
PRÁTICAS PEDAGÓGICAS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NOS ANOS INICIAIS

PEDAGOGICAL PRACTICES WITH EDUCATIONAL ROBOTICS
IN THE ELEMENTARY SCHOOL

PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS CON ROBÓTICA
EDUCATIVA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Márcia Regina Kaminski¹; Clodis Boscaroli²

RESUMO

Atividades de Robótica nos ambientes escolares têm sido alvo de discussão e investigação no âmbito das tecnologias digitais na educação. Todavia, são poucos os contextos que conseguiram implementar essas atividades como parte de seus Projetos Políticos Pedagógicos, de modo a desenvolvê-las sob uma perspectiva de progressão e continuidade dos conceitos, sendo a maior parte dos artigos publicados, experiências pontuais e trabalhos de curta duração. Nesse sentido, este artigo descreve os resultados de um estudo de caso realizado em uma escola pública, que atende estudantes do Ensino Fundamental I, pioneira na sua rede de ensino a implementar a Robótica Educacional. O estudo de caso realizado teve por objetivo apresentar as práticas pedagógicas desenvolvidas com Robótica Educacional e indicar caminhos e possibilidades para a implementação dessas atividades. As práticas iniciadas, em 2015, continuam em andamento na perspectiva de desenvolvimento de criatividade, autonomia e habilidades socioemocionais, e têm servido como referência para a implementação da Robótica em outras unidades de ensino. Os resultados apontam que é possível realizar um trabalho investigativo e colaborativo na perspectiva de progressão dos conceitos de mecânica, eletrônica e programação, no qual o estudante é o protagonista.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica pedagógica. Informática e educação. Prática pedagógica. Ensino fundamental.

¹ Doutoranda em Educação em Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Cascavel, PR - Brasil. Membro do Grupo de Pesquisa em Tecnologia, Inovação e Ensino (GTIE). Instrutora de Informática na Rede Municipal de Cascavel. Cascavel, PR - Brasil. E-mail: marciarkjf@gmail.com.

² Doutor em Engenharia Elétrica. Professor associado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Líder do Grupo de Pesquisa em Tecnologia, Inovação e Ensino (GTIE). E-mail: boscaroli@gmail.com.

Submetido em: 09/07/2021. **Aceito em:** 31/05/2022. **Publicado em:** 19/07/2023

ABSTRACT

Robotics activities in school environments have been the subject of discussion and research of digital technologies in education. However, there are few contexts that have managed to implement these activities as part of their Political Pedagogical Projects, in order to develop them under a perspective of progression and continuity of concepts, with most of the articles published punctual experiences and short-term works. So, this paper describes the results of a case study carried out in a public school that attends elementary school students, a pioneer in its teaching network to implement Educational Robotics. The case study carried out aimed at presenting the pedagogical practices developed with Educational Robotics and indicating ways and possibilities for the implementation of these activities. The practices started in 2015 continues with the perspective of developing creativity, autonomy, and socio-emotional skills, and has served as a reference for the implementation of Robotics in other teaching units. The results indicate that it is possible to implement an investigative and collaborative work in the perspective of progressing the concepts of mechanics, electronics, and programming, in which the student is the protagonist.

KEYWORDS: Educational robotics. Informatics and education. Pedagogical practices. Elementary school.

RESUMEN

Las actividades de robótica en ambientes escolares han sido objeto de debate e investigación de tecnologías digitales en educación. Sin embargo, hay pocos contextos que han logrado implementar estas actividades como parte de sus Proyectos Político-Pedagógicos, con el fin de desarrollarlos bajo una perspectiva de progresión y continuidad de conceptos, con la mayoría de los artículos publicados experiencias puntuales y trabajos a corto plazo. Entonces, este documento describe los resultados de un estudio de caso llevado a cabo en una escuela pública que atiende a estudiantes de educación primaria, pionero en su red de enseñanza para implementar Robótica Educativa. El estudio de caso realizado tuvo como objetivo presentar las prácticas pedagógicas desarrolladas con la robótica educativa e indicar formas y posibilidades para la implementación de estas actividades. Las prácticas iniciadas en 2015 continúan con la perspectiva de desarrollar la creatividad, la autonomía y las habilidades socioemocionales, y han servido como referencia para la implementación de la robótica en otras unidades de enseñanza. Los resultados indican que es posible implementar un trabajo de investigación y colaboración en la perspectiva de progresar los conceptos de mecánica, electrónica y programación, en los cuales el estudiante es el protagonista.

PALAVRAS-CLAVE: Robótica educativa. Informática y educación. Prácticas pedagógicas. Educación primaria.

1 INTRODUÇÃO

A inserção da Robótica em contextos pedagógicos, conforme apontado por experiências relatadas na literatura, a exemplo de Neto (2014), Machado (2016), Farias et al. (2019) e Silva e Oliveira (2019), possibilita a abordagem de conteúdos curriculares de forma interdisciplinar e contextualizada com a realidade. Ademais, favorece o desenvolvimento de atividades investigativas que colocam o estudante como protagonista e que incentivam o trabalho em equipe, contribuindo no desenvolvimento de habilidades socioemocionais. Todavia, a maior parte dos artigos publicados sobre essa temática trata de relatos de experiências e/ou projetos de curta duração, mostrando que ainda há poucas instituições de ensino que conseguiram implementar a Robótica Educacional como parte integrada às suas práticas pedagógicas, sob um viés de continuidade e de progressão dos conteúdos, de acordo com as especificidades dos discentes em cada ano de ensino. Nesse sentido, é pertinente conhecer escolas que têm trabalhado a Robótica Educacional nessa perspectiva e como elas têm organizado as atividades, visando a progressão e continuidade dos conceitos ensinados.

