



Recebido: 16 de abril de 2020
Revisão: 25 de outubro de 2020
Aceito: 12 de novembro de 2020

Endereço dos autores:

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. R. Universitária, 2069 – Universitário Cascavel - PR - CEP: 85819-110, Brasil.

E-mail / ORCID

marciarkjf@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5705-0322>

boscarioli@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7110-2026>

ARTIGO / ARTICLE

Robótica educacional nos anos iniciais: o processo de implementação e avaliação em uma escola pública

Educational robotics in elementary school: the process of implementation and evaluation in a public school

Márcia Regina Kaminski e Clodis Boscarioli

Resumo: Dentre as possibilidades do uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação na educação, a Robótica Educacional vem ganhando espaço, em especial por favorecer um ensino interdisciplinar e contextualizado com a realidade. Todavia, a maior parte das experiências relatadas descrevem oficinas com duração limitada, sem continuidade das atividades desenvolvidas. Este artigo apresenta como uma escola pública municipal brasileira, que oferta a primeira etapa do Ensino Fundamental, pioneira no seu município a implantar a Robótica Educacional, percorreu os caminhos para consolidação desse trabalho que acontece desde 2015 em uma perspectiva de continuidade e progressão dos conteúdos, e como prática integrada ao seu Projeto Político Pedagógico. Também são apresentados os dados obtidos em entrevista não diretiva com o instrutor responsável pelas aulas de Robótica e questionários semiestruturados aplicados a professores e responsáveis pelos estudantes, com o objetivo de avaliar como a comunidade escolar tem percebido os impactos desse projeto. As conclusões indicam resultados positivos na aprendizagem dos estudantes e que as práticas pedagógicas desenvolvidas podem contribuir, de forma relevante, para diversos aspectos do desenvolvimento em uma perspectiva integral. Ainda, este estudo pode auxiliar outras escolas que desejem iniciar atividades com Robótica Educacional.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais, Robótica, Educação, Práticas Pedagógicas, Anos Iniciais.

Abstract: Among the possibilities of using Digital Technologies of Information and Communication in education, Educational Robotics has been gaining space, especially by favoring an interdisciplinary teaching and contextualized with reality. However, most of the experiences described are in the form of one-off workshops, with limited duration, with no continuity in the activities developed. This paper presents how a Brazilian municipal public school, which serves students from the first stage of Elementary Education, a pioneer in their municipality to implement Educational Robotics, followed the paths for consolidating this work that has been happening since 2015 in a perspective of continuity and progression of the contents, and as an integrated practice into his Political Pedagogical Project, in addition to investigating, through data obtained in a non-directive interview with the instructor responsible for the classes and semi-structured questionnaires applied to teachers and those responsible for students, how the school community has perceived its impacts. The conclusions indicate positive results in student learning and that the pedagogical practices developed can contribute, in a relevant way, to different aspects of development in an integral perspective. Still, this research can help other schools that wish to start activities with Educational Robotics.

Keywords: Digital Technologies, Robotics, Education, Educational Practices, Elementary School.

1. Introdução

A relevância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para práticas pedagógicas é reconhecida há algum tempo, dadas suas contribuições para processos de ensino e aprendizagem mais dinâmicos, interdisciplinares e contextualizados com a realidade. Dentre as possibilidades, a Robótica Educacional tem conquistado espaço no ambiente escolar.

A Robótica pode ser definida, em linhas gerais, como uma área multidisciplinar que estuda dispositivos que interagem com o mundo real por meio de estruturas programáveis, possibilitando a realização de tarefas, modificando o mundo e a forma como trabalhos são realizados (Zilli, 2004). Tem se desenvolvido de maneira tal que sua presença no cotidiano dos indivíduos, por meio de dispositivos automatizados que vão desde uma lâmpada até equipamentos médicos, é cada vez mais comum, ainda que não se apercebam disso.

De acordo com César (2009), a Robótica torna-se educacional quando, no ambiente escolar, há um intencional esforço de utilizar os dispositivos para o estudo das diversas áreas, servindo como uma maneira de ensinar e aprender os conteúdos. Para esse autor, «É uma denominação para o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento» (César, 2009, p. 25).

Silva (2009, p. 31) define Robótica Educacional como «o ambiente de aprendizagem em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador» e indica que:

«O casamento entre a robótica e educação tem todos os ingredientes para dar certo. Primeiro, o robô, como elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados pela escola. Segundo, pelo fato de que os robôs mexem com o imaginário infantil, criando novas formas de interação, e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos. [...] A robótica pedagógica envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução. Para isso, faz-se necessário a utilização de conceitos de diversas disciplinas para a construção de modelos, levando os alunos a uma rica vivência interdisciplinar» (Silva, 2009, p. 31).

Brackmann (2017, p. 49) define como

«[...] utilização de aspectos/abordagens da robótica industrial em um contexto no qual as atividades de construção, automação e controle de dispositivos robóticos propiciam a aplicação concreta dos conceitos em um ambiente de ensino e de aprendizagem.»

Das definições, fica claro o intencional pedagógico que deve ser dado às atividades com Robótica na escola e a relação que deve ser estabelecida entre os conteúdos das diversas disciplinas, de modo a explorar o potencial interdisciplinar e a aplicação prática dos conhecimentos científicos para uma aprendizagem contextualizada com a realidade.

Para Silva e Blikstein (2020), quando inseridas nos contextos educacionais, a Robótica pode trazer contribuições como a compreensão dos conceitos envolvidos nas tecnologias e do papel do ser humano no seu desenvolvimento, a possibilidade de um aprendizado baseado na experimentação, análise dos erros, soluções de problemas,

além de propiciar a combinação da criatividade e da exploração individual, com momentos de colaboração e trabalhos em equipe, modificando a forma tradicional como muitas vezes a escola está organizada.

Algumas experiências com Robótica Educacional têm sido relatadas, a exemplo de Cuch e Medeiros (2017), que desenvolveram um projeto com 35 alunos do Ensino Médio, de duas escolas de Porto União/SC/BR. Os discentes foram divididos em grupos de 5 integrantes e cada grupo participou por duas horas do projeto. Os autores destacam a motivação e a elaboração de hipóteses a partir das atividades, como aspectos positivos à aprendizagem.

