



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Alfredo Gama de Carvalho Júnior

A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DO RIO GRANDE DO NORTE



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Alfredo Gama de Carvalho Júnior

A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DO RIO GRANDE DO NORTE

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ciências da Educação
Especialidade em Tecnologia Educativa

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor António José Meneses Osório

DECLARAÇÃO

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença [abaixo](#) indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-Compartilhaigual
CC BY-NC-SA

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pelas inspirações e discernimento para externar o conhecimento adquirido.

Aos meus pais Alfredo e Maria (em memória), pela vida e pelas oportunidades que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Aos familiares, especialmente minha esposa Eridan, minhas filhas Ana Beatriz e Ana Carolina e minha neta Ana Júlia, pelo apoio, colaboração, compreensão nas ausências e por nunca ter esquecido que tudo foi e, sempre será, por elas.

Ao Professor Osório, pela valorosa orientação e pela disponibilidade nos momentos de dúvidas e questionamentos.

Aos colegas e amigos do IFRN, em especial, Adriana, Allison, Anna Cecília, Miguel, Moisés e Sarah, pelo conhecimento compartilhado e pela ajuda prestada.

Aos colegas do mestrado, Ana Márcia, Auxiliadora, Eloísa, Jorge, Kelson, Michel e Paulo pelo companheirismo e colaboração.

Aos professores que participaram da pesquisa, pela colaboração com as respostas ao questionário.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram ou, simplesmente, se fizeram presentes nessa caminhada.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

A utilização da Robótica Educacional nas Escolas do Rio Grande do Norte

RESUMO

A educação é uma ampla área para a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que podem agregar ao processo de ensino-aprendizagem maior motivação para professores e alunos, tornando o ambiente escolar mais dinâmico e interessante para a articulação dos conteúdos curriculares e de formação dos estudantes. Neste contexto, a Robótica Educacional se destaca pelo seu elevado potencial lúdico e pela sua capacidade de promover o desenvolvimento de habilidades e competências, sejam, entre outras, de caráter cognitivo, investigativo, comportamental ou afetivo. Desta forma, definimos como objetivo geral analisar a utilização da Robótica Educacional aplicada ao processo de ensino-aprendizagem nas escolas, públicas e privadas, do Rio Grande do Norte. Metodologicamente, o trabalho está ancorado em uma pesquisa bibliográfica que proporcionou uma familiarização com o tema e uma pesquisa exploratória para a qual coletamos os dados através da aplicação de um questionário a 24 professores que participaram da Olimpíada Brasileira de Robótica – 2018 – etapa Rio Grande do Norte. Através da análise qualitativa e quantitativa dos dados, obtivemos resultados que indicam como a Robótica Educacional está presente nas escolas do Rio Grande do Norte, destacando aspectos pedagógicos, de infraestrutura e relativos às contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, bem como as dificuldades para sua implementação.

PALAVRAS-CHAVE: Educação, Ensino-aprendizagem, Robótica Educacional, Tecnologias da Informação e Comunicação.

Using Educational Robotics in Schools of Rio Grande do Norte

ABSTRACT

Education is a wide area used for Information and Communication Technologies (ICT) adding to the teaching-learning process a highly motivation for teachers and students making the school environment more dynamic and attractive for articulation of curricular content and students training. In this context, Educational Robotics stands out due to its high ludic potential and ability for promoting development of skills and competences, being, among others, related to cognition, investigation, behavioral or affective. Therefore, it was defined as general goal, analyzing the Educational Robotics use applied to the teaching-learning process in public and private schools. This study was based on a bibliographic research in order to obtain familiarity with the subject, also in an exploratory research, in which were collected data by applying a questionnaire to the teachers who participated in the Brazilian Olympiad in Robotics 2018 (Rio Grande do Norte). By qualitative and quantitative analyzes, were presented results that showed how Educational Robotics is active in schools of Rio Grande do Norte, highlighting pedagogical aspects, physical infrastructure regarding to contributions to the teaching-learning process, as well as the difficulties for implementation.

KEYWORDS: Education, Educational Robotics, Information and Communication Technologies, Teaching-learning.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	ix
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
1.3 RESULTADOS ESPERADOS	16
1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	16
2 AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A EDUCAÇÃO	18
2.1 AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM E AS TIC.....	18
2.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL	24
2.2.1 Robótica aplicada à Educação	28
2.2.2 Plataformas de Robótica Educacional	31
3 METODOLOGIA	49
3.1 UNIVERSO DA PESQUISA	50
3.1.1 Participantes	50
3.2 PROCEDIMENTOS	52
3.2.1 Questionário	52
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESCOLAS PESQUISADAS NO RIO GRANDE DO NORTE	56
4.2 COMO A ROBÓTICA É APLICADA AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM	63
4.3 PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA.....	68
4.4 PLATAFORMAS UTILIZADAS E ASPECTOS RELACIONADOS A IMPLANTAÇÃO DA RE.....	70
5 CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
APÊNDICES.....	89
APÊNDICE A - Inquérito sobre a Utilização da Robótica Educacional (RE)nas Escolas do RN..	89

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Pombo	25
FIGURA 2 - O Homem Vitruviano	25
FIGURA 3 - Plataformas EV3 – 313123	33
FIGURA 4 - Bloco Controlador EV3	33
FIGURA 5 - Sensores de cor/luminosidade, som, ultrassônico, giro, toque e temperatura....	33
FIGURA 6 - Motor Grande e Motor Médio.....	34
FIGURA 7 - Controle Remoto.....	34
FIGURA 8 - Alguns modelos de robôs possíveis de montagem	34
FIGURA 9 - Montagem com blocos	37
FIGURA 10 - Montagem com protoboard	37
FIGURA 11 - Programação de um robô com o Microcontrolador.....	38
FIGURA 12 - Programação através de cenário virtual interativo	38
FIGURA 13 - Visão geral do <i>Software Modelix System</i>	39
FIGURA 14 - Plataforma Robótica Falcon.....	40
FIGURA 15 - Placa Julieta.....	41
FIGURA 16 - Plataformas de robótica da RoboCore	42
FIGURA 17 - Ambiente virtual do simulador S-Educ	44
FIGURA 18 - Módulos do RoboEduc.....	45
FIGURA 19 - RoboEduc - Programação em ambiente gráfico	46
FIGURA 20 - RoboEduc – Programação em ambiente textual	46
FIGURA 21 - Posicionamento motor e controlador	47
FIGURA 22 - Plataforma LabsRia	47
FIGURA 23 - Ambiente de programação multiplataforma W-Educ	47

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Distribuição das escolas nas redes de ensino.....	56
GRÁFICO 2 - Distribuição das escolas por município	57
GRÁFICO 3 - Tempo que as escolas utilizam recursos da Robótica Educacional.....	58
GRÁFICO 4 - Propriedade da infraestrutura de Robótica Educacional	59
GRÁFICO 5 - Infraestrutura de laboratório das escolas x demanda de cursos	60
GRÁFICO 6 - Faixas etárias dos professores.....	61
GRÁFICO 7 - Formação profissional dos professores de Robótica Educacional	62
GRÁFICO 8 - Titulação acadêmica dos professores de Robótica Educacional.....	62
GRÁFICO 9 - Utilização da Robótica Educacional por nível de ensino	63
GRÁFICO 10 - Disciplinas curriculares nas quais se tem o uso da Robótica	64
GRÁFICO 11 - Principais objetivos dos cursos extracurriculares de RE	65
GRÁFICO 12 - Escolas utilizam planos de aulas próprios ou dos fornecedores.....	66
GRÁFICO 13 - Fator que está impulsionando o uso da RE no currículo.....	68
GRÁFICO 14 - Plataformas robóticas usadas nas escolas	70
GRÁFICO 15 - Plataformas de RE consideradas apropriadas para projetos de ensino.....	71
GRÁFICO 16 - Máximo número de alunos por plataforma (uso simultâneo)	73
GRÁFICO 17 - Conhecimentos e habilidades prévias necessárias aos professores.....	73
GRÁFICO 18 - Dificuldades para implantação da Robótica Educacional.....	76

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Competências desenvolvidas através da Robótica	30
QUADRO 2 - Caracterização do perfil dos participantes da pesquisa.....	51
QUADRO 3 - Perfil dos participantes da validação do questionário	54
QUADRO 4 - Resumo das opções metodológicas	55
QUADRO 5 - Propriedade da infraestrutura de Robótica Educacional.....	59
QUADRO 6 - Disciplinas envolvidas em projetos multidisciplinares com RE.....	67
QUADRO 7 - Grau de observação das contribuições da RE	69
QUADRO 8 - Características das plataformas LEGO EV3 e Arduino.....	72
QUADRO 9 - Outros requisitos necessários aos professores de RE.....	74
QUADRO 10 - Metodologias para capacitação de professores em RE	75
QUADRO 11 - Outras dificuldades para implantação da RE	77
QUADRO 12 - Percepção dos participantes sobre aspectos negativos para o uso da RE.	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C.	Antes de Cristo
CAI	<i>Computer-Aided Instruction</i> - Instrução Auxiliada por Computador
CC	Corrente Contínua
H-Educ	Plataforma robótica educacional de baixo custo
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
LabsRia	Plataforma robótica educacional de baixo custo (evolução da plataforma H-Educ)
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> - Display de Cristal Líquido
LED	<i>Light-Emitting Diode</i> - Diodo Emissor de Luz
LEGO	Plataforma robótica
LOGO	Linguagem de programação da plataforma robótica LEGO
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> - Instituto de Tecnologia de Massachusetts
OBR	Olimpíada Brasileira de Robótica
PEC	Programas Educacionais por Computador
RE	Robótica Educacional
R-Educ	Linguagem de programação do <i>software</i> educacional RoboEduc
RoboEduc	<i>Software</i> educacional para controle e programação de plataformas robóticas
RN	Rio Grande do Norte
S-Educ	Software Simulador das plataformas robóticas LEGO ou H-Educ
TE	Tecnologia Educativa
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
USB	Universal Serial Bus
W-Educ	Ambiente Web de programação multiplataforma
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

1 INTRODUÇÃO

A comunicação, elemento essencial para a convivência em sociedade, permite que os indivíduos se relacionem, aprendam e, assim, desenvolvam-se. Artefatos tecnológicos como alfabetos, escritas, desenhos, livros e as mídias audiovisuais foram os vetores do desenvolvimento do conhecimento da humanidade e catalisaram a aprendizagem de forma individual e massiva. Esses artefatos, denominados Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), não são apenas meios que possibilitam a emissão e a recepção de informação e conteúdo, são mais que isso, pois atuam como instrumentos de mediação sociocultural, contribuindo para mudanças nos diversos setores da sociedade (SILVA, 2002).

Devido ao acelerado desenvolvimento tecnológico que estamos vivenciando nas últimas décadas, a cada dia se ampliam as formas de comunicação e conseqüentemente as formas de difusão do conhecimento. Com o surgimento do computador pessoal, da internet, da web, das redes sem fio e dos smartphones, as possibilidades de conectividade, mobilidade e ubiquidade se ampliam rapidamente e estão minimizando as barreiras de acesso à informação, seja por questões de localização ou por questões de inserção social.

Nesse ambiente global no qual as informações estão disponíveis para todos e a todo momento, exigindo o desenvolvimento de habilidades cognitivas para a construção do aprendizado autônomo, surgiu a Robótica Educacional (RE). Com a proposta de possibilitar a aprendizagem baseada em experimentos e observações, ela se destaca de outras tecnologias pelo seu apelo lúdico.

Para Pinto e Osório (2015), são inúmeras as potencialidades da robótica na educação infantil. Entre elas, o desenvolvimento do pensamento computacional, do raciocínio lógico, de motricidade fina e coordenação óculo-manual em simultâneo, da resolução de problemas, da colaboração, da criatividade, da linguagem e da imaginação.

Conforme Andrade e Prado (2003), Piaget defende que o desenvolvimento intelectual na criança ocorre através da aquisição do conhecimento e que este não é adquirido de forma empírica, nem sequer que as estruturas cognitivas se formam naturalmente de acordo com a genética do indivíduo. Em seus estudos sobre o desenvolvimento cognitivo das crianças, Piaget afirma que o conhecimento é construído através de intensas interações com o meio (ANDRADE; PRADO, 2003).

Nas suas interações com o meio a criança vai se adaptando a ele. A adaptação consiste em dois processos complementares: assimilação e acomodação. Considerando que, de acordo com o autor, conhecer é interpretar, atribuir significados, a criança faz isso assimilando elementos do meio aos seus esquemas e estruturas cognitivas e acomodando-os às novas exigências que o meio vai lhe impondo. (ANDRADE; PRADO, 2003, p. 01).

Segundo Campos (2008), para Paulo Freire a educação deve proporcionar experiências que provoquem reflexões ao educando sobre a sua realidade de forma que ele possa agir e transformar a seu mundo. Apesar de a tecnologia não ter sido o principal objeto de estudo de Paulo Freire, o tema é encontrado em suas obras, onde afirma que o uso das tecnologias deve ser motivo de reflexões que considerem as profundas mudanças na educação (CAMPOS, 2008). Isso pode ser observado em algumas das suas citações:

Se esta exigência, saber que mudar é difícil, mas é possível, teve sempre que ver com a “natureza” da prática educativa, as condições históricas atuais marcadas pelas inovações tecnológicas, a sublinham. (FREIRE, 2000, p. 94 *apud* CAMPOS, 2008, p. 76).

Outro dado do momento atual nos contextos que sofrem o impacto da modernização tecnológica é a exigência que se coloca de decisões rápidas e variadas a desafios inesperados (FREIRE, 2000, p. 100 *apud* CAMPOS, 2008, p. 76).

Papert, considerado um dos principais autores sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação na educação, entendia que os computadores não deveriam ser utilizados para apoiar a instrução automatizada, mas sim “como instrumentos para trabalhar e pensar, como meio de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias” (PAPERT, 1994, p. 158 *apud* LIMA, 2009, p. 30). Assim, o autor defendeu a tese que o computador pode e deve ser utilizado para a produção do pensamento.

[...] a frase “instrução ajudada pelo computador” (*computer-aided instruction*) significa fazer com que o computador ensine a criança. Pode-se dizer que o computador está sendo usado para “programar” a criança. Na minha perspectiva é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais. (PAPERT, 1980/1985, p.17 *apud* LIMA, 2009, p. 34).

Para Schons, Primaz e Wirth (2004, p. 05) a Robótica Educacional “constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar

na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno”.

Zilli (2004, p.13) afirma ser consenso entre educadores que “através das TIC, pode-se ensinar e aprender de forma diferente, desenvolver habilidades e competências distintas, articular o conteúdo curricular de outro modo, transformar as relações entre os professores, alunos e as tarefas escolares”.

A partir das ideias explanadas, surge o questionamento que se busca responder com o presente trabalho: como a Robótica Educacional é utilizada nas escolas do Rio Grande do Norte?

1.1 OBJETIVOS

Na busca por respostas que contemplassem esse questionamento em sua amplitude, definiu-se um objetivo geral, segmentado em objetivos específicos de forma a nortear todo o trabalho.

a) Objetivo geral

Analisar a utilização da Robótica Educacional (RE) aplicada ao processo de ensino-aprendizagem nas escolas do Estado do Rio Grande do Norte - Brasil, identificando seus aspectos de uso, as dificuldades para implementação dessa tecnologia pedagógica e as percepções de suas potencialidades como instrumento didático e pedagógico.

b) Objetivos específicos

Para essa finalidade, pretendemos:

- Caracterizar as escolas que utilizam a Robótica Educacional no Estado do Rio Grande do Norte;
- Identificar como a Robótica Educacional é aplicada ao processo de ensino-aprendizagem das escolas pesquisadas;
- Confirmar a percepção dos professores sobre as contribuições da Robótica Educacional ao processo de aprendizagem dos estudantes;
- Mapear as plataformas de robótica utilizadas nas escolas e aspectos relacionados as necessidades e dificuldades para implantação da Robótica Educacional.

1.2 JUSTIFICATIVA

Durante os últimos oito anos, nos cursos de nível técnico, médio e superior do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), foi possível observar a queda contínua do rendimento na qualidade do aprendizado e isso vem se traduzindo de forma negativa nos indicadores de permanência e êxito dessa instituição. As causas identificadas empiricamente certamente são diversas e, em muitas delas, não há possibilidade de contribuirmos diretamente para minimizar seus efeitos. Porém, quando utilizamos formas práticas de ensino em laboratórios de informática, eletrônica ou através de softwares simuladores ou emuladores, observamos o despertar para o aprender espelhado pelo interesse, pela criatividade e pela cooperação. Isso se traduz na melhoria dos resultados na aprendizagem.

Transportando essa observação para o Ensino Fundamental gratuito, função de Estado, sentimos que esse problema já é bem grave em função da falta de infraestrutura, investimento e má gestão ao longo de décadas. Logo, uma das causas mais relevantes da nossa observação em relação ao baixo rendimento dos alunos em cursos médios e superiores, advém da falta de base educacional em função da deficiente formação no ensino fundamental.

Ainda nesse sentido, aprofundando a perspectiva crítica, observamos que o problema da falta de interesse pela aprendizagem não é pontualmente localizado. Está distribuído em todo o espectro do processo de ensino. Assim, entendemos que se faz necessário tornar o ensino-aprendizagem um processo mais estimulante e atrativo e isso passa pela redefinição dos papéis dos docentes e discentes diante das novas Tecnologias Educacionais (TE), dentre as quais a robótica que, pelo seu apelo lúdico, vem se destacando principalmente na aprendizagem de crianças e adolescentes.

Segundo De Almeida e Da Silva (2011) os computadores e a internet alavancaram o desenvolvimento da cultura digital e conseqüentemente influenciam o modo de pensar, criar, produzir, comunicar e aprender das pessoas. Os estudantes criados e formados nesse mundo digital consideram que os sistemas educacionais tradicionais são enfadonhos e não estão motivados para participar nesta prática pedagógica. Diante dessa realidade, é preciso que os educadores se apropriem dessa cultura digital e das contribuições que cada TIC pode agregar ao processo de ensino-aprendizagem de forma a utilizá-las em suas práticas didáticas (DE ALMEIDA; DA SILVA, 2011).

Assim, entendemos a robótica pode aproximar a escola ao ambiente sócio-cultural digital do estudante e propiciar um espaço de ensino-aprendizagem de interesse crescente que associe a cada dia o aprender com o prazer.

Diante do exposto, despertamos o interesse em conhecer o perfil e a forma como a robótica é aplicada nas escolas do Estado do Rio Grande do Norte - Brasil, de maneira a apresentar conclusões capazes de identificar o estágio atual da sua utilização.

1.3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se, ao final desse trabalho de pesquisa, obter o conhecimento necessário para disponibilizar à comunidade acadêmica informações sobre o atual estágio de utilização da Robótica Educacional nas escolas de Ensino Fundamental e Médio das redes pública e privada do Rio Grande do Norte, identificando: as escolas utilizadoras, em quais níveis de ensino se aplica, a inclusão nos projetos pedagógicos, os objetivos do uso curricular ou extracurricular, o perfil dos professores usuários e a visão que eles têm sobre o desenvolvimento das habilidades e competências atribuídas à robótica, as dificuldades para implantação dessa tecnologia e quais as plataformas utilizadas, destacando suas principais características quanto ao ambiente de programação, desenvolvimento e portabilidade dos projetos, bem como, o fornecimento de material pedagógico e suporte técnico.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Até o momento, foi apresentada uma visão geral do trabalho, seus objetivos, sua justificativa e o que se espera atingir. A partir de então, a dissertação será organizada conforme abaixo.

No capítulo 2 serão abordadas algumas teorias de aprendizagem e suas relações com os recursos tecnológicos. Também será apresentada a conceituação da Robótica Educacional e descritas as plataformas de robótica mais utilizadas nas escolas do Rio Grande do Norte, destacando-se suas características de *hardware* e *software*.

No capítulo 3 será descrita a metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

No capítulo 4 serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa e a análise dos dados, ressaltando-se os pontos relevantes de acordo com os objetivos propostos.

Já no capítulo 5, serão tecidas as conclusões, indicando futuras possibilidades de trabalhos.

Por fim, serão apresentadas as referências, bem como, o apêndice.

2 AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A EDUCAÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) começaram a influenciar a educação de forma mais significativa a partir do surgimento do computador nos anos 1950 e 1960 (RIBEIRO, 2018). Nessa época, o paradigma pedagógico vigente se baseava nas teorias instrucionistas. Esse modelo pedagógico aderiu à utilização do computador como forma de automatizar o processo de ensino-aprendizagem, ou seja, a utilização do computador se fez como ferramenta tecnológica para a simples transmissão da informação ao estudante no método de ensino tradicional, no qual o professor é o aporte de todo o conhecimento e controla o conteúdo a ser ensinado (VALENTE, 1998).

Segundo o mesmo autor, surgiram outras teorias de aprendizagem que percebem o uso do computador, das TIC, como uma ferramenta para propiciar a construção do conhecimento e não apenas informatizar sua transmissão. Destacam-se nesta linha de pensamento a teoria construtivista e a teoria construcionista. A primeira vê nas TIC a possibilidade de criação de ambientes de aprendizagem que permitam ao estudante construir o seu conhecimento, enquanto a teoria construcionista, apesar de acompanhar o pensamento construtivista, acrescenta que o aprendizado acontece de forma mais favorável quando o aluno constrói algo do seu interesse sendo auxiliado, isto é, mais motivado e facilitado por um mediador.

A seguir serão abordadas as teorias de aprendizagem das linhas de pensamentos supra indicadas, que lastreiam com maior significância a utilização das TIC na pedagogia, bem como, a Robótica Educacional que é a tecnologia educativa objeto desse estudo.

2.1 AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM E AS TIC

Nesse subcapítulo, apresentaremos as teorias de aprendizagem behaviorista, construtivista e construcionista, destacando como explicam o processo de ensino-aprendizagem e como se relacionam com as TIC. Nesse sentido, buscamos um diálogo entre as teorias da aprendizagem e o uso das TICs na educação. São elas: o behaviorismo, teoria na qual se destaca o pensador Skinner; o construtivismo, na qual se destaca Piaget; e o construcionismo, que tem em Papert sua maior expressão.

a) O Behaviorismo

Através das teorias behavioristas, modelo instrucionista mais tradicional, é que aspectos importantes do comportamento humano e fatores que favoreciam o processo de aprendizagem começaram a ser melhor explicados cientificamente. Os seus defensores entendiam o comportamento humano como produto de reflexos a estímulos físicos que podiam ser observados e medidos. Assim, fenômenos mentais como o pensamento e as emoções, não observáveis fisicamente, não deveriam ser estudados cientificamente pela psicologia (CAVALCANTI; OSTERMANN, 2011).