Por essa razão, com o objetivo de compreender como essas práticas podem ser desenvolvidas, e a fim de servir de amostra para outras realidades que desejam iniciar esse trabalho, este artigo tem por finalidade apresentar os resultados de um estudo de caso, seguindo pressupostos de Yin (2015), em uma escola de Ensino Fundamental I, do município de Cascavel/PR, que iniciou as atividades com Robótica Educacional em 2015, sendo pioneira no seu município e a única à época da pesquisa a implementar o projeto, e que tem servido de referência para a expansão dele às demais escolas da sua rede e de outras localidades. A coleta de evidências para o estudo de caso contou com entrevista não diretiva com o instrutor de informática responsável pelo planejamento e condução das aulas de Robótica, com a intenção de compreender o processo de implantação do projeto, e a observação não participante das aulas ministradas para alunos do 3º ao 5º ano por um período de um mês, com registro em diário de campo, para entender como se dá a condução das aulas.

Este documento segue assim organizado: a Seção 2 traz o aporte teórico, que fundamentou o estudo e alguns trabalhos correlatos. A Seção 3 apresenta a escola e como se deu o início das atividades de Robótica Educacional. Na Seção 4 são descritos os resultados das observações das aulas, seguidos das conclusões e perspectivas da pesquisa na Seção 5.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO E TRABALHOS CORRELATOS

O caráter interdisciplinar e aplicado da robótica é explicitado em algumas de suas definições, a exemplo de Zilli (2004):

[...] a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou nenhuma intervenção humana. É uma área multidisciplinar, que integra disciplinas como Matemática, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Inteligência Artificial, entre outras (p. 37).

Para a supracitada autora, um resumo dos variados conceitos de robô engloba a ideia de um equipamento multifuncional capaz de monitorar ou realizar tarefas para as quais são programados, reformulando a maneira como muitos trabalhos são realizados. Logo, a Robótica está cada vez mais inserida no cotidiano das pessoas, ainda que não apercebam isso, desde um semáforo até robôs utilizados na medicina, entre outros. Assim, torna-se relevante aproximar essa área do conhecimento dos estudantes, de modo que possam compreender seu funcionamento no dia a dia, e perceber a aplicação dos conceitos de matemática, física, química, eletrônica, mecânica e programação em situações concretas e interdisciplinares.

Quando inserida em contextos educacionais, a Robótica passa a ser chamada de Robótica Pedagógica ou Educacional. Para César (2009), a Robótica Educacional

[...] tem foco em propiciar ambientes de aprendizagem baseados em dispositivos robóticos que permitem a construção do conhecimento nas diferentes áreas das ciências. Há, portanto, nessas propostas de Robótica Pedagógica, um intencional esforço para a construção dos robôs para serem usados como oportunidade para a aprendizagem do aluno (CÉSAR, 2009, p. 22).

De acordo com esse autor, a Robótica Educacional deve focar em processos e não em produtos, de modo que as atividades desenvolvidas devem servir como formas de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos e técnicos. Segundo Menezes e Santos (2015), a Robótica Educacional pode ser definida como o trabalho com diferentes materiais que inclui sucata ou *kits* de montagem compostos por peças que possam ser controladas e programadas com auxílio de um *software*, e permite a abordagem lúdica dos conteúdos curriculares, além de contribuir para que o aprendiz perceba sua aplicação em situações práticas, e a relação entre um conteúdo e outro tornando a aprendizagem significativa e contextualizada.

Experiências com Robótica Educacional têm sido descritas, bem como sua estrutura, organização e contribuições para processos de ensino e aprendizagem. Em seu trabalho com alunos de 5º a 8º ano do Ensino Fundamental de Curitiba/PR, em colégios que utilizam a Robótica Educacional como recurso, Zilli (2004) identificou que as aulas de Robótica são realizadas em contraturno escolar e que cada escola desenvolveu um plano de ensino para as aulas adaptado à sua realidade, apontando o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e do raciocínio como principais contribuições.

Silva (2009) relata como foram desenvolvidas oficinas de Robótica Educacional com 18 aprendizes de 8 a 10 anos do Ensino Fundamental I, em Natal/RN, com o *Kit RoboEduc* da Lego, na qual foram propostos momentos de montagem por imitação (a professora montava os robôs ao mesmo tempo em que explicava a função de cada peça e as crianças reproduziam o que a professora montava), momentos de construção baseado nos manuais do *Kit*, e momentos de construção livre nos quais os alunos criavam seus próprios robôs.

Neto (2014), em sua experiência com alunos de 6º a 9º ano do Ensino Fundamental, em uma escola Municipal de Fortaleza/CE, utilizou a Robótica Educacional em aulas de Matemática com atividades sobre os Descritores de Matemática da Prova Brasil, apontando que a organização do ambiente pelo professor das aulas de Robótica Educacional é importante, e sugere que as atividades sejam desenvolvidas em grupos para o desenvolvimento de habilidades como cooperação e relações interpessoais.

Machado (2016) desenvolveu um projeto com 25 alunos de 9º ano em Bagé/RS, onde utilizou a Robótica com o *Kit Atto* e a programação em blocos com o Scratch (*Massachusetts Institute of Technology – MIT, 2007*) para abordagem do conteúdo Cinemática, e descreve que os estudantes além de motivados com a metodologia diferenciada, tiveram melhoria na

avaliação final do conteúdo em relação a quando esse conteúdo era abordado de forma tradicional, pois os jovens foram capazes de compreender os conceitos de cinemática e visualizá-los em situações práticas. A compreensão do conteúdo também foi visível na comparação dos resultados da avaliação final com o pré-teste sobre o conteúdo realizado.

Santos e Medeiros (2017) realizaram um estudo em que foram empregadas atividades de Robótica com sucata para abordagem de conteúdos de geometria com estudantes de 3º ano do Ensino Fundamental. Nesse estudo, os autores utilizaram pré-teste, teste intermediário e pós-teste para avaliar a aprendizagem em duas turmas de 3º ano, sendo uma delas o grupo de controle, com o qual foram adotadas metodologias tradicionais de ensino; e outra a turma de trabalho, com a qual foram aplicadas as atividades de Robótica. A análise dos resultados, realizada por meio de estatística inferencial, revelou que na turma de controle o avanço da aprendizagem foi de 60%, enquanto na turma de trabalho foi de 90%, indicando, segundo os autores, contribuições da Robótica para a aprendizagem dos conceitos.