Santos, Sousa, Raiol, Cerqueira e Bezerra (2019) relatam a realização de oficinas de robótica por meio da aplicação de exercícios, dinâmicas, aulas, testes e missões. Foram atendidos 12 alunos de 6º ano, e 8 de 7º ano, em grupos separados por ano, em contraturno escolar, em encontros semanais, com duração de 3 horas cada, totalizando 21 horas durante as sete semanas em que foi desenvolvido o projeto. Também, no ensino superior, foram desenvolvidas 6 horas de oficina com 15 alunos de dois cursos ligados à área da Informática. Os resultados apontaram a motivação e a satisfação como principais benefícios.

Szeuczuk (2020) descreve atividades de Robótica Educacional em uma escola rural, com estudantes de 4º e 5º anos do ensino fundamental, no município de Guarapuava/PR/BR. Foram abordadas atividades conceituais em sala de aula regular e de programação em linguagem Logo no laboratório de informática com todos os alunos. Na sequência, desenvolveram-se atividades práticas de construção com sucata, sendo essa parte do trabalho desenvolvido em contraturno escolar, onde puderam participar 14 discentes. O autor destaca a relevância da prática para o aprendizado e a aproximação das tecnologias nas escolas rurais como pontos positivos.

Castilho e Fagundes (2020) relatam atividades de Robótica com 92 estudantes do Ensino Médio para abordagem de conceitos de cinemática na disciplina de Física, em uma escola pública em Porto Alegre/RS/BR. Nessa experiência, a Robótica foi utilizada como atividade experimental, na qual os alunos fizeram uma plataforma movimentar-se em diferentes direções, velocidades e superfícies, registraram os dados obtidos e os analisaram. As autoras apontam o engajamento e a experimentação como contribuições à compreensão do conteúdo.

Embora seja crescente o número de iniciativas para implementar a Robótica Educacional nos ambientes escolares, observa-se que a maior parte delas se refere a experiências em oficinas de curta duração e sem relatos de avaliação após um período de continuidade das atividades. Como exemplo, dos trabalhos correlatos mencionados, apenas Fernandez-Vivas e López-Sáes (2019) realizaram uma avaliação com pais, professores e alunos participantes da oficina de Robótica por eles desenvolvida na educação primária. Nesse sentido, torna-se relevante investigar como são estruturadas as atividades e os impactos percebidos por comunidades onde a Robótica foi implementada enquanto prática da instituição, numa perspectiva de continuidade e progressão dos conteúdos.

Por essa razão, neste artigo descrevemos os resultados de uma pesquisa que teve por finalidade mostrar o processo de implementação da Robótica Educacional em uma escola municipal, desde 2015, como prática integrada ao Projeto Político Pedagógico, e uma avaliação dos impactos percebidos por docentes e responsáveis por estudantes.

Desde sua implantação, o Projeto passou por reestruturações em termos de organização das aulas, de modo que a experiência da escola pode ser um indicativo importante em relação às formas de trabalho com a Robótica Educacional que oportunizem melhores resultados pedagógicos. Os métodos utilizados são descritos na próxima Seção.

2. Métodos

Na escola onde a pesquisa foi desenvolvida as aulas de Robótica fazem parte do Projeto Político Pedagógico, acontecendo de forma contínua, durante todo o ano letivo, sendo esse o principal diferencial em relação a outras realidades. As aulas são preparadas e ministradas por um profissional específico, denominado Instrutor de Informática¹.

O objetivo da pesquisa foi o de compreender a trajetória de implementação da Robótica Educacional na perspectiva de prática pedagógica integrada às demais atividades da escola, a partir do qual buscou-se conhecer as ações, dificuldades encontradas, encaminhamentos adotados e impactos percebidos, desde o início até a consolidação do projeto. Para tanto, realizou-se, em julho de 2018, uma entrevista não diretiva com o instrutor de Robótica, que relatou o processo de implantação e organização do projeto a cada ano letivo, até que fosse estruturado da melhor forma considerada, que permanece como forma de execução.

Para avaliação dos impactos do projeto à comunidade escolar, foram aplicados dois questionários semiabertos, sendo o primeiro destinado aos responsáveis pelos estudantes e o segundo ao diretor, à coordenadora e aos professores regentes dos alunos de Robótica, com os quais o instrutor de Robótica busca manter diálogo para informar sobre as atividades desenvolvidas em contraturno, o desenvolvimento dos estudantes, além de trocar informações sobre os conteúdos explorados pelos regentes em sala de aula regular visando relacioná-los com a Robótica Educacional.

O questionário aplicado aos responsáveis pelos discentes foi constituído por uma seção para conhecer sua compreensão sobre o que é trabalhado nas aulas de Robótica Educacional, outra seção para conhecer o perfil dos estudantes: se participam da Robótica por interesse próprio ou do responsável, por necessidade de permanecer na escola o dia todo, e se é um aluno que frequenta o reforço escolar. Uma última seção objetivou identificar como os responsáveis percebem os impactos da Robótica para seus filhos, sendo questionados sobre o nível de empolgação da criança em relação às aulas e como isso tem sido demonstrado. Também buscamos saber se a criança tentou reproduzir ou criar algo em casa, que tenha aprendido nas aulas de robótica, como foi a experiência e se, e o quê, a criança comenta gostar mais nas aulas (atividades de programação, montagem mecânica ou eletrônica).

A primeira seção do questionário aplicado à equipe gestora e aos docentes objetivou conhecer a visão em relação às atividades de Robótica, como veem sua importância, se acompanharam o processo de implantação e como se posicionaram em relação a ele, se têm conhecimento de como ocorrem as aulas, do que é ensinado, e

¹ O cargo de Instrutor de Informática foi criado por necessidade de um profissional específico em cada unidade escolar para o atendimento aos alunos nos Laboratórios de Informática. Esse profissional tem como atribuições planejar, elaborar material, ministrar aulas e avaliar os processos de ensino e aprendizagem do conteúdo pedagógico curricular de forma mediada pelas TDIC. Os conteúdos são definidos com base no Currículo e diálogo com o professor regente de cada turma. Os Instrutores recebem capacitação técnica e pedagógica ofertada continuamente pela Secretaria de Educação. Cada instituição conta com um Instrutor que atende no Laboratório todos os alunos nela matriculados, de acordo com cronograma semanal por turma, em período regular de aula. Na escola alvo da pesquisa, além desse atendimento no Laboratório de Informática, os alunos podem frequentar as aulas de Robótica em contraturno escolar sendo atendidos por um Instrutor específico para essa atividade.

se buscam se envolver com ela. A segunda seção buscou identificar se percebem contribuições da Robótica à aprendizagem dos seus alunos, e se e em quais campos, foram percebidas melhoras no desenvolvimento escolar após a frequência na Robótica Educacional.