Foram as ideias do seu principal protagonista, Burrhus F. Skinner, fundador do behaviorismo radical, que influenciaram significativamente a aprendizagem a partir da metade do século passado. Skinner defendia que o comportamento humano se desenvolvia através de processos que relacionavam ações de estímulos e respostas. As ações de estímulo poderiam se caracterizar por eventos naturais que provocassem respostas comportamentais involuntárias, correspondentes a reflexos sensoriais intrínsecos aos indivíduos. Também, poderiam se caracterizar por ações de reforço, que se manifestariam através de respostas, positivas ou negativas, emitidas por um outro indivíduo a um comportamento emitido sem nenhuma prévia ação de estímulo. E ainda, por estímulo de caráter ambiental ou social, caracterizado por um contexto favorável a emissão de um determinado comportamento (MOREIRA, 2014).

Em resposta a estes estímulos, Skinner definiu dois tipos de comportamentos denominados operantes e respondentes, que correspondiam às respostas reflexivas aos estímulos e às interações com o meio físico ou com outros indivíduos, respectivamente (MOREIRA, 2014).

Ainda, para esse autor, foi a teoria do condicionamento operante, originada do comportamento operante, que veio a influenciar fortemente o processo de aprendizagem. Essa teoria, defendia que se um indivíduo emitisse um comportamento, sem estímulo algum, e se em consequência recebesse, de um outro indivíduo, um reforço agradável (positivo), tenderia a repetir o comportamento. Já, se o reforço fosse desagradável (negativo), o comportamento tenderia a ser descartado.

Também, para Skinner, o comportamento pode ser construído aos poucos, passo a passo, através de um processo que denominou de modelagem. A modelagem consiste em

reforçar positivamente, de forma gradual, o emissor de um comportamento desejável. Outra forma de favorecer a probabilidade de um comportamento acontecer é criando um contexto, ambiental ou social, no qual o indivíduo se sinta confortável e seguro para se manifestar. Assim, tanto o estímulo através do contexto ambiental quanto a modelagem por reforço, são maneiras de influenciar a emissão de um comportamento (MOREIRA, 2014).

Porém, a grande contribuição de Skinner para a pedagogia foi a ideia de que a motivação dos alunos pode ser alcançada através da percepção progressiva do sucesso nos estudos. Assim, criou tecnologias educativas, entre as quais merece destaque a máquina de ensinar, na qual o aluno tinha acesso à uma questão individualmente, a respondia e comandava a máquina para obter a resposta de forma imediata (RIBEIRO, 2018). Esse processo interativo, aliado a um ensino por instrução programada, mesclava ritmo no estudo, reforço pelo sucesso no aprender e modelagem do processo de aprendizagem em um formato passo a passo (SANTOS, 2014).

O computador é um bom exemplo de TIC que pode ser utilizado como uma máquina de ensinar para possibilitar uma abordagem instrucional ao processo de educação. Ele pode substituir o livro, o papel e, através da sua grande capacidade de armazenamento e de busca na internet, até a biblioteca. Nesse formato de utilização, os *softwares* educacionais são categorizados como de instrução direta (tutorias e exercício-e-prática) ou como de exploração autogeridas (jogos educacionais e simuladores). Nessa perspectiva, na década de 1960, houve uma grande disseminação de softwares educacionais no formato de instrução programada denominados Instrução Auxiliada por Computador (CAI) ou Programas Educacionais por Computador (PEC) (VALENTE, 1998).

Apesar do grande avanço no processo educacional, esse modo de ensino se caracteriza por contemplar a aprendizagem através de conhecimentos fechados e de forma individual. Isto é, não vislumbra as possibilidades do aprendizado através de discussões ou experimentos partilhados que permitam a visão de um assunto por vários pontos de vista.

b) O Construtivismo

O pesquisador suíço Jean Piaget, principal autor da teoria construtivista, foi um dos pioneiros a incluir o estudo da mente no processo de aprendizagem do homem. Seus trabalhos datam dos anos 1920, mas só ganharam projeção no cenário mundial nos anos 1970.

Certamente, foi nesse período que a corrente de psicólogos cognitivistas conseguiu desafiar, de fato, as ideias do behaviorismo radical de Skinner no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA, 2014).

Segundo De Pádua (2009), Piaget em suas conclusões gerais de *Les formes élémentaires de la dialectique* (1980), afirma:

A relação cognitiva sujeito/objeto é uma relação dialética porque se trata de processos de assimilação (por meio de esquemas de ação, conceitualizações ou teorizações, segundo os níveis) que procedem por aproximações sucessivas e através dos quais o objeto apresenta novos aspectos, características, propriedades, etc. que um sujeito também em modificação vai reconhecendo. Tal relação dialética é um produto da interação, através da ação, dos processos antagônicos (mas indissociáveis) de assimilação e acomodação (PIAGET, 1980 *apud* DE PÁDUA, 2009, p. 24).

Corroborando o pensamento de Moreira (2014) afirma que o construtivismo considera que as diferentes formas de ver o mundo vão se desenvolvendo ao longo da vida do indivíduo e isso acontece através de processos de interações nos quais ele, em várias fases da sua vida, vai modificando o ambiente e o ambiente o modificando. Entende que as pessoas precisam aprender para se sentirem adaptadas, equilibradas. Assim, quando um indivíduo se depara com algo desconhecido, entra em estado de desequilíbrio e busca compreender essa novidade. Esse processo de compreensão, denominado equilíbrio, se divide em dois subprocessos, assimilação e acomodação. A assimilação acontece quando o indivíduo fica diante de alguma novidade que, com base no conhecimento que já possui, a compreende com facilidade. Já a acomodação ocorre quando o indivíduo se depara com uma nova informação e, para compreendê-la, há necessidade de transformação dos conhecimentos absorvidos anteriormente. O ciclo acomodação-assimilação-acomodação dá origem a novos estágios de equilíbrio que acompanham o indivíduo desde a infância até a idade adulta.

Segundo Campos (2011), no construtivismo piagetiano, o indivíduo aprende quando interage com alguma coisa e não simplesmente quando alguém o transmite algo. No entanto, ainda segundo o autor, o papel do professor não é de simples expectador do aprendizado, ele deve avaliar o aprendizado dos alunos, verificar se está relacionado ao planejado pelo próprio aluno e provocar o desequilíbrio do processo para que o aluno possa reconstruir e construir novos conhecimentos. Isto é, o professor deve criar as condições para facilitar a resolução e a autorregulação por parte dos alunos, sem conduzir, explicitamente, o processo de aprendizagem.

Conforme Valente (1998), Piaget defende que o processo de reflexão produzido pela interação do indivíduo com os objetos do ambiente que o cerca, podem resultar em três níveis de abstrações que provocam modificações em sua estrutura mental. Um nível de abstração empírica permite a obtenção de informações sobre o objeto, como sua forma e sua cor; um nível de abstração pseudo-empírica permite a dedução de algum conhecimento resultado de sua ação sobre o objeto; e um nível de abstração reflexiva permite a reorganização do próprio conhecimento prévio do indivíduo.

Hoje o modelo de ensino construtivista é visto como uma forma de despertar o interesse do aluno para os assuntos discutidos em sala de aula. Nesse sentido, TIC como o computador e a robótica são artefatos aliados da educação para proporcionar um ambiente que conecte o conteúdo curricular com a realidade, permitindo e estimulando a pesquisa e a criatividade dos estudantes

c) O Construcionismo

Para os autores Morelato, Nascimento, D'abreu e Borges (2010) o construcionismo proposto por Seymour Papert, mescla a teoria de aprendizagem baseada no construtivismo de Piaget e uma estratégia pedagógica que considera o aluno responsável pela aquisição do próprio conhecimento a partir da sua experiência e da construção de algo no mundo concreto. Para Papert, mais importante que ensinar teorias corretas para as crianças, é ajudá-las a desenvolver e verificar suas próprias teorias.

Conforme Valente (1998), Papert diferencia o processo de construção do conhecimento no construcionismo em relação ao construtivismo, face a sua teoria apresentar dois novos aspectos no processo de ensino-aprendizagem. Primeiro, o aluno deve “colocar a mão na massa” e construir algo. Segundo, o objeto construído deve ser do seu interesse. Isto é, Papert defende que o envolvimento afetivo motiva o aluno e torna a aprendizagem mais significativa.

O autor ainda afirma que o processo construcionista proporciona um ambiente rico e efetivo para a construção do conhecimento e exemplifica através do uso do computador como ferramenta para a aprendizagem. Segundo ele, através da linguagem de programação, o aluno descreve a solução do problema e isso corresponde à manipulação do objeto computador, que executa o programa e oferece uma resposta. O aluno então reflete sobre a resposta e

pode não modificar o programa, caso a resposta tenha atendido sua expectativa, ou o depurar, caso deseje ajustar a estratégia de resolução do problema ou corrigir algum erro de programação. A oportunidade de encontrar e corrigir erros no programa possibilita ao aluno o aprendizado sobre um conceito necessário ou uma estratégia para solução do problema (o que corresponde a abstração pseudo-empírica de Piaget). O aluno também pode analisar o programa para refletir sobre sua própria estratégia e efetividade de resolução do problema (o que corresponde a abstração reflexiva de Piaget).

Entretanto, para Papert, o diferencial do construcionismo em relação ao construtivismo, é que não basta colocar o aluno diante do computador, pois a sua interação com o computador deve ser mediada e facilitada por um professor que dê suporte computacional, pedagógico e psicológico. Além disso, o aluno pode se utilizar de todo o seu convívio social, em sala de aula ou no mundo extraclasse, para agregar experiências e ideias para a resolução de problemas através do computador (VALENTE, 1998).

Nessa perspectiva, ainda de acordo com Valente (1998), o construcionismo se aproxima mais da teoria socio-interacionista de Vigotsky que do construtivismo piagetiano, que considera o papel do professor como observador clínico e não como facilitador da aprendizagem, enquanto para Vigotsky,

A zona de desenvolvimento proximal da criança é a distância entre seu desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de seu desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 2001, p. 52 *apud* CAMPOS, 2011, p. 90).

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vigotsky, define que o indivíduo possui um espaço entre a sua capacidade de aprender a resolver um problema sozinho e a de resolver auxiliado por alguém. Assim, o professor e as pessoas do convívio social do indivíduo podem ajudá-lo a conseguir atingir o mais alto nível de resolução de um problema. Para Vigotsky, é na ZDP que o indivíduo pode desenvolver novas formas de pensar e agir (CAMPOS, 2011).

Transportando o exemplo de utilização da ferramenta educacional computador, descrita por Valente (1998), para a ferramenta educacional Robô, TIC objeto do nosso estudo, destacamos que o Robô, além das características computacionais, possui outras que muito favorecem sua utilização no processo de ensino-aprendizagem. São algumas delas: o apelo

lúdico da figura robótica, o manuseio das peças na montagem, a possibilidade de planejar uma solução para um problema do mundo real, construí-lo, testá-lo, corrigi-lo e modificá-lo.

De tal forma, analisando as teorias estudadas acima, sob a ótica da utilização da robótica no processo de ensino-aprendizagem, podemos vislumbrar que no modelo behaviorista, o professor definiria o projeto ou atividade a ser executada, explicaria o passo-a-passo para a implementação e controlaria a execução. No modelo construtivista, o professor criaria possibilidades e ambientes para que o aluno através de exploração ativa, sem ação explícita do professor, criasse e implementasse um projeto robótico para a resolução de um problema real que o motivasse a solucioná-lo. Já no modelo construcionista, o professor, diferentemente do paradigma construtivista, teria o papel de facilitar o entendimento do aluno e mediar sua compreensão e solução dos problemas, ou seja, o aluno teria o amparo afetivo para modular suas angústias em busca do conhecimento.

2.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL

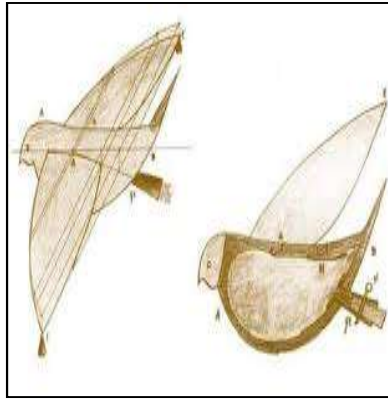
Nesse subcapítulo apresentaremos o conceito de robótica, aspectos relevantes relacionados à inserção da robótica na educação e as principais plataformas robóticas utilizadas no processo de ensino aprendizagem no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

Segundo Silva (2009) o termo Robô surgiu no século XX e é derivado da palavra tcheca *robota* que significa trabalhador escravo. Foi criada a partir da peça teatral do escritor Karel Capek, *Robôs Universais de Rossum (R.U.R.)*, em 1921. Nessa peça teatral o personagem chamado Rossum, um cientista, projeta e constrói um exército de robôs inteligentes e obedientes a ele que dominam o mundo. Entretanto, a autora destaca que o desejo de criação de um ser artificial, comandado pelo homem, está registrado em várias passagens da história da humanidade conforme descrito a seguir:

- No Egito antigo, como meio de impressionar os povos, sacerdotes construíram braços mecânicos em estátuas de deuses que atuavam sob suas inspirações;
- Na mitologia judaica existe Golem, um humanoide construído de barro e água que cumpre ordens para a realização de pequenas tarefas repetitivas e protege seu criador de ameaças;

- Na Grécia, por volta de 350 A.C., o matemático Arquitas de Tarento criou o “Pombo”, mostrado na Figura 1, pássaro mecânico que voava por compressão de ar (jato de vapor);

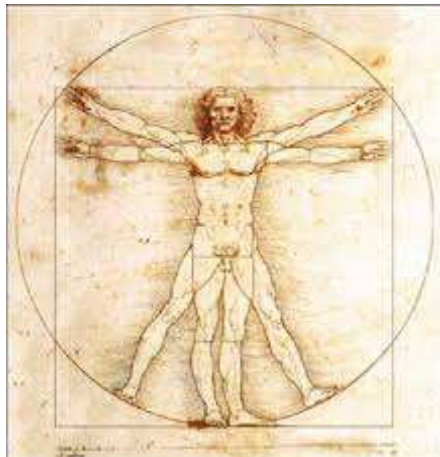
FIGURA 1 - Pombo



Fonte: Código Fonte (2018)

- Por volta de 1492, Leonardo da Vinci, apresentou o projeto (não implementado) de um cavaleiro mecânico denominado O Homem Vitruviano, mostrado na Figura 2, como resultado de seus estudos sobre anatomia. Nesse projeto, os braços têm quatro graus de articulação (ombro, cotovelo, pulso e mão) comandados por controlador mecânico analógico programável instalado no peito e as pernas possuem três graus de articulação controladas por cabos localizados nos tornozelos, joelhos e quadris.

FIGURA 2 - O Homem Vitruviano



Fonte: Significados (2018)

Mas, para Silva (2010), foi através da literatura, filmes e peças teatrais de ficção científica que a palavra Robô se popularizou. Em um primeiro momento como seres mecânicos que despertavam medo aos humanos em títulos tais como Frankenstein (1818), de Mary Shelley, considerado por muitos como o primeiro romance de ficção científica, tornando-se assim sinônimo desse tema; e no filme de Fritz Lang, Metrópoles (1927), produção alemã de ficção científica que relata a preocupação com a mecanização da vida industrial nos grandes centros urbanos.

Segundo Frazão (2019) ainda no meio literário, foi o escritor de ficção científica Isaac Asimov que, a partir de 1950, contrariando as obras de ficção que tratavam a inserção dos Robôs como incertezas e ameaças à sociedade, publicou trabalhos com temas nos quais os Robôs ajudavam os humanos em suas tarefas e em situações que os protegia contra o mal. Ainda segundo o autor, em sua série de livros Robôs, Isaac Asimov publicou “Eu Robô” (1950), “As Cavernas de Aço” (1954), “O Sol Desvelado” (1957) e “Os Robôs do Amanhecer” (1983), nos quais introduziu as três leis fundamentais da robótica:

- 1ª Lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por inação, permitir que um ser humano sofra algum mal;
- 2ª Lei: Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos exceto nos casos em que tais ordens entrem em conflito com a Primeira Lei;
- 3ª Lei: Um robô deve proteger sua própria existência desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira ou Segunda Leis.

Posteriormente, a comunidade científica passou a adotar a palavra robótica para definir o estudo da tecnologia associada a teoria, projeto, fabricação e aplicação de robôs. Assim, na década de 1950, começam a ser criados os primeiros robôs para fins industriais. Atribui-se a Joseph F. Engelberger, engenheiro e empresário considerado o "pai da robótica", o primeiro robô industrial construído, chamado *Unimate*. Esse robô foi vendido para General Motors, passando a trabalhar na linha de montagem em Nova Jersey, em 1959 (ROBOTICS INDUSTRIES ASSOCIATION, 2019).

A partir desse momento, o estudo e uso da robótica para fins de utilização industrial passou a ser visto como uma possibilidade de aumento da produtividade aliado a melhoria da

qualidade e diminuição dos custos. Porém, ao mesmo tempo que essa tecnologia possibilitou a alavancagem dos processos industriais, criou problemas sociais para o homem: o desemprego e a necessidade de realocação da mão-de-obra no mercado de trabalho, que nunca acompanha o fechamento de postos de trabalho e a redução da necessidade dessas pessoas em novos postos, seja por falta de capacitação ou pela incapacidade numérica de absorção dos postos no novo mundo do trabalho.

Conforme Azevedo, Aglaé e Pitta (2010), face ao universo de possibilidades de utilização e complexibilidade da robótica, podemos classificar os robôs conforme três gerações tecnológicas. Na primeira geração, os robôs se caracterizam por braços robóticos industriais com movimentos previamente programados que possibilitam a execução de tarefas repetitivas e em uma sequência fixa de passos. Exigem um ambiente de atuação bem organizado no qual os objetos estejam em posições bem definidas. Também é exemplo de robô dessa geração, braços para coleta de amostras submarinas. Esses robôs possuem sensores que permitem o monitoramento apenas de seus dados internos.

Na segunda geração, os robôs já possuem sensores internos e externos e sua programação já possibilita sua adequação posicional em relação as situações em que os dispositivos se encontram. Também já são dotados de sensores de luz, de toque e de peso, entre outros, e de câmeras que permitem a captação de imagem e sua comparação em um banco de dados.

Já a terceira geração se caracteriza por robôs dotados de Inteligência Artificial que fazem uso de mecanismos, tais como: visão computacional, síntese e reconhecimento de voz, atualização de posicionamento, algoritmos de rotas heurísticas, simulação de comportamento humano ou animal, entre outras. Podem se apresentar fisicamente no mundo real ou em plataformas virtuais como em jogos de computadores. Também, através da tecnologia denominada super presença, podem coexistir no mundo real e virtual através de uma representação. Os robôs dessa geração são utilizados em aplicações militares, biológicas e, também em simulação de seres vivos.

Azevedo, Aglaé e Pitta (2010), destacam alguns grandes impactos sociais positivos advindos da robótica, principalmente quando visam preservar a integridade física dos seres humanos em ações envolvendo ambientes inóspitos (fundo do mar, vulcões, desarmes de bombas, missões espaciais) ou nos avanços na medicina onde os exoesqueletos podem ajudar

o homem a superar lesões como a perda de membros ou traumas que afetem de forma irreversível sua mobilidade e, também através de novos processos cirúrgicos que se utilizam da nanorobótica para permitir microcirurgias de acesso a corrente sanguínea visando eliminar vírus que não possam ser combatidos de forma eficaz pelas drogas.

2.2.1 Robótica aplicada à Educação

Conforme Silva (2010), a robótica ingressou na educação nos Estados Unidos com a introdução do computador na escola na década de 1970. No Brasil, por outro lado, isso só aconteceu na década de 1980. Inicialmente as instituições educacionais tinham como objetivo a realização de atividades de programação quando Seymour Papert, pesquisador do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), percebeu que o computador e seus recursos atraíam a atenção e curiosidade das crianças e facilitava a aprendizagem. Nesse sentido, para Papert (2008 *apud* SILVA, 2010, p. 53) “os computadores são portadores de inúmeras ideias e de sementes de mudança cultural, capazes de auxiliar na formação de novas relações com o conhecimento”. Assim, de uma parceria entre o MIT e a LEGO, empresa que fabrica blocos de montar para crianças brincarem, foram acrescentados motores e sensores aos conjuntos de blocos LEGO, permitindo a construção de modelos cibernéticos que poderiam ser programados através da linguagem LOGO desenvolvida por ele, Papert.

Atualmente, com os recursos sensoriais, os robôs podem perceber variações ou realizar medições de calor, pressão, luz, gás, impulsos elétricos, etc.. Assim, possuem capacidade para monitorar suas próprias atividades. Também, através de seus recursos computacionais, podem aprender a lembrar e tomar decisões sobre suas tarefas, ou ainda informar problema de mau funcionamento. Hoje, podemos afirmar que, através das tecnologias de inteligência artificial, os robôs podem ser dotados de traços de inteligência.

Silva (2009, p. 31) diz que:

o casamento entre a robótica e a 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 na 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. O ambiente de aprendizagem em que o professor ensina o aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados por computador é denominado de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional.

Ainda, conforme a autora, a Robótica Educacional insere os estudantes em uma vivência interdisciplinar, pois a sua utilização envolve aspectos motivacionais, de colaboração, de construção e reconstrução, se utilizando de conceitos de diversas disciplinas. E afirma também que

A aprendizagem é fundamentalmente uma experiência social, de interação pela linguagem e ação. Essa interação deve favorecer a cooperação e autonomia, assegurar a centralidade do indivíduo na construção do conhecimento e possibilitar resultados de ordem cognitiva, afetiva e de ação (SILVA, 2009, p. 31).

Azevedo, Aglaé e Pitta (2010) destacam que, no processo de ensino-aprendizagem de crianças e adolescentes, a robótica não deve ser trabalhada como disciplina fim. Isto é, não há necessidade de se ter uma disciplina ou um curso específico para o aprendizado dessa tecnologia. Na realidade, deve-se utilizar a robótica com o objetivo de estimular o pensamento e o comportamento diante das situações do cotidiano e, assim, beneficiar a construção do conhecimento. Dessa forma, entendemos que o uso desse instrumento pedagógico permite ao educando aliar o trabalho concreto, através da manipulação de peças para a construção dos protótipos robóticos, com o trabalho abstrato, conseguido por intermédio da utilização dos *softwares* para programação.

Ainda, segundo os autores, através de seus trabalhos científicos e suas experiências práticas, observam que o ambiente de aprendizagem utilizando a robótica possibilita a integração multidisciplinar do currículo escolar com o desenvolvimento das percepções sensoriais nos alunos.

Segundo Zilli (2004, p. 40), a Robótica Educacional além de propiciar ao educando o conhecimento da tecnologia atual, desenvolve as competências elencadas no Quadro 1 que podem favorecer o seu processo de aprendizagem ao longo de toda vida.