Fernandes et al. (2018) realizaram uma pesquisa-ação, na qual foram utilizadas atividades de Robótica com estudantes do Ensino Fundamental II de escolas privadas, em Salvador – BA, com apoio do *software* Modelix. Os autores destacam que a motivação e a resolução de problemas podem contribuir com a aprendizagem contextualizada. Farias et al. (2019) desenvolveram um trabalho, com estudantes de Ensino Médio, sobre conteúdos ligados à terceira revolução industrial, na disciplina de Geografia, por meio da montagem de robôs com *Kits* Lego. Os autores salientam o engajamento, a resolução de problemas, e o desenvolvimento socioemocional como aspectos favoráveis à aprendizagem.

Silva e Oliveira (2019) descrevem experiências vivenciadas por professores que atuam no programa de Robótica Educacional, implementada em 13 escolas municipais de Vila Velha – ES, para discentes do Ensino Fundamental II. Como resultados, são pontuadas a melhora da autoestima e das relações sociais, que segundo as autoras, baseadas nos relatos dos professores, trouxeram contribuições para a aprendizagem desses estudantes também nas aulas do ensino regular, sendo a Robótica um elemento facilitador da aprendizagem.

Os benefícios apontados pelos trabalhos supracitados convergem em motivação, desenvolvimento socioemocional, aprendizagem contextualizada e interdisciplinar e são relevantes para o contexto educacional. Por isso, visando compreender como essas atividades podem ser desenvolvidas sob um viés de continuidade, evolução e aprofundamento dos conceitos conforme o nível de ensino dos estudantes, este artigo descreve práticas pedagógicas com Robótica Educacional, com estudantes do Ensino Fundamental I em uma escola municipal, não como oficinas ou projetos de curta duração, mas como prática da instituição em uma perspectiva de trabalho progressivo com discentes do 3º ao 5º ano.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ESCOLA ALVO DE ESTUDO

A escola em que a pesquisa foi desenvolvida é pública, de porte médio, pertencente à Rede de Ensino de Cascavel/PR. Atende uma comunidade considerada de classe média e oferta as etapas da Educação Infantil e Ensino Fundamental I. Assim como acontece em todas as unidades escolares dessa rede, dentre as atividades no período regular de ensino estão as aulas de Informática Educacional, que são planejadas e ministradas por instrutores de informática, em laboratório de informática, semanalmente para todos os estudantes, visando abordar os conteúdos curriculares de forma integrada às TDIC.

Para compreender a caminhada da escola alvo até a implementação do projeto complementar de Robótica Educacional, realizou-se a entrevista não diretiva com o instrutor de Robótica. Durante a entrevista, o instrutor revelou que até 2015, a escola contava com apenas uma instrutora que realizava esse atendimento no laboratório de informática, assim como nas demais unidades escolares. Segundo o entrevistado, foi a participação dessa instrutora em eventos de formação continuada que despertou seu interesse pela implementação de atividades com Robótica Educacional e que levou ao início das discussões com a equipe gestora e pedagógica da escola sobre possibilidades de implementação da Robótica como atividade complementar ao que já era desenvolvido com TDIC na instituição.

Após período de pesquisa e avaliação, a escola tomou medidas para implantação da Robótica Educacional, por meio da adesão ao Programa Mais Educação, instituído pela Portaria Interministerial nº 17/2007 (BRASIL, 2007) e pelo Decreto nº 7.083, de 27 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010). De acordo com o Manual Operacional de Educação Integral (BRASIL, 2014), as escolas que aderissem ao Programa teriam autonomia para definir, dentre os sete Macro Campos sugeridos, quatro atividades complementares para oferta aos estudantes. Dentro do Macro Campo Comunicação, Uso de Mídias e Cultura Digital e Tecnológica constava o projeto de Robótica Educacional como segue:

Robótica Educacional – Objetiva preparar os estudantes para montar mecanismos robotizados simples baseados na utilização de "kits de montagem", possibilitando o desenvolvimento de habilidades em montagem e programação de robôs. Proporciona um ambiente de aprendizagem criativo e lúdico, em contato com o mundo tecnológico, colocando em prática conceitos teóricos a partir de uma situação interativa, interdisciplinar e integrada. Permite uma diversidade de abordagens pedagógicas em projetos que desenvolvam habilidades e competências por meio da lógica, blocos lógicos, noção espacial, teoria de controle de sistema de computação, pensamento matemático, sistemas eletrônicos, mecânica, automação, sistema de aquisição de dados, ecologia, trabalhos em grupos, organização e planejamento de projetos (BRASIL, 2014, p. 10).

Por consequência da adesão da escola ao projeto, a Secretaria Municipal de Educação viabilizou que a escola contasse com dois instrutores de informática, sendo definido que a instrutora, que já atuava anteriormente na escola, seria responsável exclusivamente pelo laboratório de informática que atende aos alunos em período regular de ensino, e que esse segundo instrutor, entrevistado nessa pesquisa, atenderia aos alunos da Robótica Educacional como atividade complementar.

Assim, em 2015, tiveram início as atividades de Robótica em contraturno escolar, para estudantes de 2º a 5º ano com dificuldades no processo de escolarização, em conformidade ao estabelecido pelo Programa Mais Educação. Segundo o instrutor, os estudantes frequentavam as aulas regulares em um período e no outro participavam de atividades extras, nas quais estavam incluídas as aulas de Robótica, com almoço ofertado pela escola. Em função de dificuldades estruturais ao atendimento integral dos alunos, em 2016, a escola optou pela descontinuidade do Programa Mais Educação, mas prosseguiu ofertando a Robótica Educacional como atividade complementar, em contraturno, de modo similar ao relatado por Zilli (2004), para alunos de 3º a 5º ano, porém, não mais em regime integral.