O questionário impresso foi aplicado aos participantes que foram esclarecidos quanto aos objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido nos anos letivos de 2017 e 2018. Os dados foram sistematizados e categorizados de modo a identificar os principais impactos do projeto. Na sequência, são apresentados os resultados obtidos, sendo inicialmente relatado o processo de implementação do projeto conforme descrito pelo instrutor durante a entrevista e, posteriormente, os resultados dos questionários aplicados à comunidade escolar.

3. Resultados

Considerada de porte médio, atendendo estudantes da Educação Infantil ao 5º ano do Ensino Fundamental, a escola Aloys João Mann, pertencente à rede municipal de Cascavel/PR/BR, iniciou em 2015, sua trajetória em relação ao uso pedagógico da Robótica por iniciativa da comunidade escolar, que buscou meios para a implantação do projeto, sendo a pioneira do município a desenvolver essas atividades.

No primeiro ano, as atividades realizadas como parte de um programa de educação em tempo integral, não trouxeram os resultados esperados em função de dificuldades estruturais. A partir de 2016, o tempo integral foi descontinuado e a Robótica passou a ser ofertada em contraturno como atividade complementar. Até 2018, a cada ano letivo foram implantadas modificações na organização do projeto a fim de encontrar uma forma de trabalho mais adequada. Assim, a escola chegou em 2018 a uma proposta de organização da Robótica Educacional que permanece até o momento atual, e que está sendo reproduzida em outras unidades escolares da Rede de Ensino.

O interesse pela Robótica Educacional surge da participação de uma das profissionais da escola em cursos de formação continuada em 2013 e 2014 que debatiam a temática. A ideia de implementação da Robótica Educacional na instituição foi apresentada a direção e coordenação e iniciaram-se pesquisas sobre como poderiam ser concretizadas essas atividades.

Ao final do ano letivo de 2014, um caminho abriu-se por meio do Programa Mais Educação, instituído pela Portaria Interministerial nº 17/2007 (Brasil, 2007) e pelo Decreto nº 7.083 (Brasil, 2010). O Programa previa a ampliação da jornada escolar, por meio de atividades complementares ofertadas em período oposto ao ensino regular, de modo que os alunos inscritos permaneceriam por tempo integral na instituição.

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).

A legislação do Programa foi estudada pela comunidade escolar (professores, servidores e responsáveis). À época, alguns docentes foram contrários à adesão ao Programa, visto que as atividades seriam desenvolvidas em período integral. A preocupação estava ligada à estrutura física da escola, que não dispunha de espaços adequados para isso. Ainda assim, vislumbrando os benefícios da Robótica Educacional, após a aprovação da maioria em todas as instâncias, a escola aderiu ao Programa no final de 2014.

O atendimento aos alunos em tempo integral iniciou em fevereiro de 2015, porém apenas com os projetos de Língua Portuguesa, Matemática e Xadrez (escolhidos pela equipe pedagógica como atividades complementares junto com a Robótica, uma vez que, para esses projetos, a escola já dispunha de material), em razão da demora no repasse dos recursos do Programa destinados à compra do material para a Robótica. Apenas no segundo semestre de 2015 a escola iniciou o atendimento na Robótica Educacional, com materiais emprestados pela Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico do município.

Sobre o trabalho nesse período, o instrutor relata que as turmas eram multisseriadas, pela própria estrutura do programa, que previa participação prioritária de estudantes com dificuldades no processo de escolarização em todas as atividades complementares. Esse requisito de prioridade fez com que obrigatoriamente todos os estudantes matriculados no reforço escolar fossem inscritos nas atividades do Mais Educação, incluindo a Robótica. Por essa razão, as turmas multisseriadas foram organizadas com um número entre 10 e 15 estudantes. Segundo o instrutor:

«As atividades envolviam basicamente a apresentação conceitual da aplicação da robótica no dia a dia, com ênfase na manipulação dos objetos e construção de soluções visando conteúdos apresentados no Currículo da Rede Municipal. O foco nesse período, considerando as turmas multisseriadas, estava no nivelamento dos alunos das turmas respeitando suas individualidades, com mediação direta e/ou indireta durante as aulas. Aulas planejadas visando o crescimento gradativo de toda a turma e a integração e trabalho em grupo.»

O instrutor avalia o rendimento nesse período como mediano, considerando as dificuldades encontradas desde o momento da implantação do projeto até o final do ano. Salienta que foi um período conturbado em função do desgaste gerado durante a implantação e devido à falta de estrutura física da escola para atender adequadamente em período integral.

Muitos alunos demonstravam cansaço em função de a escola não dispor de um local apropriado para o período de descanso. O rendimento, mesmo na Robótica, não foi o esperado e, segundo os professores e a coordenadora pedagógica, houve queda no rendimento escolar de alguns discentes, tanto no período regular de ensino quanto nos projetos de Xadrez, Língua Portuguesa e Matemática, em função do cansaço, por permanecerem integralmente na escola sem uma estrutura adequada. Isso se mostrou um sério problema, especialmente considerando que já se tratava de alunos com dificuldades de aprendizagem.

É provável que a organização dessas atividades não contribuiu para o aprendizado desses alunos, por requererem atenções mais direcionadas. A Robótica pode ser utilizada como metodologia diferenciada com estudantes com baixo rendimento, a exemplo do trabalho de Cuch e Medeiros (2017). Todavia, a estrutura deve ser diferenciada. Os autores citados, por exemplo, trabalhavam com grupos de, no máximo, 5 estudantes, e com a mediação pedagógica bem direcionada durante todo o tempo. Nesse sentido, se a finalidade do Programa era melhorar o rendimento dos estudantes com dificuldades, a estrutura deveria ter sido repensada. Destacamos, porém, que sobre esse aspecto a escola não teve escolha além de se adequar às normas estabelecidas, de modo que a experiência veio a comprovar a necessidade de um atendimento diferenciado para esses alunos.

Ao final do ano letivo, a escola recebeu a verba para a aquisição dos materiais com a qual foi possível adquirir 5 kits Atto Educacional, uma impressora 3D, um projetor e uma tela para projeção. A escolha do kit foi baseada no atendimento aos critérios do Programa para compra do material no sentido de ser constituído por peças plásticas que não oferecem riscos aos alunos durante a manipulação.