QUADRO 1 - Competências desenvolvidas através da Robótica

COMPETÊNCIAS
Raciocínio lógico; Habilidades manuais e estéticas; Relações interpessoais e intrapessoais; Utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento; Desenvolvimento de projetos; Investigação e compreensão; Representação e comunicação; Trabalho com pesquisa; Resolução de problemas por meio de erros e acertos; Aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; Utilização da criatividade em diferentes situações; Capacidade crítica.

Fonte: Adaptado de Zilli (2004)

Nesse sentido, podemos apreender que a Robótica Educacional possibilita o desenvolvimento de competências nas dimensões sociais, afetivas, cognitivas e motoras, permitindo aos docentes ligar várias áreas de conhecimento, trabalhando de forma interdisciplinar, para a construção do aprendizado dos alunos.

Azevedo, Aglaé e Pitta (2010) defendem que o raciocínio lógico é desenvolvido através do projeto, do controle, da programação, da experimentação, da reflexão e da busca pela solução dos problemas. Já as habilidades motoras são estimuladas pelos encaixes das peças nas montagens dos robôs. Quanto a percepção visual, é estimulada pela identificação das formas das peças, onde e como podem ser utilizadas para possibilitar os movimentos dos robôs; e a percepção espacial pode ser trabalhada na definição da forma como pode ser comandado o robô em função do espaço disponível. Assim, os autores entendem que o professor pode mediar o aprendizado incentivando o trabalho em equipe e relacionando os projetos ou atividades com os conteúdos curriculares. Desta forma, promoverá a socialização de alunos isolados por fatores tais como timidez, diferenças sociais, desnivelamento escolar, *bullying*, deficiências físicas ou neurológicas, entre outros.

Outro benefício percebido pelos autores em suas experiências é o aumento da autoestima dos estudantes ao se sentirem com capacidade para construir um robô, resolver problemas relacionados com o cotidiano e os fazer funcionar. Também destacam o senso de organização e zelo demonstrados nas desmontagens e guarda dos materiais.

Considerando todos esses benefícios atribuídos à robótica pedagógica, os autores afirmam que

os professores podem mediar o conhecimento utilizando a robótica pedagógica como uma forma de refletir sobre como o aluno compreende o mundo em que vive, trabalhando seu pensamento investigativo para descobrir como o robô terá que funcionar, atendendo as exigências impostas pela atividade solicitada em consonância com os conteúdos curriculares (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010, p. 29).

Desse modo, compreendemos que é fundamental que os professores ao utilizarem a robótica no processo de ensino-aprendizagem busquem dialogar com os objetivos da disciplina e o conteúdo ministrado para que, assim, aplique a robótica com o intuito de alcançar o melhor desempenho e contribuir com a formação crítica dos alunos.

2.2.2 Plataformas de Robótica Educacional

Atualmente, existem várias empresas que fabricam e comercializam plataformas e produtos para uso em Robótica Educacional. Algumas plataformas possuem linguagens de programação próprias e outras usam linguagens existentes no mercado. No Rio Grande do Norte - Brasil, são utilizadas diversas plataformas educacionais comerciais e outras que seguem o paradigma da robótica livre, também denominada robótica com sucata por utilizar de componentes eletrônicos e peças recicladas.

Independentemente do tipo, uma plataforma de Robótica Educacional deve ser constituída por vários componentes, entre os quais destacam os autores Azevedo, Aglaé e Pitta (2010, p. 7 - 8):

- Estrutura ou carcaça: é usada como base para sustentar os demais componentes que constituem o robô. Composto por placas, parafusos, encaixes e peças diversas;
- Controlador: é a parte central de um protótipo robótico. Deve ser composto por um microprocessador e memória para armazenamento e execução do(s) programa(s);
- Sensores: são dispositivos que servem para detectar sinais tais como tato, som, imagem. Os mais comuns são os de toque, rotação, som (microfone), ultrassom, luz, câmera (para captura de imagens);
- Atuadores: são motores elétricos, mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos que são utilizados para possibilitar a movimentação dos robôs e seus manipuladores;

- Manipuladores: são geralmente braços e garras com graus de liberdade para realizar movimentos e realizar tarefas com precisão. Geralmente possuem um ou mais atuador;
- Engrenagens: são elementos mecânicos compostos por rodas dentadas. Quando duas engrenagens estão em contato, a que fornece força para a outra é denominada engrenagem motora e a outra é denominada engrenagem movida. Quando se deseja aumentar a força transmitida pelas engrenagens, a engrenagem motora deve ser a menor. Já quando queremos o aumento da velocidade transmitida, a engrenagem motora deve ser a maior;
- Eixo: serve para ligar um motor às engrenagens ou rodas.
- Fonte de energia: é o tipo de bateria e/ou gerador que fornece a alimentação elétrica aos componentes eletrônicos e ao controlador.
- Fiação: servem para a interligação dos componentes eletrônicos ao controlador e suas alimentações elétricas.

Entre as plataformas disponíveis e que são mais utilizadas no âmbito educacional no Rio Grande do Norte, estão a LEGO MindStorms, Modelix, RoboCore e Robótica Livre (ou sucata), as quais, com o propósito de ilustrar suas características básicas e as possibilidades de utilização para o aprendizado em sala de aula, iremos apresentar a seguir:

a) A plataforma LEGO MindStorms ¹

Lançada comercialmente em 1998, é uma das mais completas e populares no âmbito educacional. Voltada para a educação tecnológica, é constituída por um computador denominado RCX (versão original) ou NXT (versão 1.0 ou 2.0) e peças plásticas que permitem o encaixe e facilitam as montagens. Também compõem essa plataforma componentes como placas, rodas, blocos vazados, blocos cheios, motores, eixos, engrenagens, polias, correntes, roscas sem fim, cremalheiras, rodas, pneus e sensores de toque, luz, temperatura e infravermelho. O conjunto padrão comercializado atualmente, LEGO MINDSTORMS EV3, que possui cerca de 612 peças.

¹ LEGOMINDSTORMS. **Plataforma da legomindstorms**. Disponível em: www.lego.com/pt-br/mindstorms. Acesso em 10 jan. 2019.

Em seu site oficial², pode-se obter os manuais de montagens e o guia do usuário em português, além de *softwares* como os aplicativos que permitem a programação do módulo NTX 2.0 através de tablets (programação limitada) e das plataformas computacionais Windows ou Mac. Também, pode-se obter novas versões para atualização do *firmware* do controlador NTX e aplicativo para controlar o robô à distância através do celular ou tablet, inclusive com a possibilidade de uso de comando por voz. As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, os componentes que podem ser utilizados para a construção dos protótipos robóticos da plataforma modelo EV3 – 313123 e do módulo controlador (CPU e memória).

FIGURA 3 - Plataformas EV3 – 313123



Fonte: Legomindstorms (2019)

FIGURA 4 - Bloco Controlador EV3



Fonte: Legomindstorms (2019)

A Figura 5 destaca os diversos tipos de sensores que equipam a plataforma.

FIGURA 5 - Sensores de cor/luminosidade, som, ultrassônico, giro, toque e temperatura



Fonte: Legomindstorms (2019)

² www.lego.com/pt-br/mindstorms

As Figuras 6 e 7, mostram os tipos de motores e o módulo de controle remoto disponibilizados para os projetos robóticos.

FIGURA 6 - Motor Grande e Motor Médio



Fonte: Legomindstorms (2019)

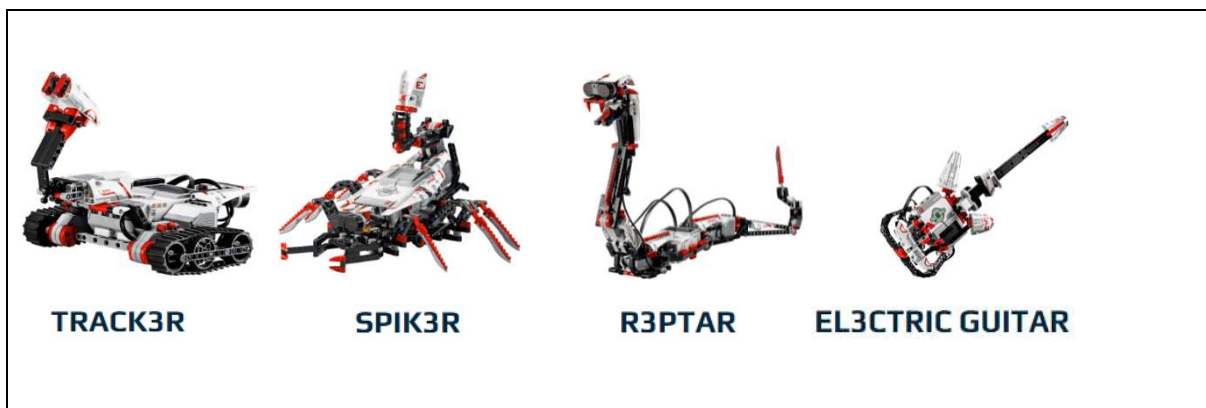
FIGURA 7 - Controle Remoto



Fonte: Legomindstorms (2019)

A Figura 8 ilustra alguns dos modelos de protótipos robóticos possíveis de montagens através de manuais que acompanham a plataforma EV3.

FIGURA 8 - Alguns modelos de robôs possíveis de montagem



Fonte: Legomindstorms (2019)

A programação efetuada é produzida em um computador através do *software* RoboLab (RXC) ou Lego Mindstorms Software (NXT), que permitem uma interação intuitiva através de ícones que podem ser selecionados, arrastados, soltados e ligados. Assim, dispensam os usuários de serem iniciados em qualquer linguagem de programação e até mesmo terem conhecimentos de lógica. Aliás, a aprendizagem de lógica é uma das habilidades que essa plataforma proporciona aos estudantes. A plataforma também permite programação em C++ e em Java, dependendo da atualização do *firmware* do módulo

controlador. O programa produzido no computador pode ser carregado no controlador através da interface serial USB, WiFi ou *Bluetooth*.

b) A Plataforma Modelix Robotics³

A Modelix Robotics é uma empresa estabelecida a mais de 10 anos no mercado brasileiro que desenvolve, industrializa e comercializa plataformas para a Robótica Educacional. As suas plataformas disponibilizam todo o material didático incluindo o *software* de programação próprio (Software Modelix System) e, por ser uma empresa nacional, garante suporte técnico direto, reposição de peças e atualizações tecnológicas. Também agrega ao seu produto a metodologia STEM (incentivo ao aprendizado multidisciplinar baseado em projetos e no ensino científico considerando quatro áreas do conhecimento: ciência, tecnologia, engenharia e matemática) e o conceito MAKER (estímulo a aprendizagem através da criação, planejamento, desenvolvimento e implementação), visando desenvolver nos alunos a capacidade de inovar, empreender e evoluir de forma autônoma (MODELIX ROBOTICS, 2019).

Disponibiliza cinco tipos de plataformas considerando os diferentes níveis escolares, atendendo todas as faixas etárias na grade curricular ou no ensino extracurricular. Seguem breves descrições das plataformas oferecidas:

- Infantil (Pré 1 e Pré 2): Direcionado a educação infantil, possibilita o primeiro contato com a robótica, com foco na montagem de projetos mecânicos, utilizando peças de plástico a base de encaixe. Cada conjunto possui 205 peças e foi idealizado visando estimular o raciocínio lógico, a criatividade, o desenvolvimento de habilidades motoras e a capacidade de resolução de problemas. O material didático é completo, simples e as atividades são acompanhadas por manuais passo a passo para a montagens de projetos. Também, permite total liberdade para que o aluno ponha em prática sua imaginação e criatividade, desenvolvendo projetos próprios. Nas atividades, os alunos aprendem de maneira

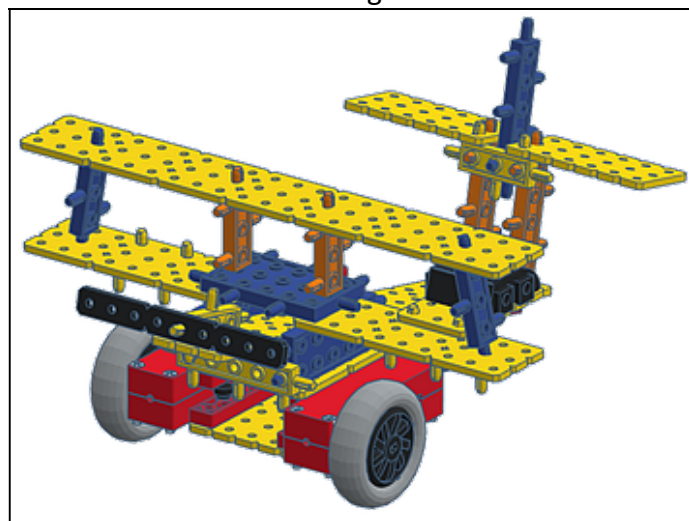
³ MODELIX ROBOTICS. Plataforma modelix robotics. Disponível em: www.modelix.com.br. Acesso em 31 jan. 2019.

divertida e descontraída no formato de jogos, como por exemplo: siga a linha, achar algum objeto na imagem, etc..

- **Fundamental 1A:** Direcionado aos 1º, 2º e 3º ano do ensino fundamental 1, visa o aprendizado de conceitos básicos de robótica, como a montagem de projetos mecânicos com a utilização de motores. Introduce o uso dos componentes elétricos e eletrônicos, bem como aulas de programação por fluxograma com resultados apresentados em cenários da própria tela do computador. Utiliza peças de plástico de encaixe com componentes eletrônicos plug-and-play e *software* de programação através de cenários interativos. O conjunto possui 466 peças e o material didático contém o cronograma para o professor, os materiais didáticos dos cursos de robótica, de programação e de elétrica/eletrônica básica, além de aulas que exploram a interdisciplinaridade.
- **Fundamental 1B:** Direcionado aos 4º e 5º ano do ensino fundamental 1, permite o aprendizado dos fundamentos da robótica montando projetos mecânicos, utilizando componentes elétricos e programação dos projetos. O conjunto possui 556 peças entre as quais componentes eletrônicos e um microcontrolador *kids*.
- **Fundamental 2:** Direcionado aos 6º, 7º, 8º e 9º ano do ensino fundamental 2, no qual os alunos irão aprender os fundamentos da robótica, montando projetos mecânicos utilizando peças de metal e componentes eletrônicos. A programação é mais avançada e possibilita projetos mais arrojados e complexos. Incentiva a investigação e a concentração, com soluções de problemas do mundo cotidiano. O conjunto possui 540 peças e o material didático contém o cronograma para o professor, os materiais didáticos dos cursos de robótica, de programação e de mecânica. Possui componentes eletrônicos avançados e microcontrolador 3.6 a base de pinagem.
- **Ensino Médio ou Superior:** Trata-se de um curso de robótica com aulas passo a passo da montagem de projetos programáveis, tanto na parte mecânica quanto na parte de programação. Na primeira parte, utiliza componentes prontos e encapsulados de fabricação própria. Em uma segunda etapa, o aluno poderá utilizar componentes puros (não encapsulados) e fazer as conexões utilizando um *protoboard*. O curso se assemelha a um curso técnico de mecatrônica com a

facilidade de as aulas serem com uma documentação passo a passo e com o uso do *software* da Modelix. Além das aulas que já acompanham a plataforma, o professor e o aluno têm a liberdade de elaborar seu próprio projeto utilizando os recursos avançados como *bluetooth*, LCD, controle remoto, entre outros. O conjunto possui 780 peças além de *protoboard* e *softwares*. A Figura 9 mostra um exemplo da carcaça de um artefato robótico que pode ser montado a partir do conjunto de peças encaixáveis.

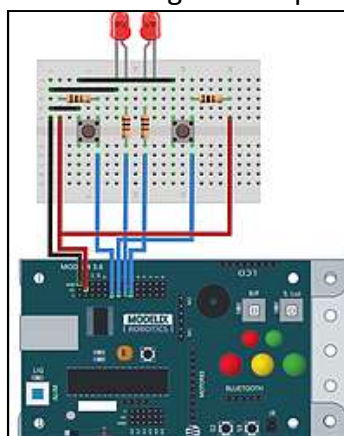
FIGURA 9 - Montagem com blocos



Fonte: Modelix Robotics (2019)

A Figura 10 apresenta montagens se utilizando da placa controladora e componentes eletrônicos interligados através de um *protoboard*.

FIGURA 10 - Montagem com protoboard

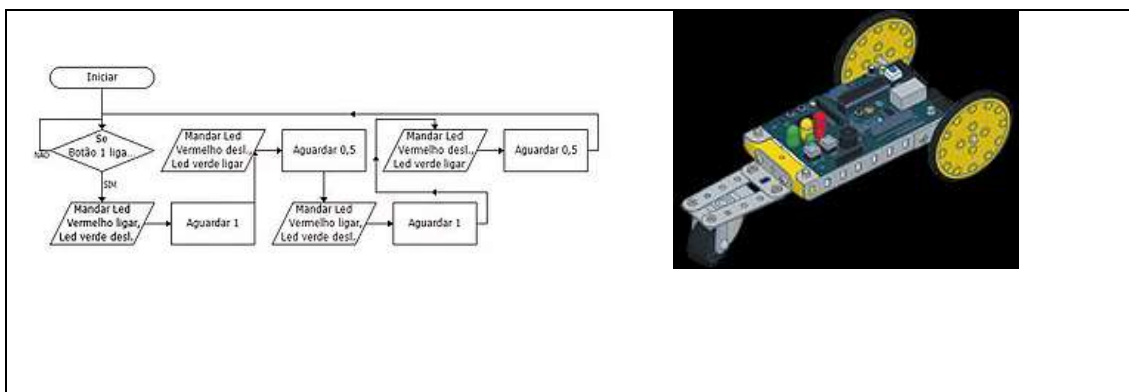


Fonte: Modelix Robotics (2019)

Ainda, de acordo com o site, o *Software Modelix System* foi desenvolvido para o ensino de programação através da robótica. A programação é intuitiva e feita através de fluxograma. Possui ferramentas que vão desde as mais básicas até ferramentas mais avançadas, para, dessa maneira, ser possível atingir crianças de 7 anos até o nível universitário.

A facilidade na aprendizagem é o primeiro passo para entrar no mundo da programação. Assim, o foco desse *software* é ser o passo inicial para o aluno desenvolver raciocínio lógico e começar a programar sem a necessidade de conhecimento técnico prévio. Possui duas versões de programação, ambas se utilizam de fluxogramas. Uma, conforme ilustrado na Figura 11, utilizando o microcontrolador e os componentes físicos, na qual um robô é montado e programado para a execução de tarefas.

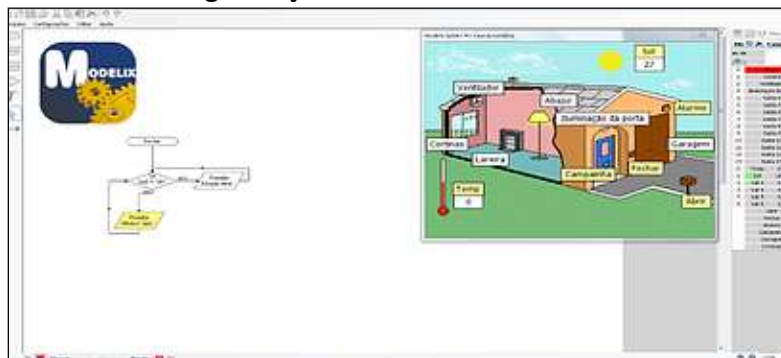
FIGURA 11 - Programação de um robô com o Microcontrolador



Fonte: Modelix Robotics (2019)

A outra, apresentada na Figura 12, através de cenários virtuais interativos nos quais tudo o que se programa, bem como os resultados, estarão apresentados na tela de um computador (MODELIX ROBOTICS, 2019).

FIGURA 12 - Programação através de cenário virtual interativo

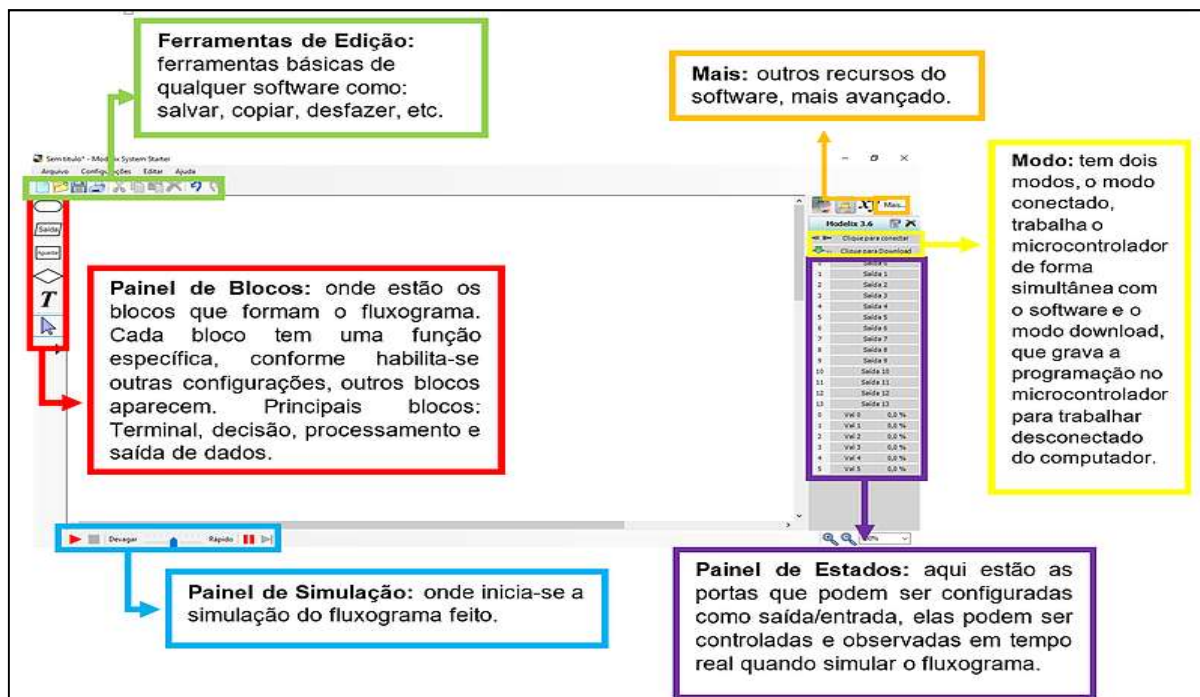


Fonte: Modelix Robotics (2019)

A utilização de uma linguagem de programação por fluxograma permite a representação dos processos e é uma ferramenta já muito utilizada em áreas administrativas, de gestão, de processos industriais e programação. Essa forma de linguagem facilita a visualização de todo o processo, identificação de erros, bem como a otimização do programa e o acompanhamento de sua execução. Basicamente, fluxogramas são bloquinhos que ao serem ligados uns nos outros representam um procedimento. Dessa forma, o aluno utiliza uma ferramenta de lógica universal e que independe de sua capacitação prévia em uma linguagem de programação formal (C#, C++, Java etc.). Isso também elimina a resistência dos professores para a utilização da robótica (MODELIX ROBOTICS, 2019).