Com os recursos advindos do Programa Mais Educação, a escola adquiriu 5 *kits* de Robótica da Atto Educacional, o mesmo empregado nos trabalhos desenvolvidos por Machado (2016), constituído por uma parte estrutural e outra eletrônica, uma impressora 3D, um projetor multimídia e uma tela para projeção que são utilizados até hoje. A parte estrutural do *kit* é composta por 500 peças plásticas para montagem, de diferentes formatos, tamanhos, cores e perfurações, além de parafusos, rebites e chaves para manipulação, também em plástico, conforme é possível visualizar na Figura 1, que retrata o painel organizado pelo instrutor com as peças estruturais.

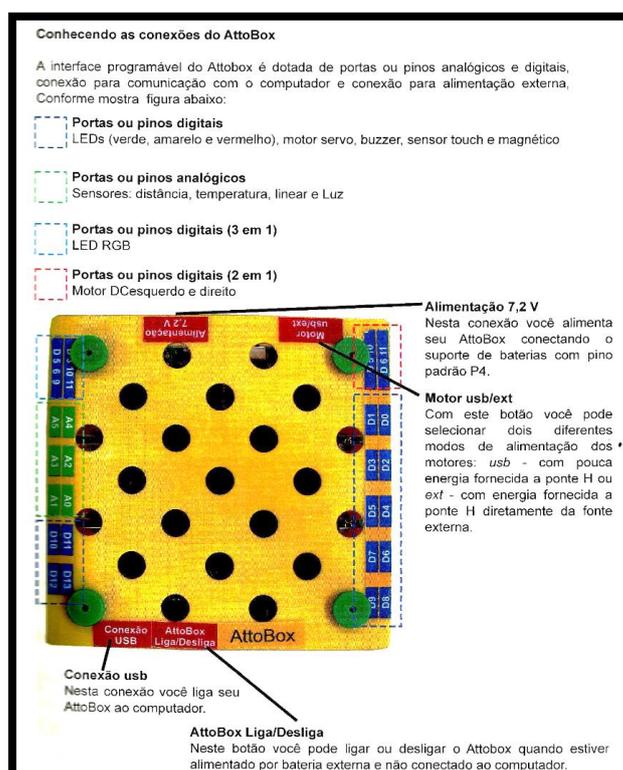


Figura 1 - Peças estruturais do Kit de Robótica da Atto Educacional

Fonte: Dados da pesquisa – evidências do estudo de caso.

A Figura 2 retrata as peças que compõem a parte eletrônica do *kit*: uma interface programável chamada AttoBox e sensores digitais *touch* e magnéticos; sensores analógicos de distância, linear, temperatura e luz; atuadores: luzes (*led* monocolor e RGB); movimento e som (motor-servo 9g 180º, motor DC direito, motor DC esquerdo, *buzzer*); além de conjunto de conexão e alimentação externa composto por suporte, bateria, carregador e cabo USB.

A opção pelo *kit* da Atto foi baseada em critérios estabelecidos pelo Programa Mais Educação, que eram satisfeitos por essa empresa, visto que favorece o trabalho com crianças pela sua estrutura que não oferece risco na manipulação, uma vez que a parte estrutural é composta por peças plásticas, e a eletrônica em uma base de Arduino, exigindo apenas que os alunos façam as conexões por entradas USB, não sendo necessário o trabalho com soldas ou outros elementos mais complexos de serem manipulados por crianças. Além disso, o *kit* se mostra mais adequado à realidade da escola tanto em relação aos custos quanto na possibilidade de ser utilizado com *software* livre e de reprodução das peças em impressão 3D.



(a)



(b)

Figura 2 - Peças do Kit de Robótica da Atto Educacional. Em (a) Base AttoBox onde são conectados os elementos estruturais e eletrônicos por entradas USB; Em (b) demais componentes eletrônicos

Fonte: Costa (2014, p. 11-12).

Com o objetivo de compreender como as práticas pedagógicas com Robótica vêm sendo desenvolvidas efetivamente na escola, o estudo de caso também se valeu, para coleta de evidências, de dados resultantes da observação não participante, pelo período de um mês. Como as aulas ocorrem duas vezes por semana para cada turma, com duração de uma hora e meia, foi possível acompanhar 8 aulas, com cada turma de 3º a 5º ano. O foco das observações foi compreender como o trabalho é desenvolvido por turma. As evidências obtidas foram registradas em diário de campo e os principais resultados seguem descritos.

4 RESULTADOS

As aulas de Robótica Educacional são planejadas e ministradas pelo instrutor que trabalha especificamente com esse projeto em regime de contraturno escolar, atendendo aos estudantes de 3º a 5º ano como atividade complementar. Durante as observações que fizeram parte do estudo de caso, foi possível identificar que o instrutor conduz o trabalho de uma maneira progressiva, sendo que com estudantes de 3º ano são trabalhadas atividades de montagem das partes mecânicas, com o 4º ano inicia-se o trabalho com programação e com o 5º ano são propostos desafios que incluem a montagem tanto mecânica quanto eletrônica e a programação. Na sequência, são detalhadas como são desenvolvidas as atividades com cada uma das turmas.

Terceiro ano: o foco do instrutor é a etapa de montagem, pois, segundo ele, desenvolve a coordenação motora fina por meio da manipulação das peças, da conexão com parafusos, rebites, uso de chaves, posição adequada para montagem entre outros. No que diz respeito aos conteúdos, são abordadas a classificação e seriação dos objetos, as noções de maior, menor, igual, dentro, fora, curto, comprido, na frente, atrás ou entre, retilíneo ou curva, leve, pesado, medições, entre outros conteúdos. Em todas as atividades são exploradas a criatividade, a autonomia, a iniciativa e o trabalho em equipe. Todas as atividades são realizadas em equipes, algumas vezes direcionadas pelo instrutor, e outras à livre escolha dos estudantes. Os objetos a serem montados algumas vezes ficam à livre criação dos alunos, em outras são direcionados pelo instrutor. E em outros momentos, são reproduções do que o instrutor já montou ou de ideias da apostila Dual System (2018), de modo que há similaridades entre o trabalho que o instrutor realiza e o desenvolvido por Silva (2009).