O Kit é composto por 500 peças plásticas estruturais de diferentes formatos, tamanhos, cores e perfurações, parafusos, rebites e chaves para montagem. A Figura 1 mostra o painel organizado pelo instrutor com as peças. A parte eletrônica é composta por uma interface programável chamada AttoBox; sensores digitais touch e magnéticos; sensores analógicos de distância, linear, temperatura e luz; atuadores: luzes (led monocolor e tricolor); movimento e som (motor-servo 9g 180°, motor DC direito, motor DC esquerdo, buzzer) e um conjunto de conexão e alimentação externa composto por suporte, bateria, carregador e cabo USB.



Figura 1. Painel montado com as peças estruturais do Kit Atto Educacional.

Apesar dos desafios enfrentados nesse primeiro ano, o projeto pôde ser implantado, ainda que não sob as condições ideais, e os estudantes daquele ano tiveram a oportunidade de ter contato ao menos com alguns conceitos da Robótica, visualizando sua aplicação em situações reais, tornando um conhecimento antes distante, agora mais próximo.

Em função do desgaste gerado pela estrutura inadequada para atendimento em período integral, a escola optou pela não adesão ao Programa «Mais Educação». Assim, o Programa foi descontinuado em 2016 e a Robótica passou a ser ofertada como atividade complementar, não somente aos alunos com dificuldades, mas para todos os interessados. Os estudantes deixaram de permanecer em tempo integral na escola, participando em contraturno somente nos dias e horários designados à Robótica.

Com essa nova configuração, as turmas foram organizadas para atender entre 10 e 20 estudantes cada uma, sendo separados 4º e 5º anos, porém permanecendo o atendimento multisseriado para 2º e 3º. De acordo com o instrutor, as aulas continuaram com o enfoque na aplicação da Robótica em situações da realidade, com ênfase na manipulação dos objetos e construção para os 2º e 3º anos, visando conteúdos apresentados no Currículo como coordenação motora fina, classificação e seriação, sendo somadas atividades de introdução à programação e desenvolvimento do pensamento lógico para 4º e 5º anos. Segundo o instrutor:

«As aulas foram planejadas visando o crescimento gradativo dos conhecimentos do pensamento lógico matemático, além da desvinculação do aluno da visão 2D planejada e aplicada em salas regulares, para uma visão 3D que pode se materializar dentro do Laboratório de Robótica. Além disso, as atividades visam o trabalho colaborativo.»

Em relação ao rendimento desse período, com os redimensionamentos feitos, o instrutor considera de bom a ótimo. Aponta que houve melhoras significativas, uma vez que o projeto já estava um pouco mais estruturado e as turmas mais organizadas em termos de faixa etária dos estudantes, possibilitando atendimento mais direcionado às necessidades de cada turma.

Por consequência dessa reorganização, o instrutor começou a pensar em projetos específicos aos discentes de 5º ano, além do Kit Atto. Porém, para realização, eram necessários outros componentes eletrônicos, que representavam um custo elevado à escola. Pelas parcerias com fornecedores e responsáveis pelos alunos, foi possível adquirir esses materiais e, com a impressora 3D da escola, produzir a parte estrutural necessária à montagem de um Robô controlado via bluetooth de celular, que foi nomeado pelos aprendizes de Taturana.

Segundo o instrutor, é relevante que os discentes definam um nome para o robô, o que ajuda a estabelecer um vínculo afetivo com o projeto e, dessa forma, sentem-se mais envolvidos com a sua construção, dado que o artefato deixa de ser apenas um “objeto”, mas ganha uma “identidade” à criança, promovendo a aprendizagem lúdica e a exploração do imaginário, importantes ao desenvolvimento infantil. A Figura 2(a) mostra as peças que foram impressas em 3D para montagem e em 2(b) é possível visualizar o Taturana montado.

Os alunos produziram desde a montagem estrutural e eletrônica até a programação necessária ao funcionamento. Esse trabalho tem sido desenvolvido todos os anos com as turmas de 5º ano, que trabalham nos projetos durante todo o ano letivo e participam de competições em eventos anuais de Robótica.

Uma dificuldade apontada foi a constante rotatividade dos estudantes. Muitos se matriculavam, frequentavam um período e logo desistiam, principalmente em função de não disporem de alguém para acompanhá-los até a escola em contraturno. Em alguns casos, houve desistência por não se identificarem com as atividades, em outros os discentes efetuaram a matrícula após o início das aulas, quando despertaram

o interesse por observar e ouvir os colegas comentarem sobre a Robótica. Nesse caso, ocorria um pouco de atraso em relação aos avanços nos conteúdos, uma vez que o instrutor precisava retomar constantemente conteúdos já trabalhados, para que alunos que iniciavam após o período da matrícula pudessem acompanhar as aulas.

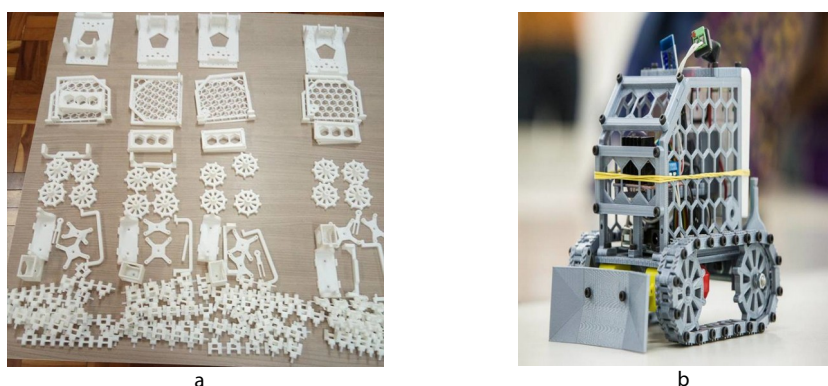


Figura 2. Robô Taturana construído com estudantes de 5º ano.

De acordo com o instrutor, embora mais estruturado enquanto projeto, por ser a primeira e única escola da Rede a desenvolver esse trabalho à época, não havia orientação pedagógica disponível, de modo que as práticas desenvolvidas foram empíricas a partir do que o instrutor observava dos resultados e a partir de pesquisas bibliográficas. O instrutor elaborava seu planejamento anual, com base nos materiais de orientação disponibilizados por Carvalho, Cunha e Ramalho (2014) e Dual System (©2018), que ainda hoje são a base de seu trabalho.