A Figura 13 aborda uma visão geral do *software* da modelix system.

FIGURA 13 - Visão geral do *Software* Modelix System



Fonte: Modelix Robotics (2019)

Todos os cursos da Modelix foram projetados para atender grupos de 3 a 5 alunos por plataforma e dimensionados para se realizarem em 32 aulas de 1h30m, sendo um encontro semanal distribuído ao longo de um ano.

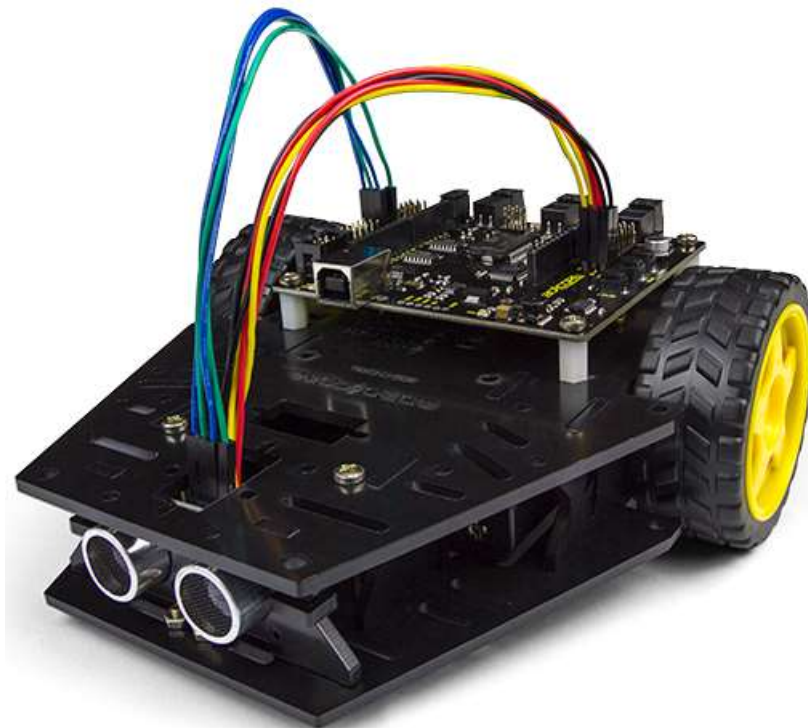
c) A Plataforma RoboCore⁴

A plataforma RoboCore para iniciantes em robótica disponibiliza dois experimentos principais: um sobre como fazer um robô seguidor de linha e outro sobre como fazer um robô anticolisão. O objetivo dessa plataforma é possibilitar ao aluno o entendimento do mundo da robótica e construir um robô que toma ações a partir da leitura de sensores, seja seguindo um trajeto formado por uma linha, seja evitando colidir com paredes.

O fornecedor também disponibiliza tutoriais bem completos e bem organizados nos quais detalha, através de vídeos e textos, as montagens mecânica e eletrônica e a instalação do software de desenvolvimento do Arduino IDE (*Open Source*) em computadores utilizando os ambientes Windows, MAC OS ou Linux, além do drive da placa *blackboard* para permitir sua conexão ao computador através da interface serial.

A Figura 14 apresenta a plataforma Robótica Falcon constituída por uma base móvel com dois motores com redução e duas rodas. O chassi é fabricado em poliestireno, o que o torna bastante resistente ao impacto.

FIGURA 14 - Plataforma Robótica Falcon

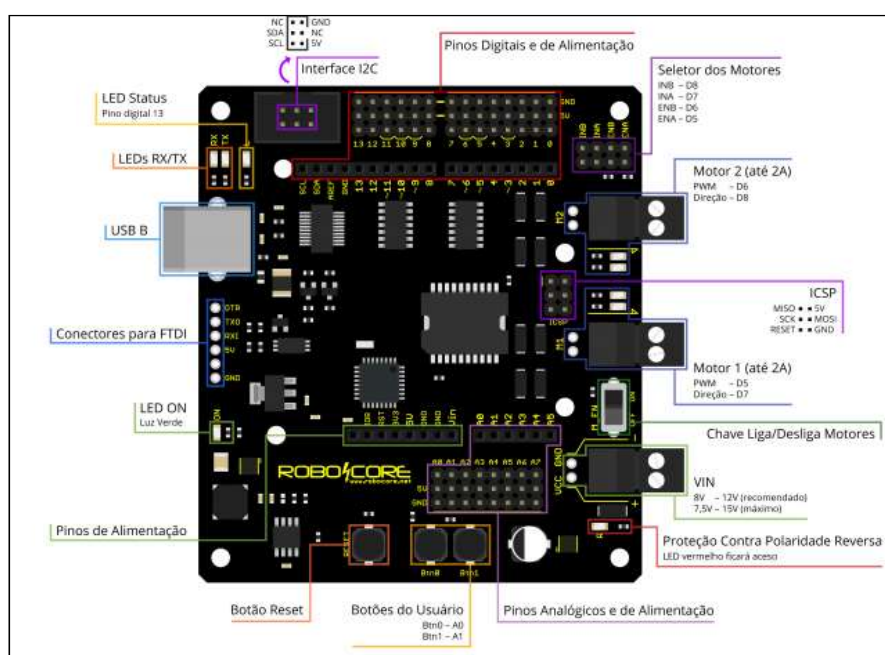


Fonte: Robocore (2019)

⁴ ROBOCORE. Plataforma robocore. Disponível em: www.robocore.net/tutoriais. Acesso em: 06 fev. 2019

A Figura 15 apresenta a placa Julieta que possui um microcontrolador Arduino UNO R3 e um chip L298P, que permite o controle de dois motores de corrente contínua (CC) independentes para que o robô se movimente na direção e velocidade desejadas. Além disso, a Julieta possui barramento que permite fácil ligação de sensores ou atuadores; e ainda dois botões para uso geral que podem ser programados por *software*, por exemplo, para acionar ou desligar seu robô.

FIGURA 15 - Placa Julieta



Fonte: Robocore (2019)

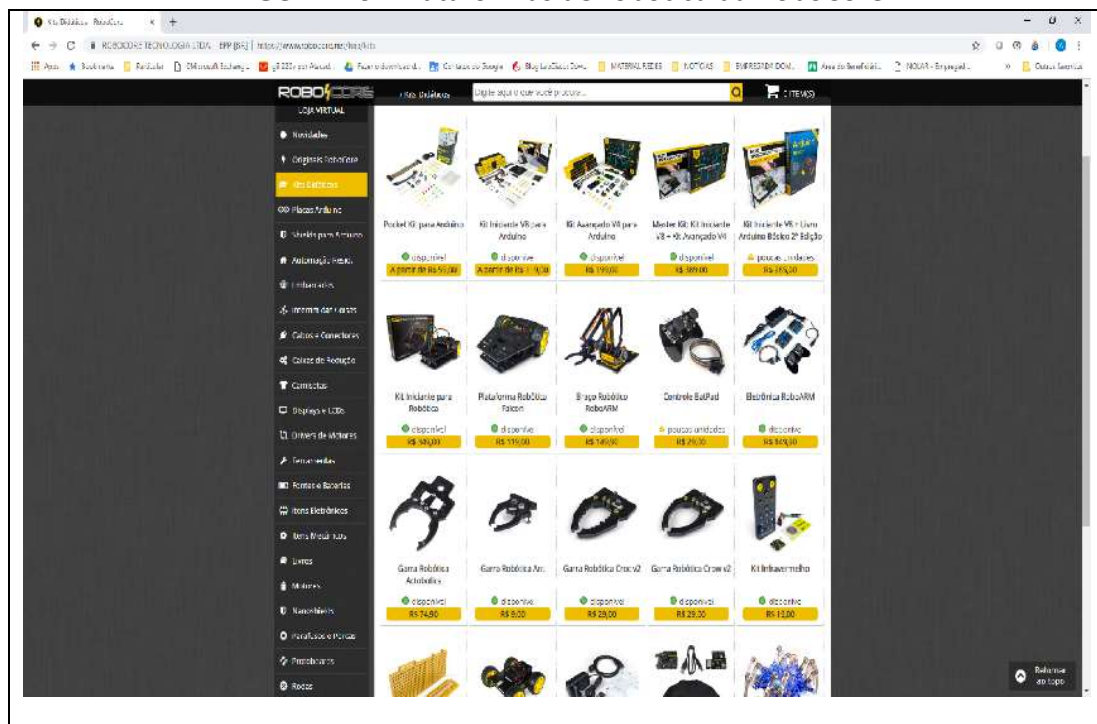
Antes da escolha de um projeto, estão disponibilizadas duas experiências no *site*. A primeira permite o teste da conexão computador/*blackboard* na qual um *light-emitting diode* (LED) indica que o *software* e *drive* foram instalados com sucesso. A segunda ensina como movimentar o robô, utilizando-se da biblioteca FalconRobot fornecida com a plataforma. Após essas experiências, o aluno pode escolher um entre dois projetos: um robô seguidor de linha ou um robô anticolisão. O robô seguidor de linha se utiliza de dois sensores que emitem luz infravermelha e mede o quanto de luz é refletida. Assim, se utilizando de dois conjuntos formados cada um por sensor, motor e roda, pode-se manter o robô centralizado sobre um caminho, construído com uma fita isolante sobre uma superfície clara (branca), controlando

a velocidade das suas rodas. Já o robô anticollisão se utiliza de sensor ultrassônico para emitir e medir o tempo de retorno de uma onda que encontre um obstáculo a uma determinada distância, acionando motor(res) para girar o robô e desviar do obstáculo.

Outra característica dessa plataforma é que, por segurança, os motores ligados a *blackboard* só funcionam caso haja alimentação por bateria ou fonte externa. Assim, a alimentação recebida via cabo USB fará apenas com que seja possível a programação da placa.

A RoboCore possui outras plataformas de robótica indicadas para estudantes com maior grau de experiência que podem ser encontrados e adquiridas por escolas ou utilizadores mais experientes em seu *site* conforme ilustrado na Figura 16.

FIGURA 16 - Plataformas de robótica da RoboCore



Fonte: Robocore (2019)

d) Robótica Livre

Os custos das plataformas comerciais de robótica são considerados relativamente altos e podem desmotivar sua utilização como metodologia de aprendizagem nas escolas (SÁ, 2011). Assim, há um grande esforço dos pesquisadores na busca de ferramentas de baixo custo e fácil acesso para perseguir o desejo de universalizar a utilização da robótica nas salas de aula das escolas brasileiras.

As plataformas de “robótica livre” ou “robótica com sucata” são utilizadas para construção de protótipos robóticos com baixo custo financeiro. São compostas por controladores lógicos programáveis industrializados ou desenvolvidos através de projetos avançados de engenharia e materiais reciclados reaproveitados de equipamentos eletrônicos e brinquedos defeituosos ou obsoletos, tais como, motores, sensores, eixos, roldanas, engrenagens, fiações, componentes eletrônicos, reguladores de tensão e fontes de alimentação, denominados sucata ou lixo tecnológico (FERNANDES; SÁ; GONÇALVES, 2012).

Entretanto, ainda Fernandes, Sá e Gonçalves (2012), essas plataformas muitas vezes impõem aos professores e alunos uma grande disponibilidade de tempo no planejamento e coleta de componentes para a criação de um robô a partir de uma situação problema, pois nem sempre se dispõe das peças necessárias e em quantidade suficiente para atendimento das ideias que surgem no contexto escolar.

Uma outra metodologia para a inserção da Robótica Educacional de baixo custo é através de simuladores computacionais. Esses *softwares* permitem a criação de ambientes virtuais nos quais os alunos utilizam componentes e conceitos da robótica para resolver problemas de ambientes reais. Essa metodologia traz para a Robótica Educacional a diminuição dos custos para a aquisição das plataformas, a diminuição do tempo relativo ao desenvolvimento do projeto e maior facilidade de testes para ajustes e verificação do funcionamento, bem como permite evitar danos aos componentes físicos (PEDROSA, 2010). Por outra óptica, conforme observado por SILVA (2009), não atende ao interesse dos alunos em pôr a “mão na massa” e assim prejudica o desenvolvimento de suas habilidades motoras e criativas.

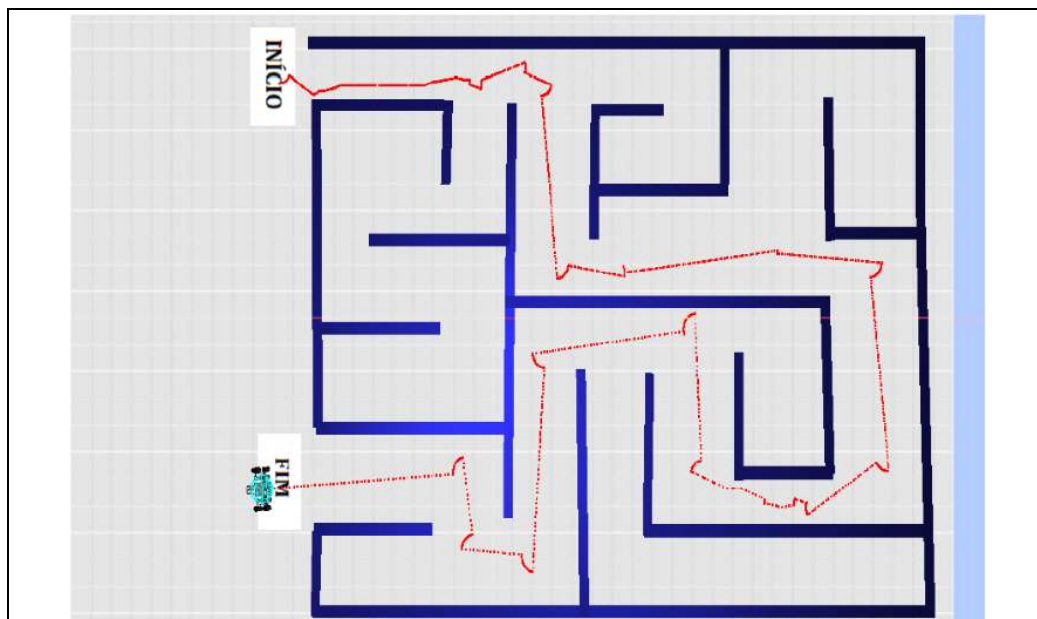
Visando incentivar o uso da robótica e minimizar as dificuldades e resistências ao uso dessa tecnologia, pesquisadores e educadores do Rio Grande do Norte defendem a ideia de uma metodologia didática que utilize, de forma associada, simulador e plataforma robótica livre. Nessa visão, os estudantes primeiro devem desenvolver seus projetos e testá-los em ambiente simulado e só depois implementá-los fisicamente em uma plataforma. Isso minimiza tempo e custo ao mesmo tempo que possibilita o acesso de maior número de estudantes a essa tecnologia sem prejuízo aos seus benefícios (FERNANDES; SÁ; GONÇALVES, 2012).

Como exemplos de tecnologias de robótica livre, citaremos alguns trabalhos desenvolvidos por pesquisadores norte-riograndenses. O simulador S-Educ, o *software*

educacional RoboEduc, o ambiente de programação web W-Educ e a plataforma robótica LabsRia (aprimoramento da plataforma H-Educ), são os trabalhos que iremos destacar.

O simulador S-Educ foi desenvolvido para simulação das plataformas LEGO (NXT e RCX) ou H-Educ. Permite projetos robóticos que utilizem atuadores e sensores de toque, cor e ultrassônico. Também, simula características da cinemática e dinâmica dos corpos promovendo características de movimentação do robô virtual semelhantes às de um robô real e disponibiliza um ambiente virtual bidimensional ou tridimensional composto por linhas, cartolinas, objetos leves que podem ser carregados pelo robô e objetos pesados que representam mesas, cadeiras e paredes. Possui diversos tipos de robôs que se distinguem pelos sensores que os equipam e suas posições. É adequado para o uso de alunos do Ensino Fundamental e Médio (FERNANDES, 2013). A Figura 17 mostra o ambiente virtual da simulação de um labirinto sendo explorado por um robô.

FIGURA 17 - Ambiente virtual do simulador S-Educ



Fonte: Fernandes (2013)

O *software* educacional RoboEduc, desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, é um ambiente que possibilita o controle e a programação nas plataformas robóticas Lego NXT e RCX ou H-Educ. Sua linguagem de programação, denominada R-Educ, permite programação em ambiente gráfico utilizando linguagem icônica ou textual com palavras-chave em português para leitura dos sensores e

controle dos motores. Permite a programação do robô em até cinco níveis de abstração. No nível 1, bem elementar, a programação é realizada em ambiente gráfico através de ações de arrastar e soltar para ações correspondentes as de controle do robô. Já nesse nível é possível compilar, salvar, enviar e abrir um programa. No nível 2, foi acrescentada a estrutura de desvio condicional (se e então). No nível 3, a forma de programação deixa de ser gráfica para ser textual, utilizando a linguagem de programação proprietária R-Educ, desenvolvida em conjunto com esse ambiente. No nível 4, são permitidas as mesmas funcionalidades de programação em modo gráfico do nível 2, acrescida de mecanismos de abstração equivalentes aos da linguagem RoboLab que equipa as plataformas LEGO Mindstorms. Por fim, no nível 5, é acrescentado às funcionalidades do nível 3 a possibilidade de compilação da programação textual. Tanto no ambiente gráfico quanto em ambiente textual, a tradução dos programas para as plataformas LEGO NXT e RCX ou H-Educ são transparentes aos usuários, possibilitando, dessa forma, sua utilização por estudantes no Ensino Fundamental, Médio ou Superior (BARROS, 2011). A Figura 18 apresenta módulos do ambiente educacional RoboEduc: A) projetar, B) controlar, C) ensinar, D) programar em nível 1, E) programar em nível 2 e estruturar em fluxo e F) programar em modo textual nível 3.

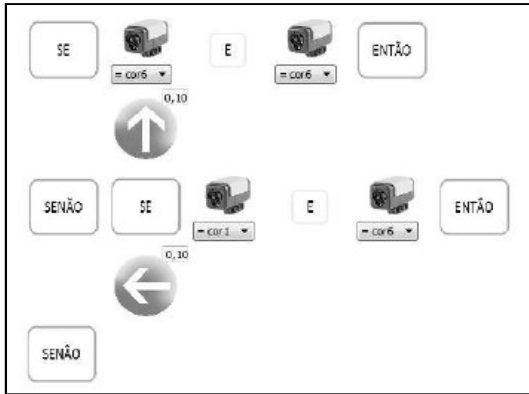
FIGURA 18 - Módulos do RoboEduc



Fonte: Barros (2011)

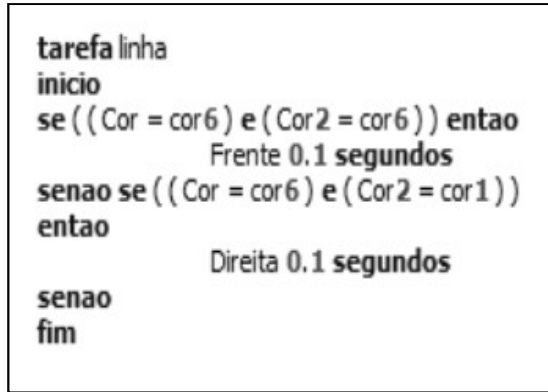
Nas Figuras 19 e 20, respectivamente, podemos visualizar trechos de programas no ambiente gráfico e textual no *software* educacional RoboEduc.

FIGURA 19 - RoboEduc - Programação em ambiente gráfico



Fonte: Fernandes, Sá e Gonçalves (2012)

FIGURA 20 - RoboEduc – Programação em ambiente textual



Fonte: Fernandes, Sá e Gonçalves (2012)

A plataforma LabsRia, desenvolvida no laboratório NatalNet da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, surgiu como uma proposta de aprimoramento da plataforma de baixo custo H-EDUC (SÁ, 2011) já existente, tendo como objetivo suprir a incapacidade de algumas escolas para aquisição e implantação da Robótica Educacional face aos custos elevados das plataformas comerciais. Sua construção tem como base de montagem 15 centímetros de um flutuador aquático tipo espaguete, utilizando controlador Arduino Nano v.3.0 com microcontrolador Atmel Atmega328, que possui interfaces analógicas e digitais para permitir o controle de motores e leitura de variados tipos de sensores (YANAGUIBASHI; SÁ; GONÇALVES, 2012).

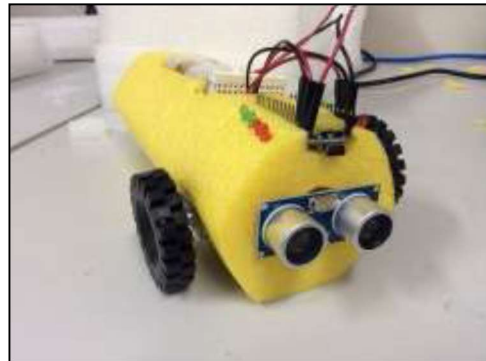
A Figura 21 mostra o posicionamento do motor e do controlador, enquanto a Figura 22 ilustra a plataforma montada.

FIGURA 21 - Posicionamento motor e controlador



Fonte: Yanaguibashi, Sá e Gonçalves (2012)

FIGURA 22 - Plataforma LabsRia

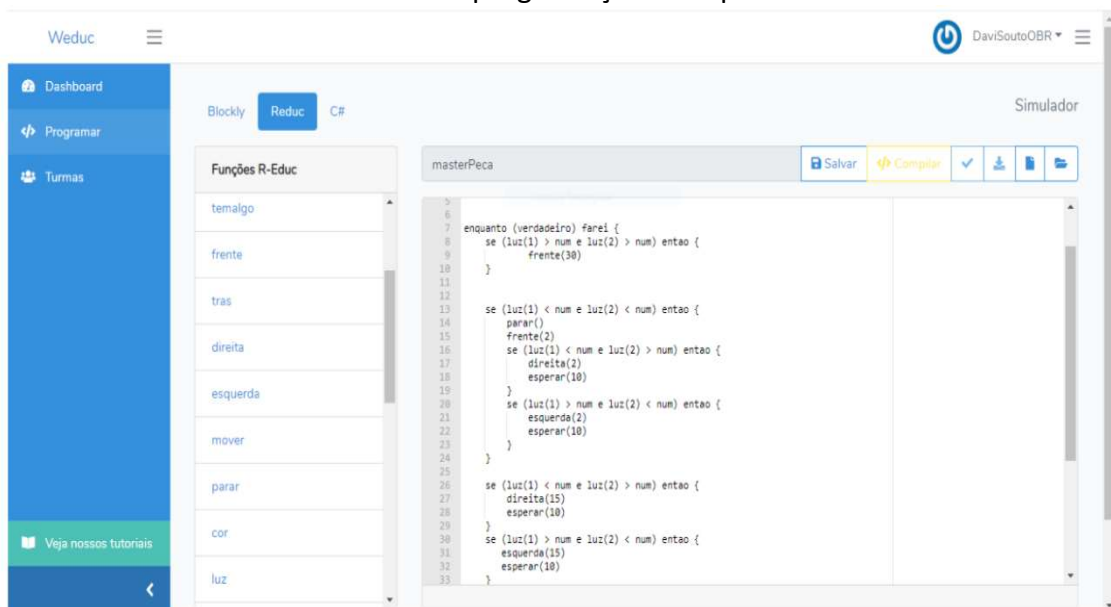


Fonte: Yanaguibashi, Sá e Gonçalves (2012)

As linguagens R-Educ ou C poderão ser utilizadas para programação através do ambiente de programação multiplataforma, de livre acesso e voltado para robótica educacional, W-Educ (SÁ, 2016), também desenvolvido no laboratório da NatalNet e disponibilizado em www.natalnet.br.