Para organização das equipes, o instrutor costuma utilizar a mesma estratégia de Neto (2014), designando funções para cada membro da equipe, de maneira que um estudante fica como líder de equipe, outro como organizador, outro como montador e outro como programador, revezando as funções a cada aula. No caso do 3º ano, não são desenvolvidas atividades com programação. A Figura 3 exemplifica desafios propostos. Em 3(a) os estudantes deveriam reproduzir uma das montagens sugeridas na apostila (DUAL SYSTEM, 2018), e em 3(b) é possível observar os alunos separando os materiais, que ficam dispostos no painel organizado pelo instrutor, para a montagem.

**(a)****(b)****Figura 3** - Momentos das aulas de montagem do 3º ano

Fonte: Dados da Pesquisa – evidências do estudo de caso.

Durante as atividades observou-se que surgiram dificuldades na manipulação das ferramentas, na conexão das peças e na posição em que deveriam ser colocadas. O instrutor mediava o processo auxiliando, porém, sempre conduzindo os aprendizes à reflexão sobre o que poderia ter dado errado na montagem. Ao final, os alunos apresentaram seus projetos uns aos outros desenvolvendo a argumentação e a comunicação e tiveram momentos de ludicidade brincando com seus robôs. As demais aulas seguiram essa mesma perspectiva de montagem. Em uma das aulas, o desafio foi montar um objeto que ficasse em pé. Essa tarefa mostrou-se complexa para os estudantes, que tentaram diversas vezes, experimentaram várias peças, de modo que necessitaram de duas aulas para concluir os trabalhos.

Embora o terceiro ano não tenha o foco em programação, o instrutor costuma utilizar jogos que desenvolvam o raciocínio lógico. Assim, em algumas aulas, os discentes trabalharam com jogos do *software* GCompris (COUDOIN, 2000). Trata-se de um pacote de jogos livre desenvolvido para trabalhar com diversos conteúdos, desde a coordenação motora fina até atividades de leitura, cálculo e raciocínio lógico. Esse *software* costuma ser utilizado pelo instrutor para intercalar atividades de montagem com os estudantes de 3º ano.

Notou-se que durante as aulas, o instrutor demonstra a preocupação em observar as dificuldades dos alunos, realizando registro delas. Esses registros são analisados e servem de ponto de partida para o planejamento das próximas aulas, propondo atividades que possibilitem a superação dessas dificuldades. Assim, são frequentemente avaliadas as habilidades de montagem, de coordenação, de trabalho em equipe, e também de conceitos envolvidos no processo, como classificação, seriação, formas, cores, tamanho etc.

Quarto ano: Com essas turmas, além da montagem são trabalhados conceitos sobre motores, sensores e programação no Ardublock: "Uma linguagem de programação gráfica que permite programar o Attobox ou Arduino através da manipulação de blocos que se encaixam" (DUAL SYSTEM, 2018, p. 5). O Ardublock trabalha com a IDE do Arduino, sendo necessária, primeiramente, a instalação dessa IDE na máquina, para depois a do Ardublock.

Durante as aulas observadas, os alunos receberam do instrutor o desafio de montar um robô com rodas e motores, sendo na sequência da montagem, desafiados a programar esse robô para cumprir algumas tarefas. A exemplo de atividades, na Figura 4(a) é possível visualizar o resultado da montagem do robô, em 4(b) a tela da programação feita no Ardublock e em 4(c) a realização de testes para verificar se os desafios foram cumpridos. Para os testes, o instrutor realizou marcações com fitas no chão. O primeiro desafio era posicionar o robô antes da faixa amarela, fazê-lo andar até o centro de espaço demarcado entre faixas brancas, parar por 5 segundos e depois seguir até ultrapassar a próxima faixa amarela.

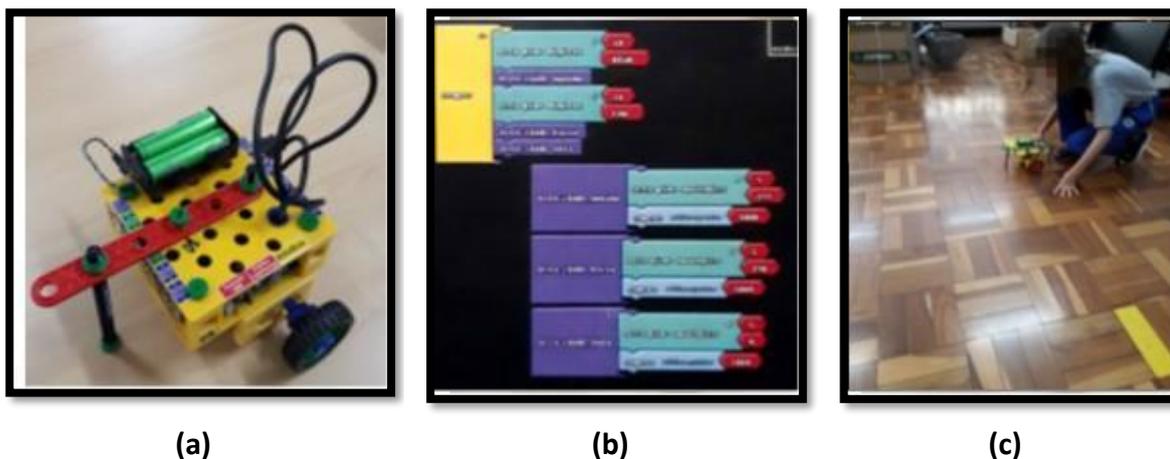


Figura 4 - Momentos das aulas do 4º ano

Fonte: Dados da pesquisa – evidências do estudo de caso.