As vantagens observadas na separação das turmas de 4º e 5º anos foram significativas, uma vez que puderam ser desenvolvidas atividades mais adequadas às necessidades dos alunos. Ao contrário, as dificuldades de trabalhar de forma conjunta com os alunos de 2º e 3º permaneceram, uma vez que os alunos de 2º ano não conseguiam acompanhar os de 3º em atividades mais elaboradas, e os de 3º perdiam o interesse se as atividades fossem mais simplificadas para o 2º ano.

Por conta dessa constatação empírica, em 2017 o atendimento novamente foi reestruturado, sendo separadas as turmas multisseriadas. O enfoque para 2º e 3º ano continuou sendo a montagem e a manipulação das peças estruturais do Kit Atto, porém, agora, atendendo às especificidades de cada turma. Para estudantes de 4º ano, o enfoque passou a ser a programação e o desenvolvimento do raciocínio lógico. Já com o 5º ano, o trabalho com o projeto Taturana começou a ser explorado com mais intensidade e frequência. Conforme mencionado pelo instrutor:

«O foco das aulas foi o desenvolvimento da visão 3D para objetos do cotidiano, do senso crítico e artístico, despertar o sentimento de desenvolvedor de soluções, a visão lógica de como as coisas funcionam e onde podemos atuar e melhorá-las, despertar o trabalho colaborativo.»

Dessa experiência, foi possível perceber que os alunos de 2º ano costumavam ser consideravelmente faltosos, em especial em épocas de frio intenso. Em diálogo com as famílias, as justificativas eram que, por ser uma atividade em contraturno e os alunos serem ainda bem pequenos, tinham dificuldades em frequentar regularmente. Essa

realidade dificultava o avanço nos conteúdos, uma vez que muitos estudantes faltavam várias aulas sequenciais, pouco avançando.

Diante da situação, em 2018, as atividades com 2º ano foram descontinuadas e o atendimento de 3º ao 5º ano passou a ocorrer duas vezes na semana. Segundo o instrutor, considerando o já exposto e o fato de que os alunos de 2º ano estão em fase de alfabetização, torna-se mais produtivo focar do 3º ano em diante, possibilitando o atendimento duas vezes na semana para cada turma de 3º, 4º e 5º do que atender também ao 2º ano com rendimento não tão satisfatório. Essa estrutura mantém-se até hoje, pois de acordo com o instrutor, trouxe melhor rendimento em termos de aprendizagem dos conteúdos e desenvolvimento dos projetos.

Sobre essa descontinuidade do atendimento ao 2º ano, destacamos que essa foi uma peculiaridade dessa comunidade escolar, mas que, em outras realidades, talvez a participação em contraturno, mesmo de crianças menores, não seja uma dificuldade, e salientamos que alguns trabalhos com Robótica podem ser desenvolvidos desde a Educação Infantil, como mostrado por Santana e Raabe (2020). Cabe, portanto, a cada escola analisar a possibilidade e viabilidade. No caso da escola alvo do estudo, uma alternativa talvez seria atender a esses alunos em algum momento do horário regular de ensino, ainda que por períodos mais curtos. A Figura 3 resume a caminhada da escola em relação à Robótica em termos de estrutura e organização.

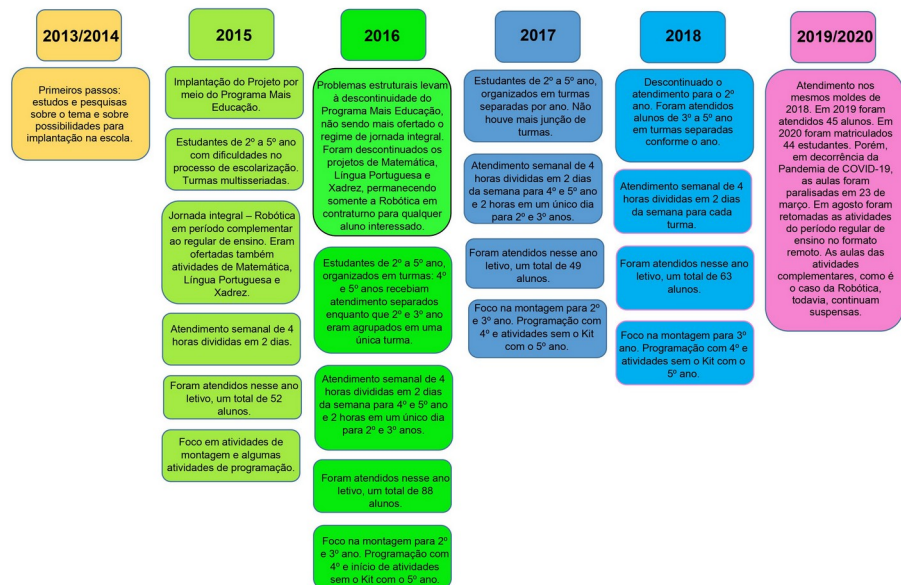


Figura 3. Trajetória da escola em relação a Robótica Educacional.

Além da entrevista com o instrutor, com o objetivo de analisar o perfil dos estudantes que frequentam a Robótica Educacional e compreender como os responsáveis têm percebido as contribuições do projeto aos processos de ensino e aprendizagem dos seus tutelados, realizamos uma pesquisa com os responsáveis dos alunos matriculados na Robótica entre 2017 e 2018.

Dos 112 questionários enviados (49 em 2017 e 63 em 2018), obtivemos o retorno de 51 (27 em 2017 e 24 em 2018). Os dados obtidos dos respondentes estão expressos na Figura 4.



Figura 4. Perfil dos estudantes e avaliação da robótica educacional pelos responsáveis em 2017 e 2018.

Pelas respostas, os responsáveis demonstraram compreensão adequada a respeito do que é desenvolvido nas aulas de robótica e das possíveis contribuições ao aprendizado. As palavras mais utilizadas são mostradas na nuvem de palavras da Figura 5. Essa compreensão é importante para que os responsáveis e os alunos tenham clareza dos motivos que justificam a Robótica Educacional nos contextos escolares e não a compreendam apenas como atividade lúdica.