A Figura 23 apresenta o ambiente de programação W-Educ no qual podemos ver a estrutura simples da linguagem de programação R-Educ.

FIGURA 23 - Ambiente de programação multiplataforma W-Educ



Fonte: Yanaguibashi, Sá e Gonçalves (2012)

A combinação de tecnologias de robótica livre, tais como: o simulador S-Educ, a linguagem de programação R-Educ, a plataforma de baixo custo LabsRia (H-Educ) e o ambiente web de programação W-Educ, possibilita que qualquer escola e estudante tenham

acesso à Robótica Educacional. Sendo assim, a difusão dessa tecnologia de ensino deve ser buscada através do incentivo a iniciativas de pesquisa como essa, capacitação de professores, desenvolvimento de temas interdisciplinares e inclusão da robótica no contexto curricular.

3 METODOLOGIA

Buscamos com esse trabalho conhecer a forma como vem sendo utilizada a Robótica Educacional no Estado do Rio Grande do Norte - Brasil, identificando como escolas administradas pelo poder público municipal, estadual ou federal, bem como as escolas privadas, implementaram essa tecnologia em seus processos de ensino. Também, buscamos identificar o perfil dos professores utilizadores e suas percepções dos benefícios atribuídos à robótica para o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à formação dos alunos exigidas por um mundo a cada dia mais dinâmico e sem fronteiras.

Quanto aos objetivos metodológicos, classificamos o trabalho como uma pesquisa de caráter exploratório, que, segundo Gil (2008, p. 27-28) “são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.” Nesse sentido, é aquela que tem como objetivo proporcionar visão geral e ampla sobre o fenômeno estudado. Logo, procuramos analisar a utilização da Robótica Educacional nas escolas do Rio Grande do Norte, de modo a identificar suas contribuições para a aprendizagem nas escolas pesquisadas.

Nosso trabalho se fundamentou também na pesquisa bibliográfica que de acordo com Boccato (2006, p. 266),

a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica. Para tanto, é de suma importância que o pesquisador realize um planejamento sistemático do processo de pesquisa, compreendendo desde a definição temática, passando pela construção lógica do trabalho até a decisão da sua forma de comunicação e divulgação.

Assim, para melhor familiarização com a temática da Robótica Educacional, iniciamos nossa pesquisa aprofundando o assunto a partir de leituras fundamentadas em artigos, dissertações, teses, manuais, sites e livros. Logo identificamos a necessidade de ampliar o conhecimento, bem como a discussão desse estudo que no Brasil ainda é um assunto pouco discutido, especificamente no Estado do Rio Grande do Norte.

3.1 UNIVERSO DA PESQUISA

Os professores aos quais foi solicitada a participação na pesquisa fazem parte da comunidade que inscreveu trabalhos na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), Etapa Estadual do Rio Grande do Norte (RN), em 2018. A OBR⁵ é uma olimpíada científica brasileira que aborda a temática da robótica e tem como objetivo estimular os jovens das escolas públicas e privadas do ensino fundamental, médio e técnico, em todo o território nacional, às carreiras científico-tecnológicas, bem como, identificar jovens talentosos e também promover debates sobre o processo de ensino-aprendizagem brasileiro (OBR, 2019).

Nosso universo é constituído por uma população de cerca de 52 professores do Ensino Fundamental e Médio, com atuação em 64 escolas públicas (estaduais, federais e municipais) e privadas que, face a importância de participação no evento, representam as instituições com experiência de utilização da Robótica Educacional no Estado do RN. Assim, a partir das listas de nomes dos professores e escolas que apresentaram trabalhos na edição da OBR-2018, localizamos os seus contatos (e-mail ou número de telefone) e enviamos os convites para participação dessa pesquisa. E o *locus* de nossa empiria é uma amostra de 24 professores dos 52 que participaram da OBR.

3.1.1 Participantes

A pesquisa contou com uma população 24 participantes, sendo composta por 4 professoras e 20 professores, caracterizando-se pela faixa etária, a formação profissional e a rede de ensino que atuam, conforme o Quadro 2.

⁵ As informações estão disponíveis em: <http://www.obr.org.br/o-que-e-a-obr/>.

QUADRO 2 - Caracterização do perfil dos participantes da pesquisa

Participantes.	Faixa etária	Formação	Rede de ensino que atua
P1	De 31 a 40 anos	Eng. de Computação	Federal
P2	De 24 a 30 anos	Eng. Elétrica	Federal
P3	De 24 a 30 anos	Ciência da Computação	Municipal e Privada
P4	De 31 a 40 anos	Eng. Elétrica	Federal
P5	De 41 a 50 anos	Analista de sistemas	Privada
P6	De 24 a 30 anos	Tecnólogo em Informática	Privada
P7	Até 23 anos	Ciência e Tecnologia	Municipal
P8	De 24 a 30 anos	Ciência da Computação	Privada
P9	De 24 a 30 anos	Ciência da Computação	Municipal
P10	Acima de 50 anos	Sistema de Informação	Estadual
P11	De 24 a 30 anos	Eng. de Computação	Federal
P12	Acima de 50 anos	Eng. Elétrica	Federal e Privada
P13	De 31 a 40 anos	Eng. de Computação	Municipal
P14	De 31 a 40 anos	Eng. Elétrica	Federal
P15	De 31 a 40 anos	Eng. de Computação	Federal e Estadual
P16	Acima de 50 anos	Matemática	Estadual e Municipal
P17	De 31 a 40 anos	Eng. Elétrica	Federal e Estadual
P18	De 31 a 40 anos	Eng. de Computação	Federal
P19	De 24 a 30 anos	Ciência e Tecnologia	Privada
P20	Até 23 anos	Ciência e Tecnologia	Estadual e Municipal
P21	Até 23 anos	Ciência e Tecnologia	Municipal
P22	De 31 a 40 anos	Eng. Mecânica	Privada
P23	De 31 a 40 anos	Eng. Elétrica	Federal
P24	Até 23 anos	Ciência e Tecnologia	Estadual e Municipal

Fonte - Elaborado pelo autor (2019)

Em termos de idade, o perfil dos participantes da pesquisa se caracteriza por um público variado, sendo 16 professores na faixa etária de 24 a 40 anos, 4 na faixa abaixo dos 24 anos e 4 acima dos 40 anos. Quanto a formação profissional, os professores participantes se caracterizam por: 1 com formação em análise de sistemas; 3 em ciência da computação; 5 em ciência e tecnologia; 5 em engenharia da computação; 6 em engenharia elétrica; 1 em engenharia mecânica; 1 em matemática; 1 em sistema de informação; e 1 em informática.

3.2 PROCEDIMENTOS

Dessa forma, para a coleta de dados, optamos pela utilização de um questionário elaborado de forma a possibilitar análises quantitativas e qualitativas. Para GIL (2008), um questionário deve traduzir os objetivos da pesquisa em questões específicas, cujas respostas forneçam os dados necessários para proporcionar informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores e comportamentos das pessoas pesquisadas ou testar as hipóteses que foram construídas durante o planejamento da pesquisa.

Nesse sentido, elaboramos um questionário estruturado visando a obtenção de informações sobre as aplicações didáticas e pedagógicas, a usabilidade, as contribuições, a população de educadores, considerando suas respectivas faixas etárias e níveis educacionais, os principais aspectos de *hardware* e *software*. Em seguida, o inquérito foi aplicado à comunidade de professores do Estado de Rio Grande do Norte que utilizam a Robótica Educacional em seu processo de ensino-aprendizagem.

3.2.1 Questionário

Para uma melhor coleta de dados, uma parte do questionário foi elaborada com questões fechadas, de modo a facilitar as respostas dos respondentes e o processo de tabulação na análise; enquanto outra parte do questionário foi elaborada por questões abertas, com o objetivo de obter as opiniões ou experiências sobre as temáticas.

O questionário, apresentado no Apêndice A, foi elaborado observando os objetivos específicos definidos nesse trabalho e, após refinamentos sucessivos, contemplou a questão proposta para investigação: como a Robótica Educacional é utilizada nas escolas do Rio Grande do Norte?

Ademais, está construído de forma a responder por quatro objetivos específicos, a saber:

1. Caracterização das escolas que utilizam Robótica Educacional no Rio Grande do Norte.

Nessa seção procuramos discutir a caracterização das escolas de acordo com a rede de ensino, a cidade onde se localiza, sua infraestrutura de RE e seu corpo docente;

2. Identificação de como a Robótica Educacional é aplicada ao processo de ensino-aprendizagem das escolas.

Nessa seção buscamos identificar aspectos de utilização da Robótica Educacional no ensino-aprendizagem;

3. Confirmação das contribuições da Robótica Educacional para o ensino-aprendizagem.

Nessa seção mapeamos a percepção dos professores sobre as contribuições ou benefícios atribuídos à Robótica Educacional;

4. Mapeamento das plataformas de robótica utilizadas nas escolas e aspectos relacionados às necessidades e dificuldades para implantação da Robótica Educacional.

Nessa seção buscamos apontar as plataformas robóticas utilizadas nas escolas e a opinião dos professores a respeito de necessidades e dificuldades para a implementação da Robótica Educacional.

Para a aplicação do questionário, foi utilizada uma versão digital, elaborada e disponibilizada na internet através do aplicativo Formulários Google, plataforma online que possibilita a sua ampla divulgação através de redes sociais e e-mails, fornecendo também uma análise preliminar dos dados, bem como, permitindo a exportação das informações coletadas para outros softwares que possibilitam estudos mais aprofundados quanto a análises quantitativa ou qualitativa. Esse questionário digital, em sua versão de teste, pode ser acessado através do link <<https://forms.gle/PUrTQcMPETkeifPN7>>.

Quanto à validação, visando o aprimoramento do questionário, fizemos testes aplicando-o em três fases da seguinte forma: na primeira fase ele foi aplicado a pessoas leigas; na segunda fase a professores de robótica e; finalmente, na terceira fase, a acadêmicos. A cada fase, com base nas sugestões, ajustamos o questionário. O Quadro 3 detalha o perfil dos participantes dessas fases.

QUADRO 3 - Perfil dos participantes da validação do questionário

Fases	Qualificação	Respondentes	Formação
I	Leigos em tecnologias	2 homens 2 mulheres	Direito e Administração, Direito e Eng. Química
II	Professores de R.E.	1 homem 1 mulher	Eng. Eletricista / Mestrando Eng. Computação / Doutora
III	Acadêmicos	3 mulheres	Doutorandas sob orientação do Prof. Orientador deste trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Visando garantir aspectos éticos, o questionário não condicionou sua resposta à identificação do respondente e colocou como opcional a identificação das instituições de ensino para resguardar o anonimato dos professores e escolas. Porém, observamos que a grande maioria dos respondentes optaram por informar os nomes reais das escolas e se identificarem informando o e-mail particular no sentido de obterem os resultados finais da pesquisa.

Segundo Contandriopoulos (1999), o anonimato não permite que o pesquisador identifique o indivíduo respondente. Já a confidencialidade, apesar de estabelecer a relação entre os dados e o respondente, o pesquisador assume o compromisso de não revelar tal ligação. Assim, garantiu-se o anonimato dos respondentes e a confidencialidade das informações coletadas sobre as instituições de ensino.

Já no tocante a forma de abordagem do problema, apesar da predominância da análise qualitativa para buscar a compreensão sobre o assunto, também foram recolhidos dados quantificáveis que permitiram análises quantitativas.

Para Strauss e Corbin (1990, *apud* GRAY, 2012, p. 137), “Os estudos qualitativos podem ser usados em circunstâncias em que se conheça relativamente pouco sobre o fenômeno ou para obter novas perspectivas sobre questões sobre as quais se sabe muito”. Já Fonseca (2002, *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 33) defende o uso das duas formas de análise [...] “A

utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.” Nessa lógica, nosso trabalho busca não apenas quantificar as informações, mas também analisar qualitativamente de modo a apreender o sentido dado ao uso da robótica educacional pelos professores nas escolas do Estado do RN. O Quadro 4 resume o caminho metodológico utilizado nessa pesquisa.

QUADRO 4 - Resumo das opções metodológicas

Classificação quanto aos objetivos específicos	Pesquisa Exploratória
Classificação quanto ao delineamento	Pesquisa Bibliográfica
Classificação quanto à abordagem	Pesquisa Quantitativa-qualitativa
Técnica de coleta de dados	Questionário
Técnica de análise de dados	Técnicas de análise de dados Qualitativa Técnicas de análise de dados Quantitativa

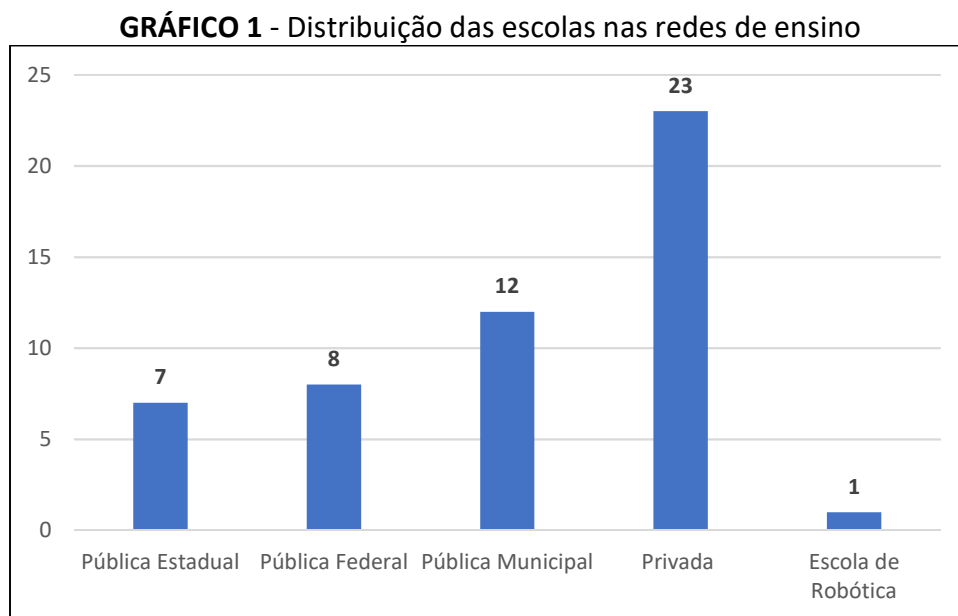
Fonte: Adaptado de Ponte *et al* (2018)

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando que o objetivo do trabalho é obter uma visão da utilização dos recursos da robótica como instrumento pedagógico nas escolas do Rio Grande do Norte, seja no âmbito das escolas públicas estaduais, federais e municipais, bem como das escolas privadas; considerando, também, que conforme a metodologia aplicada, obtivemos uma amostra através de questionário respondido por 24 professores que atuam com a Robótica Educacional nessas redes de ensino, apresentamos nossa análise, por subseções, de acordo com os objetivos específicos estabelecidos nesse trabalho.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ESCOLAS PESQUISADAS NO RIO GRANDE DO NORTE

Nessa seção apresentaremos a caracterização das escolas participantes do estudo. Para preservar a privacidade das escolas, optamos por classificá-las de acordo com a rede de ensino a qual pertencem, sem divulgar os nomes das instituições. Ao responder a pesquisa, os participantes indicaram a utilização da Robótica Educacional nas escolas, distribuídas em redes de ensino, conforme o Gráfico 1.

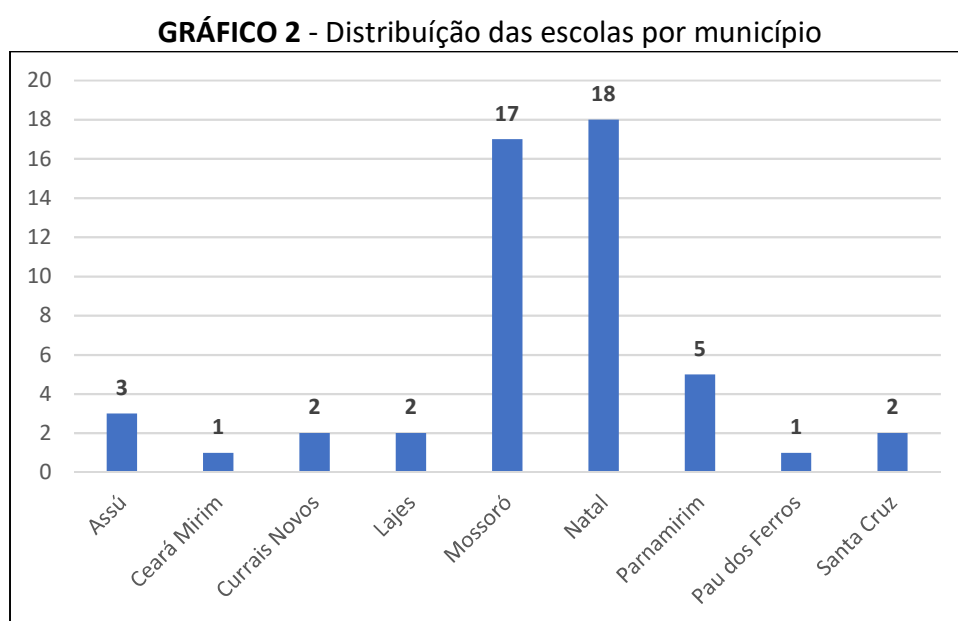


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Os 24 participantes da pesquisa indicaram 51 escolas onde fazem uso da robótica em sua prática pedagógica. Essas escolas estão distribuídas em todas as redes de ensino do RN e suas representatividades em cada rede de ensino foram de 13,72% para a rede de ensino

estadual, 15,68% para a rede federal, 23,52% para a rede municipal e 45,09% para a rede privada. Percebemos também que dos 24 professores que participaram da pesquisa, 29,16% possuem experiência em escolas da rede estadual, 33,33% em escolas da rede federal, 50% em escolas da rede municipal e 95,83% em escolas da rede privada. Essa distribuição nos deixou confiantes quanto a obtenção de um retrato consistente sobre a realidade da utilização desse instrumento pedagógico no âmbito da educação no estado do Rio Grande do Norte.

Ainda, na busca pela caracterização dessas instituições de ensino, apresentamos no Gráfico 2 o número de escolas que utilizam a RE distribuídas por município.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Percebemos que apenas 9 dos 167 municípios do RN foram citados na pesquisa e que a maior concentração das escolas acontece na Grande Natal, representada pelos municípios de Natal, Ceará Mirim e Parnamirim, e em Mossoró, que é a segunda cidade mais desenvolvida do estado. Só nessas duas regiões do estado estão localizadas 41 das 51 escolas indicadas e isso corresponde a 80,39% de concentração.

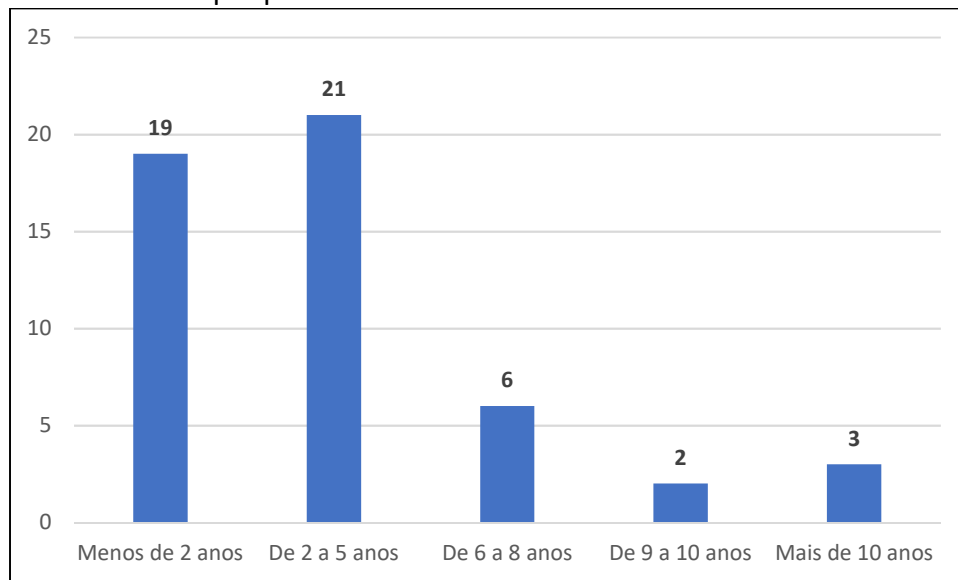
Quanto as demais cidades, observamos que em Currais Novos, Pau dos Ferros e Santa Cruz o uso da Robótica Educacional se deve a presença dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do RN (IFRN) que, além de utilizarem essa tecnologia em seu fazer pedagógico, mantém projetos de extensão em escolas públicas estaduais nas cidades de

Currais Novos e Santa Cruz. Já a cidade de Assu, contrariando esse contexto, apresentou o uso da robótica em 3 escolas da rede privada.

Notamos que o cenário mostrado pela pesquisa, além de apontar para uma maior inserção da Robótica Educacional nas escolas privadas (Figura 24), também mostra que essa tecnologia se apresenta com maior ênfase nas escolas das cidades de maior poder econômico, na Grande Natal e Mossoró.

Sobre o tempo de utilização da Robótica Educacional nas escolas, obtivemos o mapeamento ilustrado a seguir no Gráfico 3.