Em outra aula, o desafio foi fazer o robô seguir até o centro do espaço entre as faixas brancas, dar uma volta completa e depois seguir até passar pela próxima faixa amarela. Na aula seguinte, o robô deveria dar meia volta ao chegar ao centro e retornar ao ponto onde iniciou. Em todas as situações os alunos precisaram refazer ou completar o código inicial e efetuar diversos testes para verificar se os resultados estavam compatíveis com o proposto. Todos conseguiram completar o desafio após várias experimentações, e sempre que surgiam dificuldades, as equipes se ajudavam, cooperando entre si, e trabalhando colaborativamente trocando códigos e discutindo os resultados obtidos nos testes. Assim, foram explorados aspectos cognitivos como análise de erros, levantamento e verificação de hipóteses, reformulação de ideias, interpretação de resultados. Também aspectos afetivos como socialização, relacionamento interpessoal, comunicação, compartilhamento; e psicomotores como direção e lateralidade, coordenação, e noção de tempo e espaço; conforme indicado como possibilidades por Zilli (2004).

A prática da observação e registro das dificuldades dos alunos também aconteceu com essas turmas, sendo que segundo o instrutor, costuma analisar quais estudantes precisam desenvolver melhor cada uma das habilidades exploradas. Assim, se a necessidade for, por exemplo, aprimorar habilidades sociais, o instrutor busca inserir esse estudante em atividades que viabilizem esse aprimoramento. Dessa forma, o planejamento parte da observação para conhecer o aluno e planejar ações de acordo com as necessidades individuais.

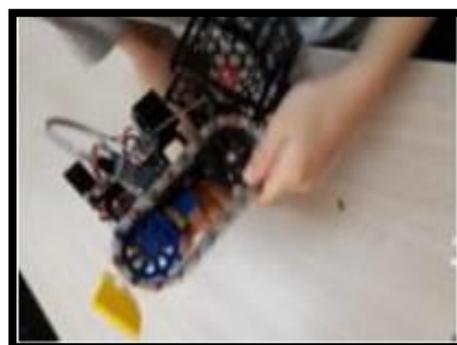
Quinto ano: com os estudantes de quinto ano, o trabalho avança em direções mais complexas, com o instrutor propondo desafios com materiais diferenciados do *kit Atto*, na forma de um projeto anual, que objetiva montar um robô denominado Taturana, controlado pelo celular por meio de um módulo *bluetooth*. Esse projeto envolve diversas etapas, desde a impressão das peças estruturais em 3D até a montagem mecânica, eletrônica e lógica. Os

componentes eletrônicos do Taturana são adquiridos com patrocínio de empresas e dos responsáveis pelos discentes. Ao final do ano letivo, cada estudante pode levar o seu exemplar. Para um exemplar são necessários: 01 Placa Arduino Uno; 1 Módulo *Bluetooth*; 2 *Led* Frontais; 2 Motores Dc; 1 Bateria 2 - 3,7 V; 1 Ponte H; 1 Cabo Usb; 2 Rodas Eixo; 2 Esteiras (Com 20 Peças Cada Uma); 1 Base; 1 Suporte de Bateria; 1 Caneragem; 1 Pá; 20 Jumper.

Anteriormente, os alunos já tinham acompanhado a impressão 3D das peças estruturais, realizada pelo instrutor, e tinham montado a base do robô, de modo que nas aulas observadas estavam trabalhando na construção das partes mecânica e eletrônica, e toda a elaboração da parte lógica. A Figura 5 ilustra momentos da montagem em diversos estágios. Iniciando com a construção da esteira, os estudantes parafusaram uma a uma das peças até que toda a esteira estivesse formada, como é possível observar em 5(a). Em 5(b) o aluno finalizou a montagem da esteira e acoplou nas rodas do robô. Cada estudante concluiu essa etapa durante a aula com o auxílio e orientação do instrutor. Na aula seguinte, o instrutor auxiliou na montagem da parte eletrônica, que fica protegida no interior do Taturana, e a placa Arduino, led, motor, cabos e demais componentes foram conectados (Figura 5(c)). O projeto finalizado é representado em 5(d).



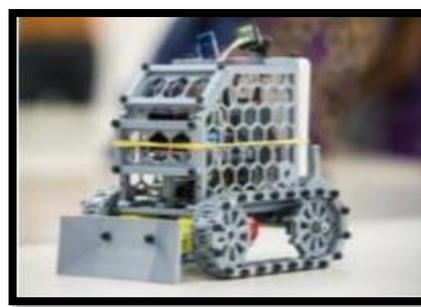
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5 - Momentos das aulas do 5º ano
Fonte: Dados da Pesquisa – evidências do estudo de caso.

Com o projeto finalizado, nas aulas seguintes, os discentes levaram seus celulares e instalaram o aplicativo *Bluetooth RCControl* (ANDI.CO, 2012), que pode ser baixado na *PlayStore* e trabalharam na elaboração da programação necessária para que, ao utilizar os comandos do aplicativo no celular, a resposta fosse a correspondente no Taturana. Os comandos são basicamente frente, ré, parar, desligar, direita, esquerda, direita ré, esquerda ré. O instrutor mediou todo o processo, auxiliando os aprendizes em suas dúvidas. A cada etapa da elaboração, o código era testado para verificar possíveis erros. Na oitava aula observada, foi realizado o teste final ilustrado na Figura 6.

**(a)****(b)****Figura 6** - Momentos dos testes finais e desafios com o Taturana

Fonte: Dados da Pesquisa - evidências do estudo de caso.

No primeiro desafio, retratado na Figura 6(a), cada aluno deveria controlar seu Taturana, empurrando o oponente para fora da região demarcada. Desse modo, o vencedor era o último que permanecesse dentro do espaço. Já no segundo desafio, retratado na Figura 6(b), o objetivo era ser o único a subir no círculo demarcado. Para isso, era necessário não apenas mover-se em direção a ele, mas também impedir os demais de alcançar esse objetivo. Mais uma vez, a observação e registros das dificuldades e avanços dos alunos se fizeram presentes em todas as aulas e guiaram o planejamento do professor. Ficou evidente, durante todas as observações, a preocupação de redirecionar as atividades propostas de acordo com a necessidade dos estudantes, visando o seu desenvolvimento.

