brasileira de Educação*, 13(5), 5-24.
- Tardif, M. (2014). *Saberes docentes e formação profissional* (17ª ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Valente, J. A. (2016). Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista E-curriculum*, 14(3), 864-897.
- Valente, J. A., Almeida, M. E. B. & Geraldini, A. F. S. (2017). Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. *Revista Diálogo Educacional*, 17(52), 455-478.
- Vargas, M. N., Menezes, A. G., Massaro, C. M. & Gonçalves, T. D. M. (2012). Utilização da robótica educacional como ferramenta lúdica de aprendizagem na engenharia de produção: introdução à produção automatizada. In *Anais do XL Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção*. Belém, PA.
- Wang, Y. (2023). The role of computer supported project-based learning in students' computational thinking and engagement in robotics courses. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101269.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.