GRÁFICO 3 - Tempo que as escolas utilizam recursos da Robótica Educacional

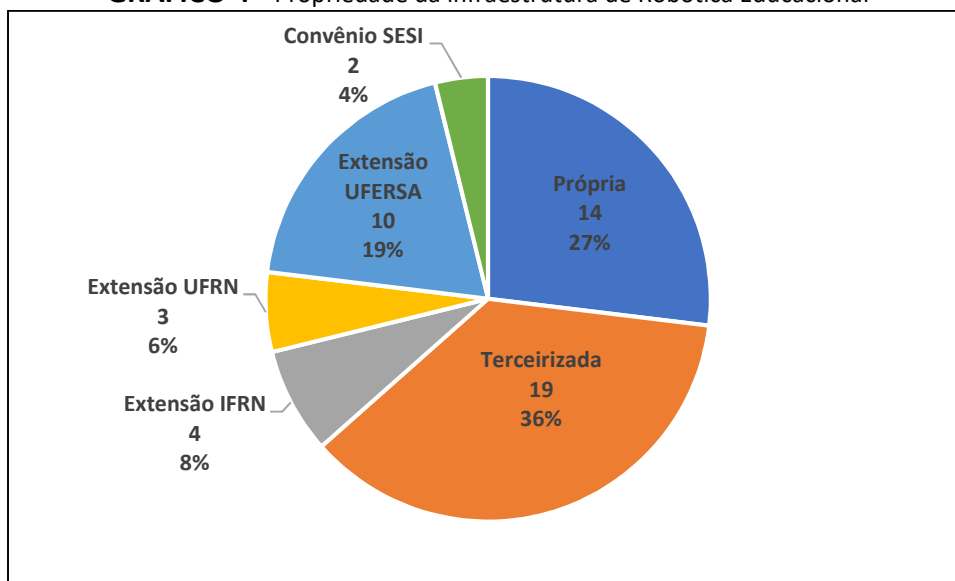


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A análise desse resultado mostra que a robótica é uma TIC que ainda está em fase de inserção nos projetos pedagógicos das escolas do RN, pois 78,43% das escolas citadas na pesquisa utilizam essa tecnologia há menos de 5 anos.

A respeito da propriedade das infraestruturas dos laboratórios utilizadas nas escolas, as respostas obtidas foram tabuladas conforme o Gráfico 4.

GRÁFICO 4 - Propriedade da infraestrutura de Robótica Educacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Dessa forma, as infraestruturas utilizadas pelas escolas se apresentam através de 17 projetos de extensão (10 escolas com a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, 4 com o IFRN e 3 com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN), 2 escolas por convênios com o Serviço Social da Indústria – SESI, 14 com suas próprias infraestruturas e 19 usando infraestruturas terceirizadas. Para clarificar, faz-se necessário relacionarmos as infraestruturas utilizadas pelas escolas de acordo com as redes de ensino, conforme ilustrado no Quadro 5.

QUADRO 5 - Propriedade da infraestrutura de Robótica Educacional

	Extensão IFRN	Extensão UFRN	Extensão UFRSA	Própria	Terceirizada	Convênio SESI
Estadual	3	1	2	1		1
Federal				8		
Municipal	1	2	8			1
Privada				5	19	

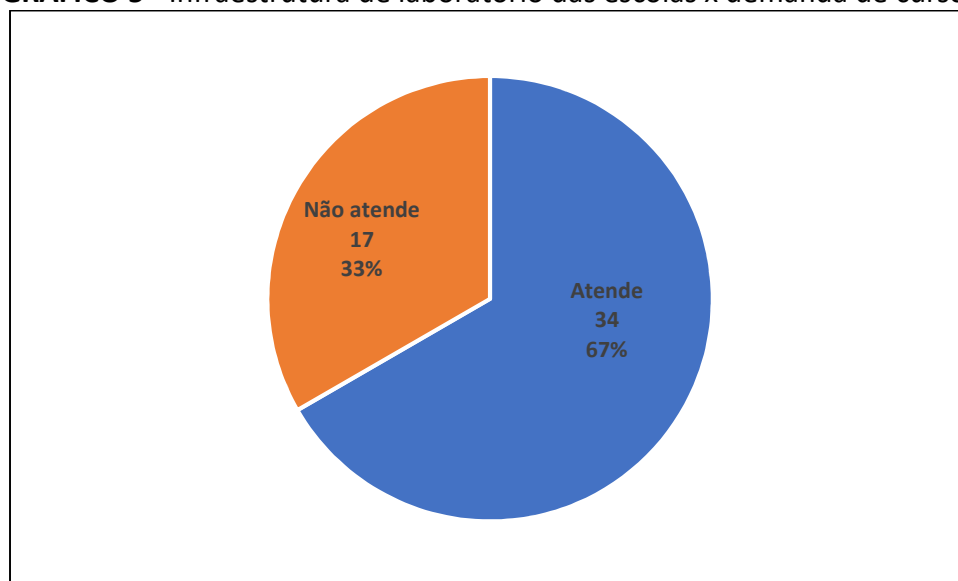
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Verificamos que, quanto às instituições de ensino públicas, as federais são as únicas que possuem infraestrutura própria, enquanto as estaduais e municipais têm acesso à Robótica Educacional através de projetos de extensão com a UFRN, com a UFRSA, com o IFRN ou através de convênio com o SESI. Saiu desse contexto apenas 1 escola pública estadual que possui infraestrutura própria. Também verificamos que as escolas privadas têm a política de

terceirizar ou manter parcerias com escolas especializadas em robótica para oferecer essa tecnologia de aprendizagem aos seus alunos. Esses dados corroboram a tese de que a utilização da Robótica Educacional no RN está intimamente ligada ao poder aquisitivo da população.

Quanto a capacidade da infraestrutura de laboratório da escola atender as demandas curriculares ou extracurriculares, as opiniões dos respondentes estão apresentadas no Gráfico 5.

GRÁFICO 5 - Infraestrutura de laboratório das escolas x demanda de cursos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Vemos que para 67% dos professores a infraestrutura das escolas atende as demandas dos cursos. Os principais comentários sobre as escolas nas quais a infraestrutura não atende as demandas foram: a insuficiência de plataformas robóticas; o espaço físico inadequado; e as dificuldades para adquirir novos materiais e a reposição de peças. Isso, segundo os respondentes, traz como consequência a limitação da oferta do número de alunos por turma.

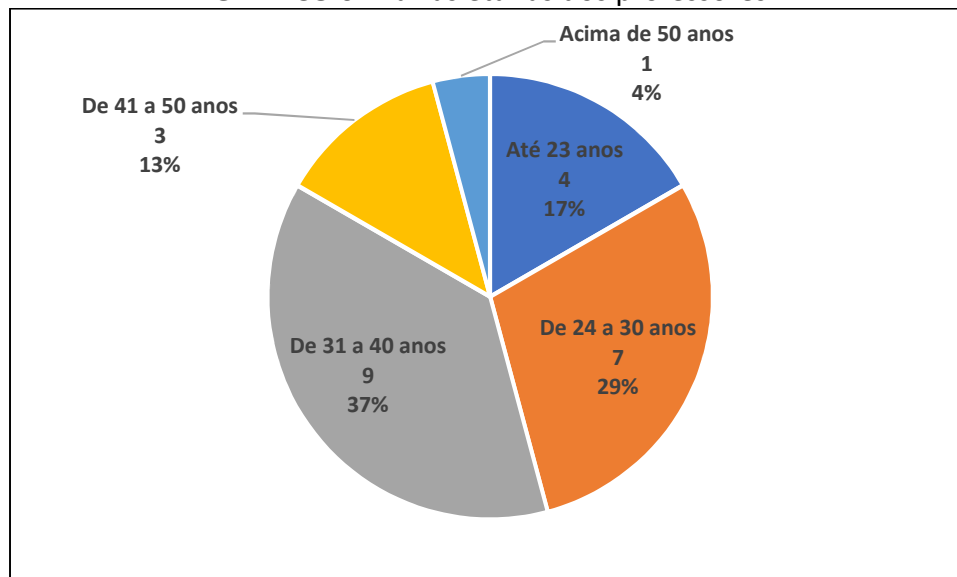
Sobre o perfil dos professores das escolas pesquisadas, analisamos quanto ao sexo, a faixa etária, a formação profissional, a titulação acadêmica e tempo que utilizam a Robótica Educacional.

Nesse contexto, observamos que, quanto ao sexo, o público de respondentes teve a participação de 20 homens e 4 mulheres, respectivamente 83,3% e 16,7% de representatividade.

Em relação a faixa etária dos professores, mostramos a distribuição através da Gráfico

6.

GRÁFICO 6 - Faixas etárias dos professores

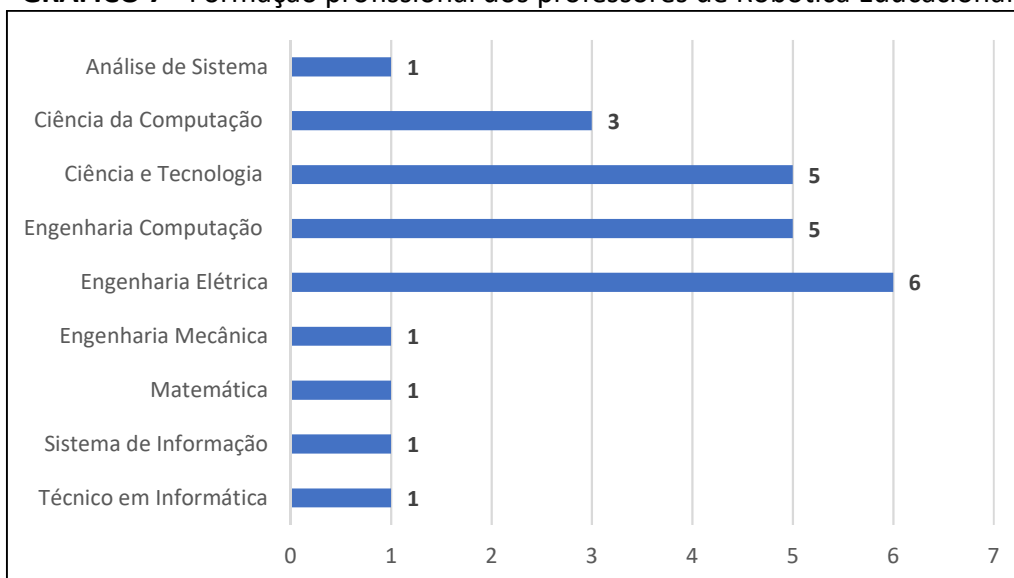


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Verificamos que 17% dos professores são jovens de até 23 anos, 29% estão na faixa de 24 a 30 anos, 37% na faixa de 31 a 40 anos, 13% na faixa de 41 a 50 anos e 4% acima de 50 anos.

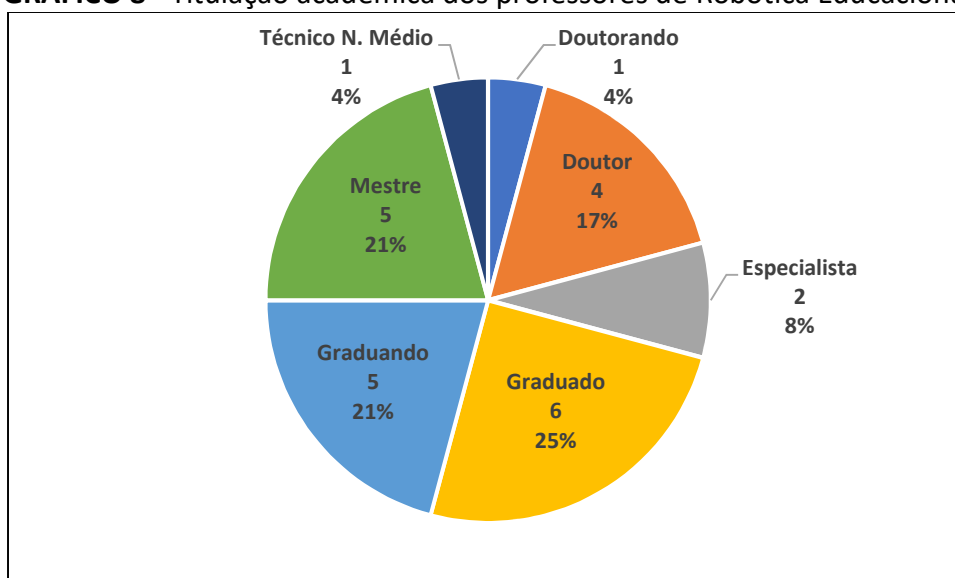
Já ao questionarmos sobre a formação profissional e titulação acadêmica dos professores, tivemos os dados formatados conforme as Gráficos 7 e 8, respectivamente.

GRÁFICO 7 - Formação profissional dos professores de Robótica Educacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

GRÁFICO 8 - Titulação acadêmica dos professores de Robótica Educacional



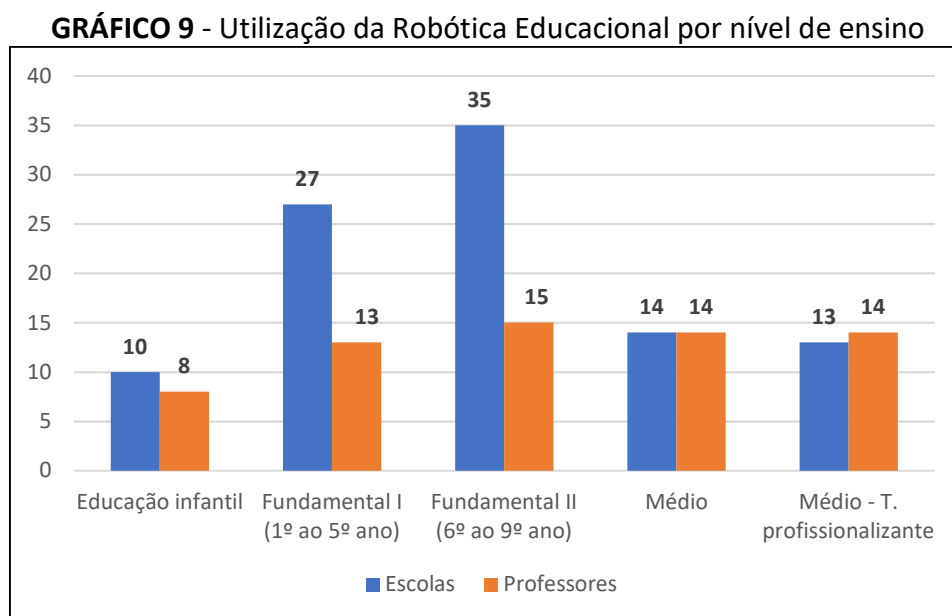
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Percebemos que os dados apontam para um perfil de professor com formação nas áreas das ciências exatas e engenharia, com destacada concentração para os cursos de engenharia elétrica, engenharia de computação e ciência e tecnologia. Também ressaltamos a busca desses profissionais pela qualificação, visto que 50% é pós-graduado. Ainda, podemos notar que os professores participantes, em sua grande maioria, atuam como professores regentes e auxiliam professores das disciplinas curriculares no processo de utilização da RE.

De modo geral, os dados apresentados possibilitaram observar a configuração da utilização da Robótica Educacional nas escolas do Estado do RN. E nesse sentido, se configurou que essa TIC está presente em todas as redes de ensino, se concentrando nos municípios de Natal, Mossoró, Assú, Currais Novos, Santa Cruz, Ceará Mirim e Pau dos Ferros. Também observamos que nas escolas das redes de ensino municipal e estadual, a aplicação da RE acontece através de projetos de extensão relacionados as universidades, quais sejam: UFRN, IFRN e UFERSA. Quanto ao uso da robótica, identificamos que algumas escolas passam por dificuldade devido a infraestrutura de laboratórios ou relacionada a reposição componentes das plataformas.

4.2 COMO A ROBÓTICA É APLICADA AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Nessa seção discutiremos a aplicação da robótica nas escolas pesquisadas. Sobre a aplicação da RE no processo de ensino-aprendizagem, apresentamos no Gráfico 9 como esse instrumento de ensino é utilizado por nível de ensino pelas escolas e pelos professores, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Notamos que há uma destacada utilização da robótica pelas escolas nos níveis fundamentais I e II em comparação com os níveis médios e com maior ênfase ainda quando comparado ao ensino na educação infantil. Isso vai de encontro a uma questão importante

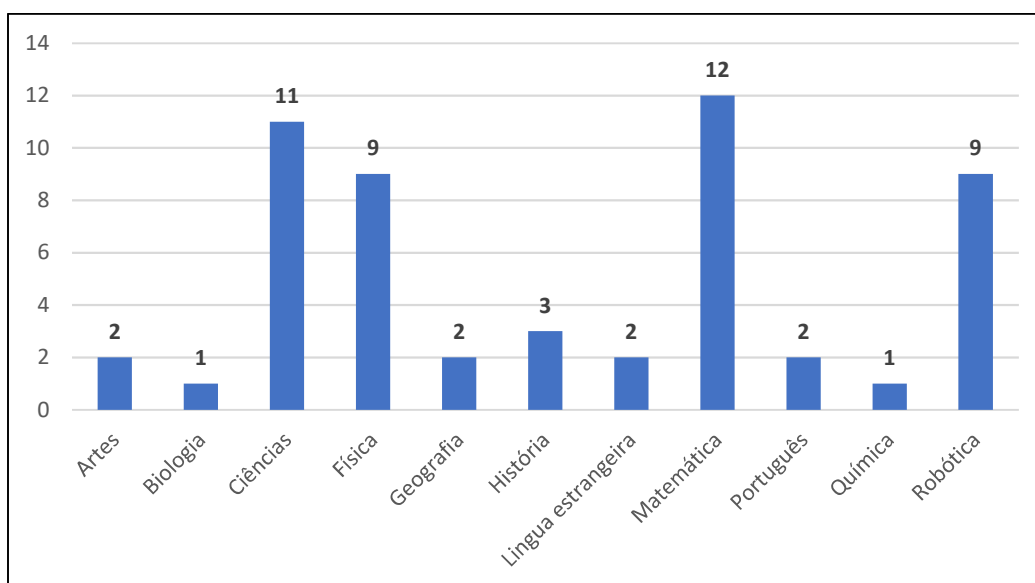
que é a relevância da utilização da robótica na educação infantil, conforme discutido por Silva (2009).

Quanto a utilização da RE por parte dos professores, observamos estar equalizada entre os níveis de ensino, e isso aponta que a atuação dos professores com a robótica está distribuída pelos vários níveis de ensino das escolas. Também observamos a menor atuação dos professores na educação infantil, o que corrobora a menor ênfase na utilização dessa TIC nesse nível de ensino pelas escolas pesquisadas.

Quando questionamos se a robótica faz parte do projeto pedagógico das escolas e se é utilizada em disciplinas curriculares, observamos que 39,21%, 20 das 51 escolas, se enquadram nesse perfil. Dessas, 17 escolas pertencem à rede privada, 2 à rede estadual e 1 à rede municipal.

As disciplinas curriculares nas quais a robótica é utilizada como instrumento pedagógico aparecem distribuídas como mostrado na Gráfico 10.

GRÁFICO 10 - Disciplinas curriculares nas quais se tem o uso da Robótica



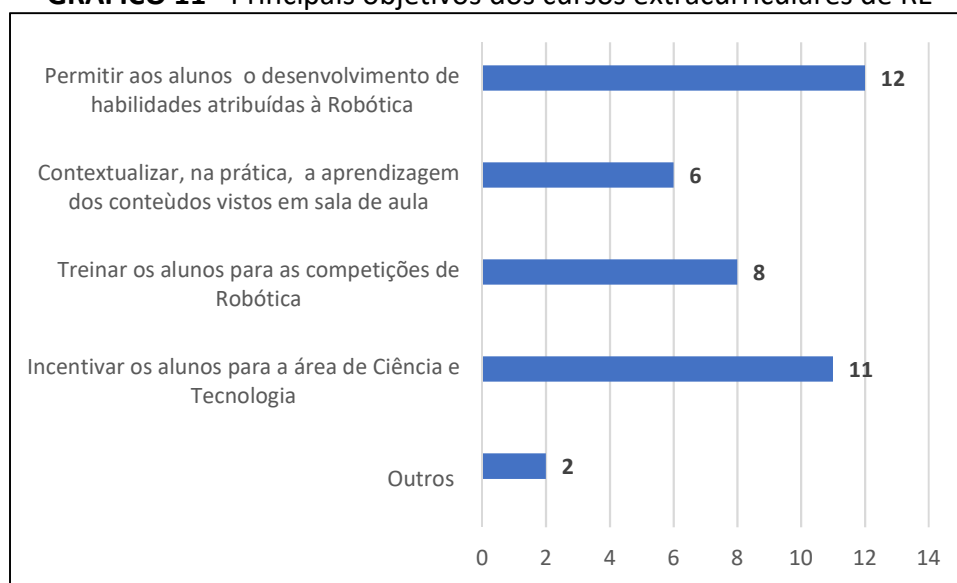
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Notamos que há uma maior utilização da robótica nas disciplinas das ciências, física e matemática além, evidentemente, da própria disciplina robótica inserida no currículo de algumas escolas. As respostas também indicaram que 90% (18) dessas escolas disponibilizam 1 hora/aula semanal para a temática da robótica em seu currículo. As outras 2, uma da rede privada e outra da rede estadual, disponibilizam 2 horas/aula por semana.

Quanto a oferta de cursos extracurriculares de robótica pelas instituições de ensino, observamos que 50% dos respondentes (12) afirmaram haver esse formato de curso de robótica em 64,7% das escolas (33). Dessas, 18 escolas são da rede de ensino privada, 12 são da rede municipal, 2 são da rede estadual e 1 é da rede federal. Para 16 dessas escolas, os cursos extracurriculares são formatados em 2 horas semanais; para 10 escolas em 4 horas semanais; para 7 escolas em 3 horas semanais; e em uma escola é implementado um curso de 8 horas semanais para os integrantes das equipes de competição. A respeito da média de alunos por turma, observamos que varia de acordo com a infraestrutura da escola, entre 8 e 20 alunos por turma.

Sobre os principais objetivos dos cursos extracurriculares, os 12 professores indicaram de acordo com o Gráfico 11.