A respeito das suas impressões sobre o Projeto, de modo geral, os responsáveis consideram como algo importante, que veio a complementar as atividades da escola e enriquecer o aprendizado. Algumas das respostas são descritas nomeadas de R seguidas da sequência numérica a fim de preservar o anonimato dos participantes:

R4: «A Robótica estimula a criatividade das crianças e a ordem e o senso delas trabalharem em grupo».

R12: «Percebo que fica mais concentrado e feliz por montar os próprios robôs (carro), empolgado quando vai a algum encontro ou evento».

R13: «Acho importante que as crianças adquiram conhecimentos inovadores desde cedo. Eu faço o possível para que minha filha não falte e cobro o que ela aprendeu durante a aula. Eu só tenho a agradecer o Projeto por incentivar as crianças a aprender coisas novas e criativas».

R17: «Até então ele melhorou muito desde a parte dos conteúdos quanto a parte da atenção. Ele está mais rápido para compreender as atividades e também para desenvolvê-las».

R22: «O Projeto além do aprendizado que proporcionou a ele, também foi fundamental para o pessoal. Era uma criança quieta, ajudou a ter iniciativa e interação com os outros colegas e professores. O Projeto foi bem abrangente desde as aulas em sala, até as saídas de campo».

R38: «Bastante proveitoso pois desenvolve e faz com que a criança tenha um raciocínio diferente para resolver as coisas».

R40: «Desenvolve a disciplina, concentração, responsabilidade, criatividade, resolução de problemas e cooperação».

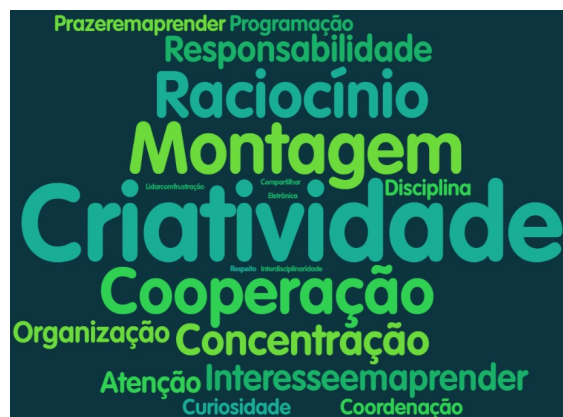


Figura 5. Nuvem de palavras sobre aspectos desenvolvidos pela Robótica segundo os responsáveis.

Dos 7 docentes regentes que tinham alunos matriculados no Projeto e a equipe gestora da escola constituída por diretor e coordenadora, convidados a participar da pesquisa respondendo ao questionário, obtivemos o retorno de 5 professores regentes, do diretor e coordenadora. Em relação às suas percepções sobre as aulas e contribuições aos processos de ensino e aprendizagem, algumas das respostas são expressas a seguir, nomeadas de P seguidas da sequência numérica:

P1: «Acredito que ajuda no raciocínio e desenvolvimento dos alunos e que contribui no processo de ensino-aprendizagem. Sempre que possível considero importante conhecer o que está sendo desenvolvido nas aulas. Acredito que contribui no desenvolvimento da criatividade».

P3: «Sou a favor do projeto pois proporciona aos educandos mais uma forma de se apropriarem dos conteúdos científicos auxiliando na lógica, resolução de problemas, regulação comportamental, acesso a uma forma de tecnologia que muitos não teriam condições financeiras se a instituição não oferecesse. Houve momentos em que foi socializado com os professores os objetivos e forma de trabalho no Laboratório de Robótica. Quando possível sempre acompanho».

P5: «A Robótica Educacional vem contribuir para a aprendizagem em sala de aula uma vez que desenvolve a autonomia, raciocínio lógico e criatividade nos alunos. Considero importante pois a Robótica vem se desenvolvendo muito nos últimos anos e a escola não pode ficar fora dessa realidade. Tenho pouco conhecimento de como ocorrem as aulas, mas sei que é desenvolvida a criatividade na montagem das peças».

Segundo o diretor da escola:

«A Robótica é um espaço educativo onde podemos simular situações reais e desenvolver nossos conhecimentos. Atua despertando a curiosidade e a criatividade dos alunos. Sempre procuro acompanhar e ajudar o instrutor no que for preciso para manter o projeto. O aluno durante as aulas vislumbra a prática através da manipulação e experimentação. Valoriza o trabalho em grupo, planejamento, pesquisas, tomada de decisões entre outras coisas contribuindo muito para a aprendizagem.»

A coordenadora pedagógica da escola fez a seguinte consideração:

«Avalio o trabalho como de grande importância pedagógica para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores por meio de um trabalho diferenciado. Costumo visitar o Laboratório para acompanhar o trabalho que tem contribuído muito para o desenvolvimento dos alunos.»

Interessante destacar que uma das professoras do 5º ano participava ativamente à época de todas as aulas de Robótica junto com seus alunos. A docente organizou sua hora atividade (tempo destinado à preparação de aulas e estudo do professor) de modo a poder frequentar regularmente as aulas como aluna, realizando as atividades e participando dos eventos assim como os demais estudantes.

Esse interesse da professora a aproximava mais dos alunos e permitia que ela compreendesse melhor o que era desenvolvido no projeto, favorecendo que desenvolvesse em suas aulas do período regular atividades interdisciplinares, envolvendo conceitos de Robótica e de outras TDIC. Segundo ela:

«Professora há 32 anos, trabalhei com todas as turmas do Ensino Fundamental, séries iniciais, agora tive a experiência de ser aluna no Laboratório de Robótica junto com meus alunos do 5º ano. Sempre achei interessante a Informática, mas nunca tive oportunidade de trabalhar numa escola com Robótica. Há dois anos trabalho na escola, tenho acompanhado os alunos, mas este ano como tive a oportunidade de fazer as aulas com eles eu achei ótimo, pois auxilia na concentração e desenvolve a percepção na parte da montagem dos robôs. Quanto aos alunos, formamos uma parceria onde um ajuda o outro sem barreira de eu ser professora. Criamos um vínculo de amizade, afetividade maravilhoso e isto auxiliou também no desenvolvimento dentro da sala no ensino regular. Penso que o trabalho desenvolvido pelo professor de Robótica é ótimo pois trabalha muito o raciocínio lógico na hora de fazer a programação.»

Atualmente a referida professora não consegue participar das aulas de Robótica como aluna, mas continua acompanhando por meio de diálogo com seus alunos participantes e com o instrutor o que é desenvolvido nelas.