É projeto da escola que no quarto bimestre do ano letivo, os alunos do 5º ano participem em eventos e competições de robótica realizados no município e em cidades vizinhas, apresentando seus projetos Taturanas. Essa participação também é uma forma de avaliar o desenvolvimento dos alunos durante toda sua trajetória no projeto de Robótica,

uma vez que, nesses eventos, os alunos são desafiados em seus aspectos socioemocionais e de aplicação dos conhecimentos, pois necessitam demonstrar os aprendizados adquiridos durante os eventos. Nesses momentos, não são avaliados pelo simples fato de vencer ou não uma competição, mas pelas atitudes e habilidades demonstradas durante toda a participação.

Há uma intenção da escola em implantar um projeto para alunos egressos, visando a continuidade das atividades para esses estudantes; já que na Rede Estadual de Ensino, a qual eles passam a frequentar para continuar os estudos, não há oferta de projetos similares, exceto em duas escolas de Ensino Médio Técnico. Assim, há uma ruptura no que se refere ao aprendizado da Robótica Educacional para esses alunos quando saem da escola. A efetivação desse projeto para egressos, todavia, esbarra até o momento, em questões legais e burocráticas de autorização para a entrada e a permanência na escola de estudantes que não pertencem à Rede de ensino.

Quando os desafios não são concluídos em uma única aula, os alunos continuam na aula seguinte até encontrarem as soluções, sendo desafiados a buscá-las por meio da experimentação, diálogo, teste e validação de hipóteses. Há ainda espaço para a exploração mais intensa da relação com os conteúdos curriculares, a exemplo de Neto (2014), Machado (2016) e Farias et al. (2019), objetivando a aprendizagem dos conceitos das disciplinas por meio do estudo da aplicação prática para uma aprendizagem contextualizada e interdisciplinar, como recomenda o estudo de Menezes e Santos (2015).

Conforme foi possível notar durante as aulas, e a partir do relato do instrutor, o processo de avaliação pode ser enquadrado em um viés qualitativo, na perspectiva de ações formativas contínuas. Segundo Perrenoud (1999), a lógica que permeia a avaliação formativa é a “regulação da aprendizagem”. Nesse sentido, para esse autor, o objetivo é conhecer o que os estudantes revelam ter compreendido dos conteúdos trabalhados e que objetivos ainda não conseguiram alcançar. A partir disso, são propostas atividades que possibilitem o avanço na aprendizagem, por meio da orientação do professor. Nessa compreensão de avaliação, entende-se que ela ocorre durante todo o processo, considerando o conhecimento do estudante no início das ações, seu progresso durante um contínuo de aulas e o avanço que demonstrou obter ao final do período. Em relação aos instrumentos avaliativos, o instrutor utiliza a observação das ações dos estudantes durante as atividades, registrando em diário próprio, o progresso e as dificuldades apresentadas, com o objetivo de planejar ações de intervenção que viabilizem o avanço da aprendizagem. Essa perspectiva é coerente com o que Perrenoud (1999) destaca sobre os instrumentos de avaliação formativa, que podem incluir desde testes criteriosos até a observação *in loco* dos métodos, procedimentos e processos intelectuais do aluno.

O projeto seguiu os mesmos moldes em 2019, no qual os conteúdos avançam progressivamente do 3º ao 5º ano. Em 2020, as atividades em contraturno foram descontinuadas em decorrência da Pandemia de Covid-19 e foram retomadas nos mesmos moldes em 2021 com o retorno das atividades presenciais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de Robótica Educacional relatadas seguem uma perspectiva de progressão e continuidade dos conteúdos que respeitam as necessidades dos estudantes, iniciando com atividades de montagem que exploram a coordenação motora fina e a manipulação dos objetos, juntamente com conceitos como: classificação, seriação, sequência; passando por montagens mais elaboradas, pela programação visual, até questões mais complexas como a montagem dos componentes eletrônicos. As tarefas são desenvolvidas em formato de projetos, de modo que a cada aula os alunos avançam em dimensões mais elaboradas, aprofundando o conhecimento. Além disso, pela perspectiva de explorar a criatividade, o protagonismo, a investigação, a experimentação, o levantamento e a verificação de hipóteses, tem-se contribuído no desenvolvimento de habilidades importantes na formação da cidadania como a capacidade de resolver problemas e tomar decisões, além de aspectos socioemocionais.

De modo geral, a escola tem trabalhado com a Robótica Educacional dentro da perspectiva recomendada pela literatura e trabalhos correlatos, porém com o diferencial de o fazê-lo de forma contínua e não como experiências de curta duração, o que tem favorecido o desenvolvimento progressivo dos estudantes. O trabalho tem servido como referência dentro da própria rede municipal de ensino, que a partir da experiência pioneira dessa escola que buscou implantar a Robótica por iniciativa própria, tem procurado expandir o projeto para as demais escolas, de modo que atualmente 20 unidades escolares receberam os *kits* Atto da Secretaria Municipal de Educação. Mais recentemente, 20 impressoras 3D e cortadoras a *laser* foram adquiridas pela Secretaria e distribuídas para as escolas (uma por instituição). Além disso, há previsão de expandir essa atividade para todas as unidades escolares da Rede de ensino progressivamente.