GRÁFICO 11 - Principais objetivos dos cursos extracurriculares de RE



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observamos que a alternativa “Contextualizar, na prática, a aprendizagem dos conteúdos vistos em sala de aula”, na visão de 50% dos professores (6), não se apresentou como um objetivo maior. Isso aponta para a real desconexão dos cursos extracurriculares com o currículo formal. Já as alternativas “Permitir aos alunos o desenvolvimento de habilidades atribuídas à Robótica” e “Incentivar os alunos para a área de Ciência e Tecnologia”, são objetivos que foram reconhecidos como muito destaque pelos professores, respectivamente

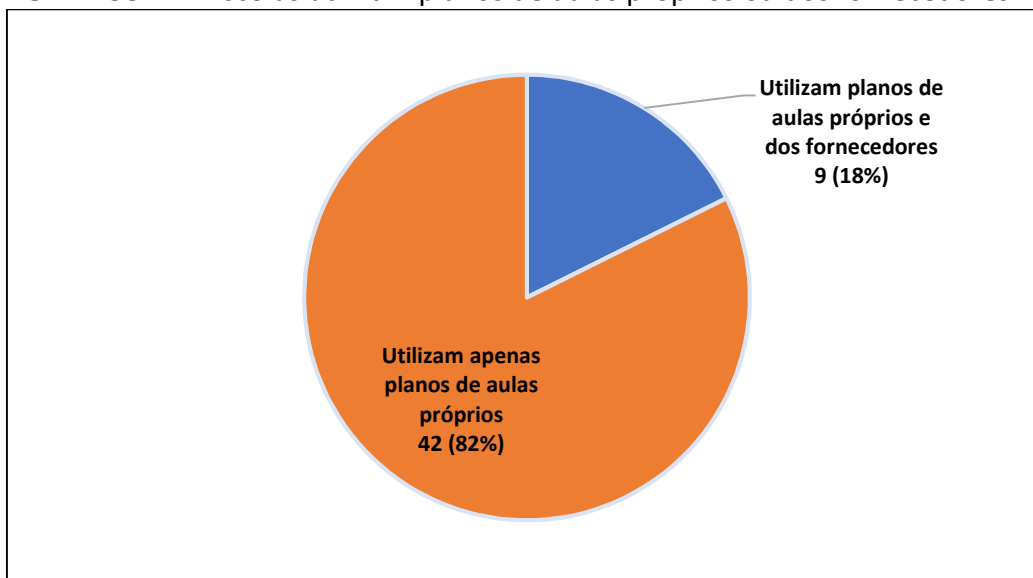
100% e 91,66%. O objetivo “Treinar os alunos para competições de Robótica” esteve presente em 66,66% das respostas, indicando que esse objetivo é tratado com relevância pelas escolas.

Os outros objetivos indicados foram o desenvolvimento de habilidade para construção de projetos científicos e a capacitação para identificar e desenvolver habilidades práticas. Classificamos esses objetivos como habilidades atribuídas à robótica.

Notamos que algumas escolas utilizam a robótica tanto no seu currículo como em cursos extracurriculares. Também verificamos que 9 professores indicaram que em 8 escolas a robótica não estava presente através do currículo e de curso extracurricular. Nessas, a robótica se faz presente para atender projetos de pesquisa e iniciativas próprias dos professores que utilizam essa TIC em aulas de eletricidade, eletrônica e até mesmo em disciplinas curriculares (artes, ciências, português, física, matemática e química).

A respeito do planejamento das aulas, as escolas se comportam conforme mostramos no Gráfico 12.

GRÁFICO 12 - Escolas utilizam planos de aulas próprios ou dos fornecedores



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observamos que 82% dos professores afirmaram que os planos de aulas são desenvolvidos pelas próprias escolas e 18% indicaram que mesclam materiais didáticos dos fornecedores com materiais produzidos pelas escolas. Isso aponta para uma busca de adaptação da robótica ao contexto escolar e ao mundo dos estudantes, tornando essa prática pedagógica mais atrativa como defendido por Valente (1998).

Quanto a participação dos professores em projetos multidisciplinares, 75% dos respondentes, 18 dos 24 professores, indicaram ter vivenciado essa experiência conforme apresentado no Quadro 6.

QUADRO 6 - Disciplinas envolvidas em projetos multidisciplinares com RE

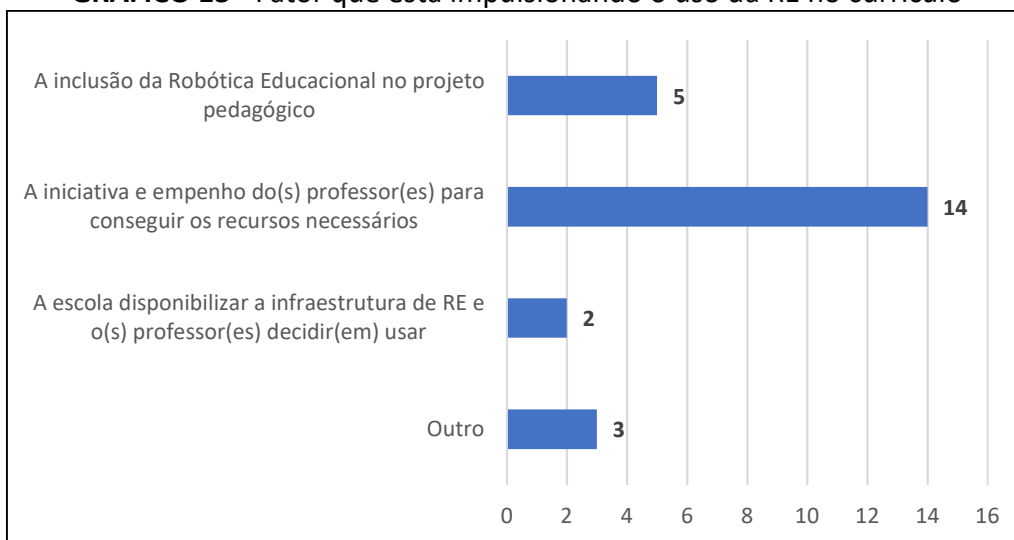
Disciplinas	No. indicações
Circuitos Elétricos e Eletrônica	2
Artes e Física	2
Matemática, Ciências	2
Biologia, Matemática e Física	1
Ciências, Matemática, português	1
Matemática e Física	3
Química, Física, Matemática e Artes	1
Física, Matemática, inglês	2
Artes, Sociologia, Português, Ciências, Eletrônica e Programação	1
Todas disciplinas e Robótica	2
Física, Matemática, Biologia e Química	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Percebemos com as respostas dos professores que a robótica pode ser utilizada para integrar várias combinações de disciplinas em projetos multidisciplinares. Notamos uma maior incidência em projetos que utilizam ciências, matemática e física, mas também que disciplinas como artes, português e inglês já se destacam nessa integração.

Sobre qual o fator que está impulsionando a utilização da robótica nas disciplinas curriculares, a opinião dos respondentes está indicada no Gráfico 13.

GRÁFICO 13 - Fator que está impulsionando o uso da RE no currículo



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para 58,33% dos professores participantes, a utilização da robótica nas disciplinas curriculares vem acontecendo pela iniciativa e empenho dos próprios professores. Já para 20,83%, o que vem alavancando o uso da robótica nas escolas é a sua inclusão através dos projetos pedagógicos. Destacamos o fato de 2 respostas espontâneas apontarem para a relevância das parcerias entre as universidades e as escolas, através de projetos de pesquisa e de extensão, na alavancagem desse processo.

Nesse contexto, percebemos que RE é desenvolvida pelos professores em disciplinas seja na área de exatas, seja na área de humanas. Destacando maior ênfase nas exatas. Nesse sentido, a RE tanto foi apontada como fazendo parte do currículo escolar, como extracurricular, o que nos permite afirmar a flexibilização do uso dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

4.3 PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA

Na presente seção, refletiremos sobre as contribuições da robótica educacional a partir da compreensão dos professores que participaram da pesquisa. Sobre a percepção das contribuições da robótica para o processo de ensino-aprendizagem, todos os professores afirmaram já ter percebido. Deles, 17 professores (70,8%) disseram já ter observado o desenvolvimento de habilidades e competências no processo de ensino-aprendizagem relacionados ao uso da robótica de forma empírica, enquanto 7 professores (29,2%) afirmaram ter percebido através de instrumentos de controle e resultados acadêmicos. Assim,

ancorados em Zilli (2004); Azevedo, Aglaé e Pitta (2010), opinaram sobre as contribuições desenvolvidas através da Robótica Educacional como apresentado no Quadro 7.

QUADRO 7 - Grau de observação das contribuições da RE

Habilidades, competências e melhorias observadas com a utilização da Robótica	Nunca ou Raramente observado	Sempre ou Frequentemente observado	Percentual de observação
Raciocínio lógico, Cooperação, Criatividade e Motivação de alunos e professores		24	100%
Autoconfiança, Comunicação e Melhoria na qualidade do ensino	1	23	96%
Relacionamento social, Autonomia, Associação teoria/prática e Melhoria na produtividade do ensino	2	22	92%
Senso investigativo (pesquisa), Organização e Senso de inovação	2	21	88%
Desenvolvimento cognitivo	4	20	83%
Visão espacial e Elaboração de hipóteses	6	18	75%
Coordenação motora	8	16	67%
Aspectos transdisciplinares (ética, empatia, meio ambiente, saúde, artes)	11	13	54%

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observamos que o desenvolvimento do raciocínio lógico, da cooperação, da criatividade e da motivação dos alunos e professores foram indicados como 100% observados. Assim, entendemos que são benéficos que estão presentes no processo de ensino e aprendizagem utilizando a robótica.

O desenvolvimento da autoconfiança, da comunicação e da qualidade do ensino, indicados com 96% de observação; relacionamento pessoal, autonomia, associação teoria à prática e produtividade do ensino, indicados com 92%; senso investigativo, senso de inovação e organização, indicados com 88%; desenvolvimento cognitivo com 83%, bem como visão

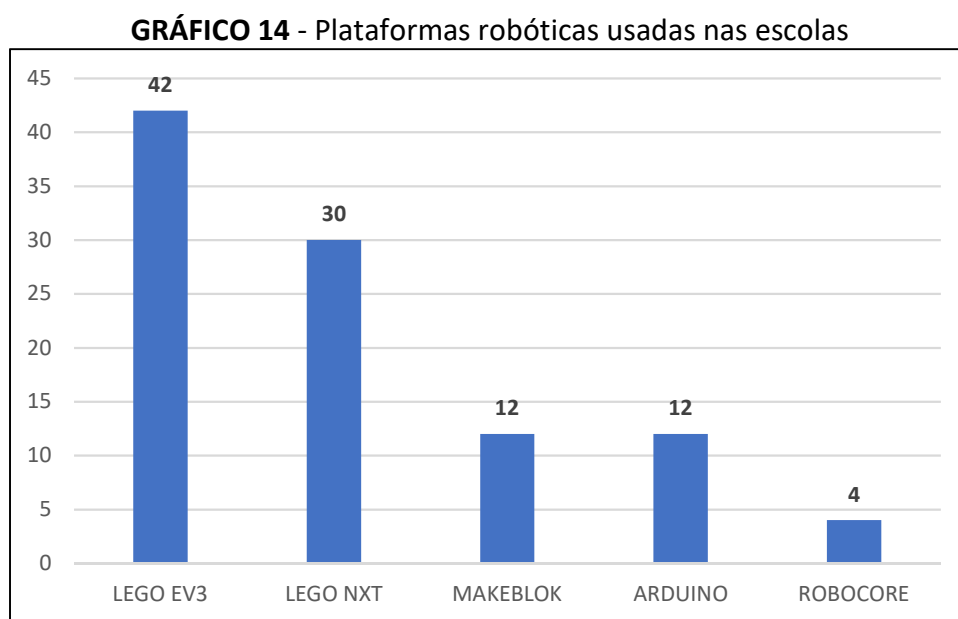
espacial e elaboração de hipóteses com 75%; nos permite concluir que são benefícios reconhecidamente presentes no processo de ensino e aprendizagem com robótica.

Quanto o desenvolvimento da coordenação motora percebido por 67% dos professores e de aspectos transdisciplinares com 54% de percepção, observamos que são benefícios que não se confirmaram para considerável parte dos professores.

Portanto, podemos apreender que a Robótica Educacional contribui de formar diversificada e ampla, em todo o processo educacional dos alunos.

4.4 PLATAFORMAS UTILIZADAS E ASPECTOS RELACIONADOS A IMPLANTAÇÃO DA RE

Sobre às plataformas robóticas utilizadas nas escolas, obtivemos as informações indicadas no Gráfico 14.



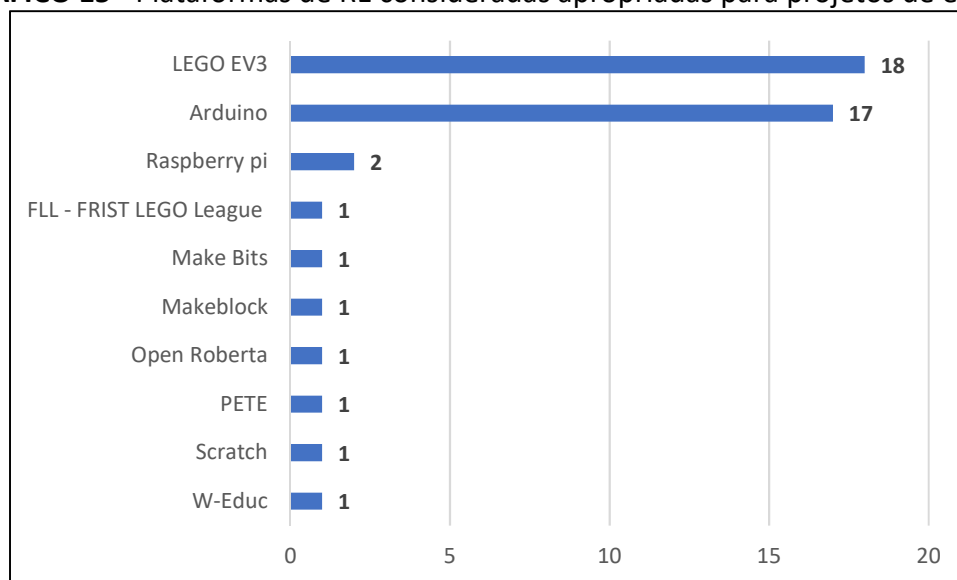
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Verificamos também uma citação para cada uma das plataformas ou *softwares* educacionais denominados Construct, Lynxmotion Robot Kits, Maker Bits (proprietário), PETE, Raspberry, Robix e Scratch.

Observamos que as plataformas LEGO são responsáveis por 94,11% das citações e só não foi citada como utilizada em 3 das 51 escolas (5,88%). Isso caracteriza o domínio mercadológico dessa plataforma apesar do seu elevado custo comparado ao das demais.

Conforme podemos ver no Gráfico 15, a opinião dos professores sobre quais as duas plataformas de robótica consideradas mais apropriadas para os projetos de ensino corroboram com essa observação.

GRÁFICO 15 - Plataformas de RE consideradas apropriadas para projetos de ensino



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para 75% dos professores a plataforma LEGO EV3 está entre as duas tecnologias de Robótica Educacional mais apropriadas para projetos de ensino. Também observamos que as plataformas de Robótica Livre que se utilizam de controladoras baseadas em Arduino e Raspberry Pi⁶, se destacam na preferência dos professores.

Sobre as características das plataformas de robótica consideradas apropriadas para uso pedagógico pelos professores, mapeamos o quadro de características das duas plataformas mais citadas, LEGO EV3 e Arduino, conforme Quadro 8.

⁶ Arduino e Raspberry Pi são sistemas computacionais embarcados, complexos e independentes. São usados na Robótica Livre como elemento controlador. O Arduino é um computador simples que executa apenas um programa por vez. O Raspberry Pi é um computador de uso geral, possui sistema operacional Linux, que pode executar vários programas simultaneamente.

QUADRO 8 - Características das plataformas LEGO EV3 e Arduino

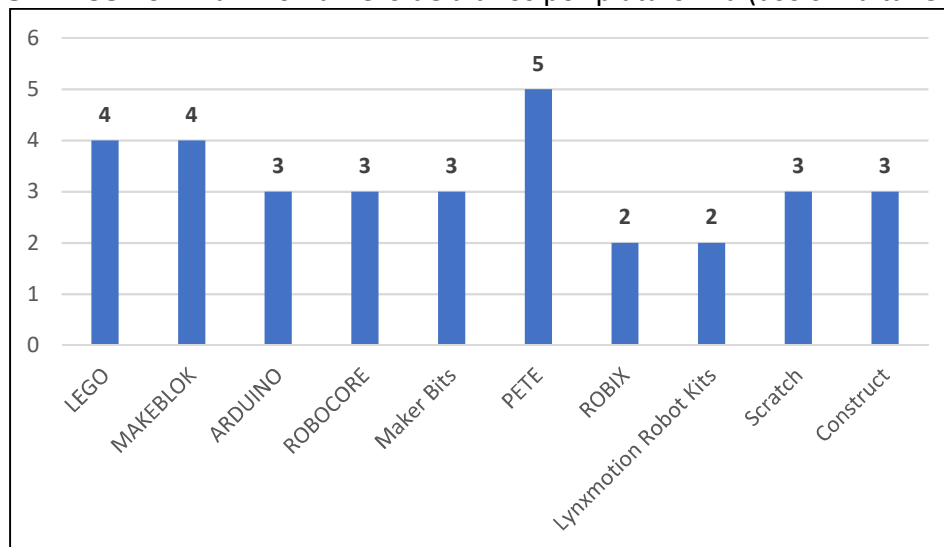
Característica	LEGO	Arduino
Possui software simulador que permita testes durante o desenvolvimento de um projeto sem a necessidade de utilizar o hardware da plataforma.	56%	53%
A Linguagem de Programação fornecida pelo fabricante possui recursos gráficos.	61%	35%
O ambiente de programação permite Linguagem de Programação comercial utilizada em outros artefatos tecnológicos.	44%	76%
O ambiente de programação é disponibilizado para os sistemas operacionais Windows, MAC IOS e Linux.	61%	76%
Fornecer material pedagógico organizado por nível educacional.	39%	29%
Os programas desenvolvidos podem ser portados para hardwares de outros fornecedores.	33%	59%
O pós-venda relacionado a suporte técnico e reclamação é satisfatório.	50%	6%

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Pelos percentuais indicados para as características em cada plataforma, concluímos que não há consenso entre os respondentes. Interpretamos isso como falta de conhecimento aprofundado de grande parte dos respondentes sobre as plataformas. Destacamos que só houve indicação de concordância para a característica de pós-venda na plataforma Arduino e percentual aceitável de concordância para as características de ambiente para essa mesma plataforma.

Quanto ao número máximo de alunos aceitável para utilização simultânea de cada plataforma sem prejuízo didático, sabendo que os dados foram obtidos através de uma questão aberta, consideramos o número máximo nas respostas coincidentes. Assim, tivemos para cada plataforma o panorama indicado no Gráfico 16.

GRÁFICO 16 - Máximo número de alunos por plataforma (uso simultâneo)

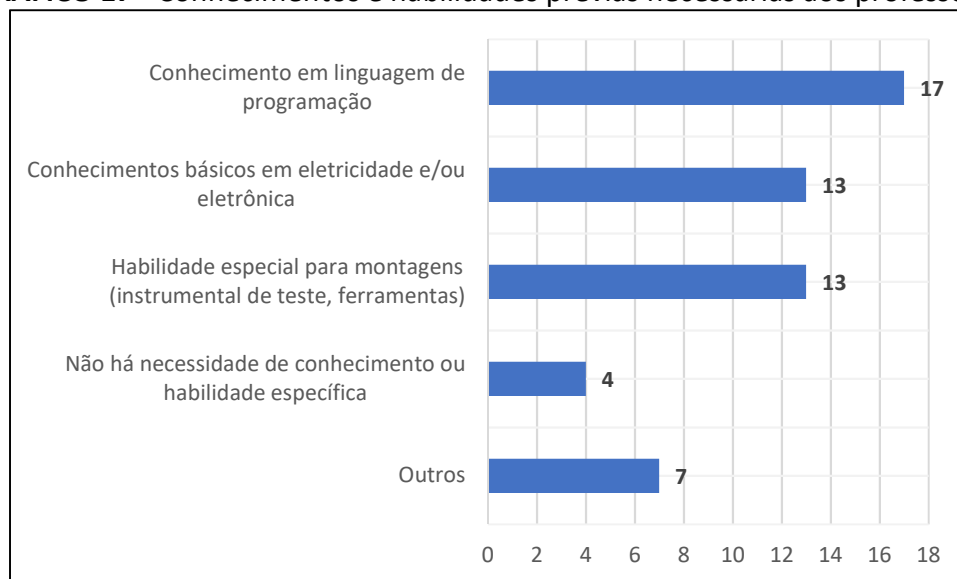


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Concluimos que as plataformas robóticas utilizadas nas escolas permitem o trabalho em equipe favorecendo a socialização defendida por Campos (2011) e Azevedo, Aglaé e Pitta (2010), bem como a cooperação em sala de aula argumentada por Zilli (2004) e Valente (1998).

Sobre a necessidade de os professores terem conhecimentos e habilidades prévias para a utilização da robótica em suas práticas didáticas, os respondentes opinaram de acordo com o mostrado no Gráfico 17.

GRÁFICO 17 - Conhecimentos e habilidades prévias necessárias aos professores



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para 70,83% dos respondentes, o conhecimento em linguagem de programação é essencial para que o professor utilize a robótica em sua prática de sala de aula. Além disso, 54,16% consideram a necessidade de requisitos prévios, como conhecimentos básicos em eletricidade e eletrônica e habilidade para utilização de instrumento de teste e ferramentas nas montagens. Outros requisitos prévios relatados pelos professores estão apresentados no Quadro 9.

QUADRO 9 - Outros requisitos necessários aos professores de RE

Participantes	Outros requisitos necessários aos professores de RE
P6	Conhecimento básico de português, matemática e física, pois nas aulas os alunos aprendem essas disciplinas através da explicação do professor.
P7	Conhecimento sobre o funcionamento de sensores e das peças do kit.
P10	Conhecimentos básicos de logística de programação e criatividade podem ajudar.
P16	Depende da plataforma que se pretende utilizar.
P19	Criatividade é fundamental. No entanto, tendo um material didático explicativo, o professor torna-se um mediador. Lógico, sem este material, o conhecimento sobre linguagem de programação e eletrônica são indispensáveis.
P24	Acredito que o empenho do(a) professor(a) é o mais importante.

Fonte: Elaborado pelo autor 2019

Quanto ao questionamento sobre se havia alguma metodologia de capacitação que possibilitasse a professores com pouca experiência no uso de tecnologias, utilizar a robótica no seu fazer em sala de aula, 11 (43,5%) dos respondentes disseram que sim, e opinaram sobre a forma de enfrentar esse tema conforme relatos que mostrados no Quadro 10.