Em relação às áreas em que foi possível observar melhorias no desenvolvimento dos estudantes que frequentam a Robótica, os professores e equipe gestora indicaram o apresentado no infográfico da Figura 6.

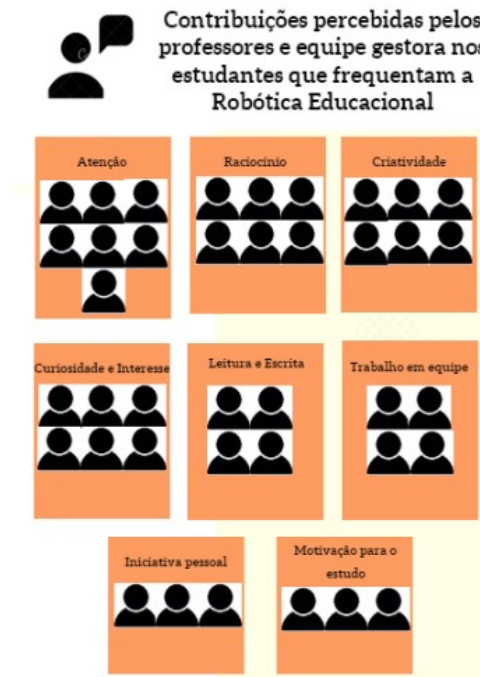


Figura 6. Aspectos desenvolvidos pela Robótica segundo os professores e gestores.

A trajetória da escola em relação à implementação da Robótica se deu basicamente por processos empíricos. Dessa experiência, a síntese de algumas lições aprendidas é, na sequência, apresentada.

- 1) Articulação entre estudo e prática: com o objetivo de buscar aprimoramento do trabalho pedagógico, é fundamental que a escola busque formas de adequar os processos de ensino e aprendizagem às necessidades do contexto no qual está inserida. Destacamos a importância de estudo e pesquisa pelo corpo docente e o papel dos cursos de formação continuada para o desenvolvimento evolutivo do projeto.
- 2) Equipe gestora aberta e comunidade escolar ativa: a postura da equipe gestora e da comunidade para ouvir sugestões e a disponibilidade para encarar desafios são importantes para mudanças. Nesse sentido, o diálogo com todos os professores e responsáveis foi fundamental para que compreendessem as razões pela qual a equipe desejava implantar o projeto e os desafios que isso acarretaria. Dessa forma, a comunidade fez uma escolha consciente e enquanto grupo aceitou assumir as consequências positivas e negativas, disposta a lutar para superar os desafios de implantar um projeto desafiador em termos pedagógicos e estruturais.

Essas duas lições aplicam-se a qualquer realidade escolar e para quaisquer que sejam as mudanças almejadas. Especificamente em relação às práticas com Robótica, destaca-se:

- 3) Materiais alternativos: o tempo integral foi encarado como possibilidade à implantação do projeto, em especial por possibilitar a aquisição dos materiais. Todavia, sem uma estrutura adequada, esse talvez tenha sido o maior desafio em 2015 e comprometeu até mesmo o rendimento dos

estudantes. Além disso, mesmo com a adesão ao Programa, a falta de material para Robótica foi um problema por um longo período no ano de implantação, em função do atraso no repasse dos recursos. A situação poderia ter sido evitada se a escola tivesse optado por trabalhar com sucatas, a exemplo de Szeuczuk (2020). Porém, por inexperiência e por não conhecer uma alternativa, isso não foi realizado. Outras realidades que não dispõem de recursos financeiros podem utilizar a sucata como possibilidade de baixo custo.

- 4) Turmas multisseriadas: talvez sejam viáveis e interessantes, a partir do Ensino Fundamental II, quando os alunos estão em níveis mais próximos de maturidade e podem inclusive se auxiliar. Porém, a fim de atender às necessidades dos alunos dos anos iniciais com níveis de desenvolvimento bem diferenciados de um ano para outro, é melhor desenvolver o trabalho separadamente, por ano de ensino.
- 5) Aulas e conteúdos: nos anos iniciais, pelos níveis de desenvolvimento da criança, é interessante iniciar com as atividades de montagem que são concretas, para progressivamente avançar para a programação, e posterior montagem da parte eletrônica e projetos mais complexos que envolvem todas essas esferas e outros materiais além do kit, assim como a escola tem feito do 3º ao 5º ano. Essa constatação do instrutor é condizente com os resultados dos questionários, que revelaram que a atividade mais apreciada pelos alunos são as de montagem. Acreditamos que esse fato esteja ligado à ludicidade e ao caráter concreto dessas tarefas, que correspondem às necessidades pedagógicas de crianças nessa faixa etária.

Ao longo do processo de implementação, que inicialmente teve dificuldades maiores, a escola foi se aprimorando, buscando soluções à sua realidade e constatando necessidades. Hoje, com o trabalho mais estruturado tanto em questões materiais quanto pedagógicas, de modo geral, a comunidade avalia como positivo conforme os dados dos questionários mostraram, em vista das contribuições que se tem percebido nos processos de ensino e aprendizagem dos estudantes participantes.

Percebe-se hoje uma comunidade escolar empenhada em buscar estratégias para melhorar a estrutura física, participando de projetos, concursos, eventos, programas governamentais e lutando com os órgãos colegiados como Conselho Escolar, na busca da garantia dos direitos dos estudantes junto aos órgãos competentes e na busca de parcerias externas. O envolvimento da comunidade escolar é fundamental e tem possibilitado à escola conseguir desenvolver projetos importantes, como a implementação da Robótica Educacional, enquanto prática da instituição, e não como atividade de curta duração.

4. Conclusões

Da experiência da escola em relação a implementação da Robótica Educacional, destacam-se alguns pontos, a iniciar pelo esforço da comunidade escolar na busca pela melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, empenhando-se por estratégias para implementação de atividades diferenciadas com TDIC, demonstrando preocupação com um ensino que considera a atualidade, o protagonismo do aluno e a contextualização com a realidade como colocado pelo instrutor durante a entrevista e como preconiza a literatura.

Ao longo da experiência foi possível identificar formas de trabalho que contribuem mais significativamente para o aprendizado. Por exemplo, comprovou-se a

importância de uma estrutura física adequada para atividades em tempo integral, sendo que, no caso da escola, esse trabalho não rendeu os resultados esperados em função da limitação estrutural. Também foi possível identificar que atividades de montagem são mais adequadas aos alunos mais jovens (3º ano) sendo que a programação pode ser introduzida no 4º ano, avançando para propostas mais elaboradas no 5º ano em uma perspectiva de progressão dos conteúdos.