A escola alvo do estudo tem sido procurada por outras secretarias de educação, inclusive de países vizinhos como Argentina, a fim de conhecer como as atividades são desenvolvidas. Nesse sentido, a principal contribuição desse artigo é relatar práticas que estão sendo desenvolvidas nos anos iniciais, etapa do ensino em que trabalhos dessa natureza são ainda escassos, e não sob forma de projetos ou oficinais pontuais, mas na perspectiva de práticas integradas às demais atividades, de uma forma contínua e progressiva, estando já bem estruturadas em termos pedagógicos, podendo ser referência para realidades que estão

começando essa caminhada, visto que sua trajetória pode indicar caminhos e possibilidades. Como sugestão para a escola ou para realidades que não dispõem de *kits* de Robótica, a Robótica com sucata é uma opção muito interessante, não apenas por utilizar materiais de baixo custo, mas pelo potencial em termos de criatividade e de exploração de conteúdos relacionados à preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, conforme indicado nos trabalhos correlatos apresentados nesse estudo.

Há ainda o que ser aprimorado no que tange à avaliação das aprendizagens, tanto cognitivas como de habilidades socioemocionais e dos conceitos de mecânica, programação e eletrônica. A perspectiva qualitativa/formativa pode ser complementada com o uso de outros instrumentos de avaliação que não somente a observação do professor. Todavia, esse aspecto ainda é um desafio em âmbito geral dos trabalhos com Robótica. Por ser um conhecimento que está começando a adentrar ao ambiente escolar, estudos sobre isso ainda são incipientes, necessitando de mais pesquisas e fundamentação sobre as formas de aprimorar a avaliação das aprendizagens. Assim, como trabalhos futuros, é de interesse uma pesquisa para avaliar sistematicamente as aprendizagens nos aspectos supracitados. E também verificar como as atividades com Robótica Educacional estão impactando a aprendizagem dos demais componentes curriculares.

REFERÊNCIAS

ANDI.CO. Bluetooth RCControl. 2012. Disponível em: <http://andi.co/defaultsite>. Acesso em: 12 abr. 2022.

BRASIL. República Federativa do Brasil. **Decreto nº 7.083**, de 27 de janeiro de 2010. Dispõe sobre o Programa Mais Educação. Brasília, DF, Diário Oficial da União, jan. 2010. Disponível em: encurtador.com.br/ipEJ2. Acesso em: 12 abr. 2022.

BRASIL. República Federativa do Brasil. **Manual operacional de educação integral**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <https://encurtador.com.br/kHIO7>. Acesso em: 12 abr. 2022.

BRASIL. República Federativa do Brasil. **Portaria normativa interministerial nº 17**, de 24 de abril de 2007: Institui o Programa Mais Educação, que visa fomentar a educação integral de crianças, adolescentes e jovens, por meio do apoio a atividades sócio-educativas no contraturno escolar. Distrito Federal: Diário Oficial da União, 26 abr. 2007. Seção 1, p. 5-6. Disponível em: encurtador.com.br/xHKU8. Acesso em: 13 abr. 2022.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos**. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16044>. Acesso em: 13 abr. 2022.

COSTA, Douglas Sulis da. **Programando o AttoBox com o Ardublock**. (Santa Catarina). Dual System - Atto Educacional. São José: Dual System, 35 p. 2014.

COUDOIN, Bruno. **GCompris**. 2000. Disponível em: https://www.gcompris.net/index-pt_BR.html. Acesso em: 13 abr. 2022.

DUAL SYSTEM (Santa Catarina). **Atto - um recurso, infinitas soluções**: Matemática 1º ao 5º ano. São José: Dual System, ©2018. 133 p.

FARIAS, Fernando Lucas de Oliveira; BRITO, Everton da Silva; COSTA, Felipe Jhonanta Ferreira da, DINIZ, Igo Joventino Dantas, BURLAMAQUI, Akynara Aglaé Rodrigues Santos da Silva, BURLAMAQUI, Aquiles Medeiros Filgueira. GEORobótica - uma proposta lúdica interdisciplinar para ensino de geografia no ensino médio: um relato de experiência da robótica educacional com alunos de escola pública. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA. **Anais do...** Brasília, DF, p. 168, nov. 2019. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/8503/6076>. Acesso em: 13 abr. 2022.

FERNANDES, Manasses; SANTOS, Camila dos; SOUZA, Edmar de; FONSECA, Marcos Guimarães. Robótica educacional uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA. **Anais do...**, Fortaleza, CE, p. 315, out. 2018. Disponível em: encurtador.com.br/uxKQ3. Acesso em: 13 abr. 2022.

MACHADO, Jordano Nunes. **Programação e robótica no ensino fundamental**: aplicação no estudo de cinemática a partir de uma UEPS. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS, 2016. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1141>. Acesso em: 13 abr. 2022.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY(Org). Scratch. 2007. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbetes robótica educacional. Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: encurtador.com.br/zFR02. Acesso em: 09 abr. 2022.

NETO, Carlos Alves de Almeida. **O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Juazeiro do Norte, CE, 2014. Disponível em: encurtador.com.br/kpl78. Acesso em 01 abr. 2022.

PERRENOUD, Phillipe. Introdução. In: **Avaliação**: da excelência à regularização das aprendizagens: entre duas lógicas. Artmed: Porto Alegre, 1999.

SANTOS, Icleia; MEDEIROS, Luciano Frontino de. Robótica com materiais recicláveis e a aprendizagem significativa no ensino da matemática: estudo experimental no ensino fundamental. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA. **Anais do...**, Recife, PE, p. 275, out. 2017. Disponível em: encurtador.com.br/fnEL8. Acesso em: 13 abr. 2022.

SILVA, Alzira Ferreira da. RoboEduc: **Uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional**. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2009. Disponível em: 09 abr. 2022.

SILVA, Maria Aparecida de Faria da; OLIVEIRA, Márcia. A robótica educacional na perspectiva das metodologias ativas. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA. **Anais do...** Brasília, DF, p. 1289, nov. 2019. Disponível em: encurtador.com.br/dhzFJ. Acesso em: 13 abr. 2022.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: encurtador.com.br/dhikU. Acesso em: 09 abr. 2022.

Revisão gramatical realizada por: Denis Antônio Silva

E-mail: denisecofoz@gmail.com