A experiência da escola tem servido para orientar outras instituições na implementação da Robótica Educacional como prática integrada ao Projeto Político Pedagógico. Na sua própria rede de ensino, estendeu-se o projeto para outras escolas, iniciando gradativamente em 2018. Atualmente 18 escolas do município contam com Robótica Educacional, nas quais se trabalha de forma similar à escola alvo desse estudo, também com Kits da Atto Educacional adquiridos pela Secretaria de Educação. Há previsão de expansão gradativa para as 60 unidades escolares.

Municípios e países vizinhos, como a Argentina, também têm procurado a escola com o objetivo de conhecer sua experiência e ter um parâmetro para a implementação da Robótica Educacional. Naturalmente, cada realidade terá suas especificidades e necessidades de adaptações, porém a experiência dessa comunidade pode indicar caminhos e possibilidades para o desenvolvimento de um trabalho progressivo e contínuo com Robótica Educacional, sendo essa a principal contribuição desse estudo.

Sobre as contribuições ao aprendizado, conforme avaliado por responsáveis e professores, além da interdisciplinaridade destacam-se o desenvolvimento de aspectos cognitivos (raciocínio, atenção e criatividade) e, socioemocionais (cooperação, colaboração, iniciativa pessoal) que são relevantes para a formação no século XXI, contribuindo para o desenvolvimento integral dos sujeitos.

Além disso, assim como observado nos resultados dos trabalhos correlatos, a motivação e o engajamento são pontos a destacar em relação às contribuições da Robótica Educacional. No entanto, chama a atenção o detectado nas respostas dos responsáveis, que os estudantes que participavam por recomendação dos pais e não por iniciativa própria relataram estar desmotivados com as aulas. Nesse sentido, questionamos se a motivação é de fato provocada pelas atividades da Robótica ou fruto de interesse prévio dos estudantes. Como normalmente as experiências correlatas que destacam a motivação em sua maioria são pontuais, acreditamos que uma investigação mais aprofundada sobre isso seja relevante.

Como sugestão para a escola, fica a possibilidade de trabalhar com sucatas, não somente por ser um material de baixo custo, mas pelo potencial de exploração da criatividade e de uma abordagem que favorece a discussão sobre desenvolvimento sustentável. Como trabalhos futuros, indicamos um estudo sobre a articulação mais intensa dos conceitos da robótica com os conteúdos curriculares e uma avaliação sistemática sobre suas contribuições para o aprendizado desses conteúdos, além dos aspectos cognitivos e socioemocionais, por serem aspectos ainda pouco discutidos.

5. Referências

- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica*. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- Brasil (2007). República Federativa do Brasil. *Portaria Normativa Interministerial nº 17, de 24 de Abril de 2007*: Institui o Programa Mais Educação. Brasília, DF, Diário Oficial

- da União, 26 abr, pp. 5-6. Recuperado de: <https://bit.ly/2xsyu5S>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- Brasil (2010). 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. Recuperado de: <https://bit.ly/2K82KdL>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- Brasil (2014). República Federativa do Brasil. *Manual Operacional de Educação Integral*. Brasília, DF, 2014. Recuperado de: <https://bit.ly/2zmVtki>. Acesso em: 07 nov. 2020.
- Carvalho, F. S. D.; Cunha, S. L. D. & Ramalho, D. (2014). *Robótica PESC: aprender e construir*. São Paulo: Sistech Tecnologia Educacional.
- Castilho, M.I & Fagundes, L. (2020). Uma aplicação da plataforma robótica Jabuti Edu como recurso pedagógico na aprendizagem de física no ensino médio. In: Silva, R. B & Blikstein, P. (Org.), *Robótica Educacional - Experiências Inovadoras na Educação Brasileira*, (n.p). São Paulo: Penso.
- César, D. R. (2009). *Potencialidades e Limites da Robótica Pedagógica Livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos*. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Recuperado de: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16044>. Acesso em: 06 nov. 2020.
- Cuch, L. R. & Medeiros, L. F. (2017). Robótica Educacional Como Recurso Pedagógico Para Alunos De Baixo Rendimento: Relato De Experiência. *Anais do IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação - SIRSE* (pp. 19471-19482). Mérida: México.
- Dual System (Santa Catarina). ©2018. *Atto - Um recurso, infinitas soluções: Matemática 1º ao 5º Ano*. São José: Dual System.
- Fernández-Vivas, L., & López-Sáez, J. M. (2019). Integración de la robótica educativa em Educación Primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC)*, 18(1), 107-129. doi: <https://dex.medra.org/10.17398/1695-288X.18.1.107>. Recuperado de: <https://relatec.unex.es/article/view/3371/2346>. Acesso em 07 nov. 2020.
- Santana, A. L. M & Raabe, A. (2020). Uma revisão sistemática do uso de brinquedos de programar e kits robóticos: pensamento computacional com crianças de 3 a 6 anos. In: Silva, R. B & Blikstein, P. (Org.), *Robótica Educacional - Experiências Inovadoras na Educação Brasileira*, (n.p). São Paulo: Penso.
- Santos, R., Sousa, B., Raiol, A., Cerqueira, P., & Bezerra, F. (2019). Uma Proposta de Método de Ensino e Relatos de Experiências com a Robótica Educacional. *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, (pp. 111-120). Porto Alegre: SBC. doi:10.5753/wei.2019.6622
- Silva, A. F. D (2009). *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. Recuperado de: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp115615.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2020.
- Silva, R. B & Blikstein, P. (2020). Robótica Educacional - Experiências Inovadoras na Educação Brasileira. In: Silva, R. B & Blikstein, P. (Org.), *Robótica Educacional - Experiências Inovadoras na Educação Brasileira* - Prefácio (n.p). São Paulo: Penso.
- Szeuczuk, A. (2020). Relato de experiência sobre a implementação do projeto robótica educacional em uma escola rural. In: Silva, R. B & Blikstein, P. (Org.), *Robótica Educacional - Experiências Inovadoras na Educação Brasileira*, (n.p). São Paulo: Penso.
- Zilli, S. R. (2004). *A Robótica Educacional No Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, SC. Disponível em: goo.gl/tNYKeo. Acesso em: 06 nov. 2020.