QUADRO 10 - Metodologias para capacitação de professores em RE

Participantes	Metodologias para capacitação de professores
P2	O desenvolvimento de atividades práticas com o material a ser utilizado, associado a pesquisas referentes ao tema, facilita na aquisição de conhecimento do professor que almeja trabalhar nesse campo de atuação.
P3	Para Arduino utilizar bibliotecas que permitem uma programação mais intuitiva, exemplo: Brasilino
P4	O uso de Plataformas fechadas (já prontas), onde o professor usa a robótica como ferramenta para explicar um assunto específico da sua disciplina.
P6	Por meio de projetos de robótica adequados para cada nível de ensino, instigamos os alunos a questionarem e investigarem os problemas propostos, fazendo com que trabalhem de maneira lúdica, participativa, criativa e colaborativa, em busca de soluções. Dessa maneira, com o auxílio dos professores, eles assimilam e utilizam naturalmente conceitos de diversas áreas, evoluindo assim, cada vez mais, no processo de construção do conhecimento.
P8	Treinamento por professores que lecionam a disciplina de robótica nas escolas.
P9	Leitura e compreensão do material disponibilizado, que será utilizado nas aulas, com um acompanhamento, visando, a manutenção do conhecimento desse profissional.
P10	A formação de professores para uso da Robótica Educacional é um grande desafio. Não há uma receita, mas é fundamental um processo de formação muito bem planejado, que seja dinâmico, lúdico e prático.
P12	Desenvolver competências baseadas na experiência prática dos professores.
P13	A pesquisa no Youtube é uma forma acessível. Já existe EaD de Robótica Educacional e cursos online para professores de Robótica Educacional.
P22	Acredito que através de estimulação e oportunização das instituições para possibilitar o uso da ferramenta de forma mais ampla e assertiva
P23	Curso de Robótica Educacional para professores ofertado pelo Laboratório LAICA – IFRN Natal
P24	Cursos oferecidos por instituições de ensino. Acredito que perder o medo de experimentar a robótica seja o primeiro passo. Definir objetivos, o segundo passo. Acredito que deve existir ou que devemos criar uma familiarização do(a) professor(a) com as possibilidades de usar a robótica, não apenas de forma educacional, para que, daí, ele(a) possa usar sua criatividade juntamente com sua experiência profissional e definir um plano de aula. Buscar orientações com professores de ensino superior ou com colegas com alguma experiência em robótica/tecnologia no geral pode ser bastante útil.

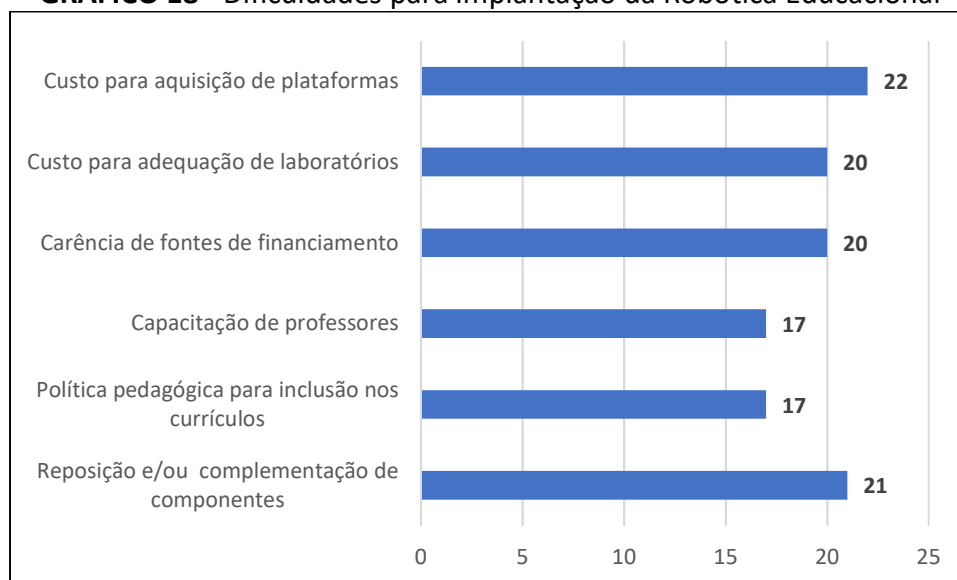
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Analisando as respostas e os comentários coletados, entendemos que os professores que consideram o conhecimento em programação computacional, eletrônica, eletricidade e mecânica como indispensáveis, são aqueles que utilizam a robótica para pesquisa, competições e nos níveis de ensino mais elevados. Podemos perceber essa população bastante presente na pesquisa quando olhamos para as indicações das plataformas de robótica apropriadas para projetos de ensino, Gráfico 15, nas quais as plataformas Arduino e Raspberry Pi aparecem com 19 indicações.

Já os participantes que afirmaram que a robótica pode ser utilizada por professores sem experiência em tecnologia, condicionam essa prática à disponibilidade de plataformas comerciais projetadas para esse propósito educacional e que forneçam manuais orientativos. Para estes, basta que o professor tenha criatividade para associar essa TIC aos seus conteúdos disciplinares e se comportar como mediador conforme afirmado por Valente (1998).

Sobre as dificuldades para implantação da robótica nas escolas, tivemos os posicionamentos mostrados conforme o Gráfico 18 e os comentários conforme relatados no Quadro 11 a seguir.

GRÁFICO 18 - Dificuldades para implantação da Robótica Educacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

QUADRO 11 - Outras dificuldades para implantação da RE

Participantes	Dificuldades para implantação da RE
P10	A falta de uma efetiva política de formação continuada dos professores é a principal.
P11	Política de manutenção do ensino por parte da diretoria da escola e incentivo a participação de professores.
P12	Priorizar a robótica como ferramenta pedagógica.
P14	Custo de aquisição de plataformas é um entrave. Adequação de laboratório também é outro, pois tem montagem de arena de treino e aquisição de insumos.
P19	A resistência dos próprios professores, às vezes pelo medo de não ter respostas para os alunos ou de não conseguir concluir projetos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Observamos que as alternativas estimuladas relativas aos custos, sejam para aquisição de plataformas (91,66%), para adequação de laboratórios (83,33%) ou para a reposição e/ou complementação de componentes (87,5%), tiveram elevado percentual de indicação, o que nos faz perceber que é de fato um sentimento comum aos professores. Isso é reforçado pela indicação da carência de fontes de financiamento por 83,33% dos professores como uma dificuldade para a RE.

Quanto às alternativas da pesquisa sobre a dificuldade para a capacitação de professores e sobre a política para a inclusão da robótica nos currículos, ambas com 70,83% de indicação, os dados confirmam indicações já percebidas ao longo desse trabalho, nesta seção e na seção 4.2.

Finalmente, quando solicitamos aos professores que se posicionassem sobre aspectos negativos do uso da robótica na educação, obtivemos os comentários ilustrados no Quadro 12.

QUADRO 12 - Percepção dos participantes sobre aspectos negativos para o uso da RE.

Participantes	Aspectos negativos da RE
P4, P6, P7,P11	Custo elevado das plataformas e materiais de reposição.
P4	Dificuldade de aceitação por parte de professores das áreas não tecnológicas.
P7	Professores mais antigos não se sentem motivados a utilizar essa tecnologia.
P11	Ausência de políticas públicas de incentivo à aplicação da RE.
P13	Precisa de um bom projeto pedagógico e material de apoio de qualidade. Além disso, condições de laboratório.
P23	Difícil implementação para um grande número de alunos. Necessidade de aporte financeiro para compra ou construção das plataformas, bem como para reposição de peças danificadas

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Diante das respostas elencadas no quadro acima, constatamos as informações já adquiridas de forma estimulada na pesquisa: que os custos da educação com robótica são elevados e que é preciso engajamento das escolas, treinando professores e incluindo a robótica nos seus planos pedagógicos com as devidas adaptações físicas, materiais e de carga horária.

5 CONCLUSÕES

Apresentamos nesse capítulo uma síntese da pesquisa realizada destacando os principais aspectos percebidos de acordo com os objetivos específicos e também apontamos recomendações para trabalhos futuros sobre o tema da Robótica Educacional no âmbito do Rio Grande do Norte.

No presente trabalho, buscamos conhecer como a Robótica Educacional (RE) é utilizada nas escolas do Rio Grande do Norte – Brasil. Inicialmente, mencionamos a forma como as tecnologias da informação e comunicação foram introduzidas na educação e a evolução do uso delas através das teorias de aprendizagem, destacando a construtivista e a construcionista.

A Robótica Educacional atualmente se enquadra na teoria construcionista, que tem como principais características a autonomia do aluno para elaborar projetos que despertem o seu interesse pessoal, de forma colaborativa com os demais e com o acompanhamento ativo de um professor.

Especificamente quanto à robótica na educação, atualmente vislumbramos robôs com sofisticada tecnologia que, unidos com a pedagogia, se tornam um elemento educacional importante, criativo, que mexe com o imaginário e com o senso crítico dos estudantes, desenvolve habilidades e competências de caráter interdisciplinar.

A robótica pedagógica envolve aspectos motivacionais, de colaboração, de autonomia, de construção e reconstrução, preparando o aluno para um mundo cada dia mais dinâmico. Entretanto, cabe destacar que a robótica não deve ser trabalhada como uma disciplina isolada, devendo ser inserida em caráter interdisciplinar, estimulando o pensamento e o comportamento crítico do aluno no seu cotidiano.

Para a concretização da RE, é preciso aderir a uma plataforma robótica, que pode ser comercial, projetada especificamente para o fim educacional, ou de robótica livre, protótipo construído a partir de sucata eletrônica nos ambientes de pesquisa educacional.

O percurso metodológico seguido foi iniciado a partir de pesquisas bibliográficas, visando subsidiar o conhecimento sobre o tema. Prosseguindo, foi elaborado e aplicado questionário para explorar a realidade do objeto de pesquisa, pois ele foi respondido por 24 profissionais que pertencem ao universo da robótica educativa nas escolas do Estado do Rio Grande do Norte.

No referido questionário foram abordadas demandas quantitativas e qualitativas sobre as aplicações didáticas e pedagógicas, a usabilidade, as contribuições, a população de educadores, os principais *hardwares* e *softwares* utilizados na Robótica Educacional, entre outros dados que nos possibilitaram traduzir os propósitos específicos do presente trabalho.

Analisando as informações coletadas, tendo como norte os objetivos específicos definidos para a pesquisa, passamos a relacionar os principais aspectos observados para caracterizar as escolas do RN que usam Robótica Educacional, identificar como o método é aplicado, delinear as percepções dos professores da área sobre as contribuições e as dificuldades no ensino com robótica e mapear quais são as plataformas por eles utilizadas.

Foi possível observar que a robótica já está presente em escolas que pertencem às redes públicas, seja municipal, estadual ou federal, e privadas de ensino. Porém, a grande concentração dessas escolas está localizada nos maiores centros urbanos do Rio Grande do Norte, Grande Natal e Mossoró. Isso nos permite concluir que o ensino da robótica está diretamente ligado geograficamente aos maiores centros urbanos, onde há facilidade de acesso à tecnologia.

Observamos, ainda, que nas escolas das redes públicas municipal e estadual o modelo de implementação da Robótica Educacional que se destaca é através de projetos de extensão com universidades e institutos federais de ensino tecnológico. Portanto, é possível apreender que não há investimento dos agentes públicos na educação do RN para implantar a robótica nos projetos pedagógicos, ficando essa iniciativa restrita a ações isoladas dos gestores das escolas e dos próprios professores.

Nas redes de escolas privadas, notamos que é imperativo o estabelecimento de parcerias ou prestação de serviços firmadas entre as instituições de ensino e escolas especializadas no ensino da robótica. Já nas instituições de ensino da rede federal, escolas do nível médio profissionalizante e superior, a utilização da robótica se dá com maior ênfase para a realização de projetos de pesquisa e de extensão, além de ser utilizado por iniciativa de professores em suas práticas de sala de aula, mais notadamente em disciplinas relacionadas a física, matemática, eletricidade e eletrônica.

Sobre a inserção da robótica no projeto pedagógico das escolas e a sua aplicação junto as disciplinas curriculares, verificamos que essa prática ocorre em 20 das 51 escolas citadas

na pesquisa, das quais 17 são das redes privadas. Já a robótica como curso extracurricular, 33 escolas, das quais 18 são das redes privadas de ensino, possuem essa modalidade.

Ademais, quanto ao tempo de utilização da RE nas escolas pesquisadas, vislumbramos que a maior parte implementou a TIC há menos de 5 anos, o que demonstra ser para elas um instrumento de ensino ainda embrionário.

Quanto aos laboratórios, as infraestruturas das escolas pesquisadas geralmente atendem à demanda dos professores e alunos. As escolas que não possuem uma adequada estrutura laboratorial carecem de um espaço físico adequado, agilidade na reposição de componentes e maior número de plataformas. Apesar de ser possível o uso compartilhado das plataformas, os professores participantes indicaram como aceitável para a LEGO e Arduino (as mais utilizadas nas escolas do RN), 4 e 3 alunos, respectivamente. Como consequência, as turmas acabam sendo limitadas quanto ao número de alunos.

Pelas informações apresentadas até então, concluímos que a utilização da Robótica Educacional no Rio Grande do Norte está intimamente relacionada com o poder econômico da sociedade, pois sua maior presença acontece nas redes das escolas privadas ou nas escolas públicas através de projetos de extensão das universidades ou institutos federais, e sempre nos maiores centros urbanos nos quais há um maior poder aquisitivo da população e onde se localizam estas instituições.

Os professores participantes da pesquisa possuem formação em área de ciências exatas e engenharia, metade deles sendo qualificados com pós-graduação. Apesar disso, alguns se manifestaram nos comentários pela possibilidade de professores de outras áreas, que se consideram leigos em tecnologia, utilizarem a Robótica Educacional em seus projetos pedagógicos através de um treinamento com plataformas desenvolvidas para o ensino.

Outro fato que nos chamou a atenção foi a indicação de pouca utilização da robótica na educação infantil quando comparado aos níveis médios e fundamentais I e II. Baseado na literatura que fundamenta o presente trabalho, tal informação configura uma surpresa negativa, tendo em vista a importância da robótica na infância. Portanto, acreditamos que esse nível de ensino está sendo atendido diretamente pelas escolas especializadas no ensino da robótica, sendo a busca pelo contato das crianças com essa tecnologia uma iniciativa dos pais ou responsáveis e não das escolas, o que configura que a RE ainda não é um instrumento pedagógico consolidado e difundido no RN.

Atualmente, a Robótica Educacional é oferecida dentro da grade curricular das escolas e como um curso extracurricular. Os principais objetivos dos cursos extracurriculares são permitir aos alunos o desenvolvimento de habilidades atribuídas à robótica e incentivá-los a seguir na área de ciência e tecnologia, algumas vezes os treinando para competições de robótica.

Nas escolas que integraram a robótica nas disciplinas curriculares, identificamos que o principal fator que impulsiona o uso da tecnologia é a iniciativa dos próprios professores para conseguir os recursos necessários, destacando-se nesse contexto a relevância das parcerias entre as universidades e escolas.

Aprendemos também que as aulas de robótica, sejam nas disciplinas curriculares ou em cursos extracurriculares, utilizam materiais didáticos desenvolvidos pelas próprias escolas que, eventualmente, adaptam os materiais propostos pelos fornecedores das plataformas ao contexto sociocultural dos estudantes. Isso vai ao encontro da busca por um ambiente de ensino mais interessante e atrativo para alunos e professores.

Nesse contexto, também se observa que a robótica proporciona várias possibilidades de uso de forma multidisciplinar que na pesquisa se apresenta com maior intensidade nas disciplinas de ciências, matemática e física, mas também com destaque para artes, português e inglês.

Quanto a percepção dos professores sobre as contribuições da robótica para a aprendizagem dos estudantes, para os participantes da pesquisa, a robótica fomenta o desenvolvimento do aluno em sua plenitude, ajudando-o na sua formação cultural e relacionamento social, bem como tornando-o um cidadão mais autônomo, organizado, cooperativo, inovador, ético e empático. Todos os participantes afirmaram que já as perceberam em suas práticas pedagógicas, alguns de forma empírica, outros através de instrumentos de controle e resultados escolares, os benefícios da robótica.

Os professores também reconheceram a potencialidade da Robótica Educacional para desenvolver o raciocínio lógico, a associação da teoria com a prática e o senso investigativo para desenvolver pesquisas entre outras contribuições atribuídas a essa TIC quando aplicada à educação. Assim, fica demonstrado que a Robótica Educacional contribui de diversas formas em todas as fases do processo aprendizagem.

Ao questionarmos sobre quais as plataformas robóticas são utilizadas nas escolas percebemos que há uma superioridade incontestável de utilização das plataformas LEGO. O porquê disso se confirmou quando perguntamos quais as duas plataformas robóticas mais apropriadas para se aplicar a projetos de ensino. Para os professores, são as plataformas LEGO e as plataformas de Robótica Livre que utilizam controladoras baseadas em Arduino ou Raspberry Pi.

Atribuímos a indicação das plataformas LEGO ao fato desse fornecedor ter desenvolvido uma metodologia que utiliza blocos de montar para a construção do robô e com pontes (sensores, motores, etc.) encaixáveis, além de fornecer manuais orientativos que permitem aos professores e alunos, sem habilidades técnicas e maior conhecimento em tecnologias, a utilização da Robótica Educativa nas escolas. Já as plataformas de Robótica Livre são atrativas face ao baixo custo dos componentes e peças que podem ser reaproveitadas de equipamentos eletrônicos obsoletos (sucatas) e têm nos controladores Arduino ou Raspberry Pi, também de baixo custo, grande potencial para desenvolvimento de projetos que visem a resolução de problemas com consideráveis complexidades de implementação.

Quando questionado sobre as características das plataformas LEGO e Arduino, a pesquisa foi inconclusiva, pois apresentou respostas com consideráveis percentuais contraditórios. A situação leva a crer que há falta de conhecimento aprofundado sobre as plataformas e suas possibilidades. Portanto, o tema deve ser objeto de estudo específico ou considerado em investigações futuras sobre a Robótica Educacional.

Quanto aos conhecimentos e habilidades prévias que os professores devem ter para utilizarem a robótica em suas práticas didáticas, aprendemos que conhecimentos em linguagem de programação, eletricidade, eletrônica e habilidade para montagens serão fundamentais para a utilização de plataformas de Robótica Livre que também exigirão maior criatividade. Já para aqueles que possam usar plataformas didáticas desenvolvidas especialmente para ambientes educacionais, como as soluções da LEGO, não há necessidade de conhecimento ou habilidade específica e, inclusive, podemos aprender conceitos básicos de programação através dessas plataformas.

Por fim, procuramos saber sobre as dificuldades para a implementação da robótica nas escolas do Rio Grande do Norte e confirmamos que as principais são: aspectos relacionados

aos custos da aquisição das plataformas, instalações e ampliações de laboratórios, reposição de materiais consumíveis (componentes, peças, etc.), bem como a carência de fontes de financiamento para incentivar o aparelhamento tecnológico nas escolas. Também foram ressaltados aspectos como a aversão as novas tecnologias por professores de áreas não tecnológicas e principalmente da inclusão da Robótica Educacional nos projetos pedagógicos das escolas.

O tema Robótica Educacional nas escolas não se esgota no presente trabalho de pesquisa, no qual procuramos apenas conhecer aspectos sobre as escolas e professores que usam essa TIC no âmbito do Rio Grande do Norte, Brasil, bem como responder questões sobre a utilização da tecnologia, destacando as suas contribuições e dificuldades de implementação. Assim, sugerimos que outros trabalhos sejam realizados com a finalidade de complementar esse estudo e promover a análise de outros aspectos relacionados a aplicação da robótica no processo de ensino-aprendizagem, tais como:

- Verificar como está acontecendo a utilização da Robótica Educacional na Educação Infantil das escolas no Rio Grande do Norte;
- Averiguar os benefícios atribuídos à Robótica Educacional para o processo de ensino-aprendizagem;
- Planejar e especificar um projeto para implementação da Robótica Educacional para as escolas públicas do Rio Grande do Norte considerando aspectos pedagógicos; as políticas públicas; a modelagem das aulas (presencial, semipresencial e/ou a distância); as possibilidades de parcerias com as universidades; e possíveis subsídios financeiros para as escolas.

Demonstrado especificamente cada resultado da pesquisa, podemos identificar como a Robótica Educacional é utilizada nas escolas do Rio Grande do Norte, quais são seus pontos positivos no processo de ensino-aprendizagem, quais são as atuais dificuldades para a sua implementação e temas para aprofundamento em futuros trabalhos. Portanto, podemos afirmar que a presente investigação alcançou o seu objetivo de traçar um panorama presente do emprego da tecnologia da robótica nas escolas do RN, exercendo um papel norteador para futuras melhorias e fornecendo dados específicos para os próximos estudos sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Paulo Estevão; DO PRADO, Paulo Sérgio T. Psicologia e Neurociência cognitivas: Alguns avanços recentes e implicações para a educação. **Rev. Interação em Psicologia**, v. 7, n. 2, 2003. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/view/3225>. Acesso em: 03 jul.2019.

AZEVEDO, Samuel; AGLAÉ, Akynara; PITTA, Renata. Minicurso: Introdução a robótica educacional. **62ª Reunião Anual da SBPC**. Natal, 2010. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BARROS, Renata Pitta. **Evolução, avaliação e validação do software roboeduc**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011

BOCCATO, Vera Regina Casari. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

CAMPOS, F. R. **Diálogo Entre Paulo Freire E Seymour Papert: a prática educativa e as tecnologias digitais de informação e comunicação**. 2008. 2018. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Letras, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp115857.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019

CAMPOS, Flavio Rodrigues et al. **Currículo, tecnologias e robótica na educação básica**. 2011. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. Disponível em <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/9619> [GS Search]. Acesso em: 18 mai. 2019.

CAVALCANTI, C. J. de H.; OSTERMANN, F. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Editora Evangraf-UFRGS, 2011.

CÓDIGOFONTE Tecnologia de (a-z). Disponível em: <https://www.codigofonte.com.br/>. Acesso em: 02 ago. 2018.

CONTANDRIOPOULOS, André-Pierre *et al.* **Saber preparar uma pesquisa: definição estrutura financiamento** 3. ed. Rio de Janeiro: Hucitec, Abrasco, 1999.

DE ALMEIDA, Maria Elizabeth B.; DA SILVA, Maria da Graça Moreira. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. **Revista e-curriculum**, v. 7, n. 1, 2011.

DE PÁDUA, Gelson Luiz Daldegan. A epistemologia genética de Jean Piaget. **Revista FACEVV**. 1º Sem., n. 2, p. 22-35, 2009.

FERNANDES, Carla da Costa. **S-educ: Um simulador de ambiente de robótica educacional em plataforma virtual**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

FERNANDES, Carla C.; SÁ, Sarah T.; GONÇALVES, Luiz Marcos G. Uma nova abordagem em robótica educacional utilizando simuladores e kits de robótica livre. *In: III Workshop de Robótica Educacional (WRE)-Fortaleza, CE*. 2012. Disponível em: <http://www.natalnet.br/wre2012/pdf/106567.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2019.

FRAZÃO, D. **Issac Asimov**. ebiografia. Disponível em: https://www.ebiografia.com/isaac_asimov/. Acesso em: 22 ago. 2019.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. Tradução: Roberto Cataldo Costa; revisão: Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso, 2012.

LEGOMINDSTORMS. **Plataforma da legomindstorms**. Disponível em: www.lego.com/pt-br/mindstorms. Acesso em 10 jan. 2019.

LIMA, M. R. **Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no ensino superior**. 2009. 2009. 141 f. Dissertação de Mestrado. Curso de Processos Sócio-Educativos e Práticas Escolares, Departamento de Educação. São João Del-Rei: Universidade Federal de São João Del-Rei, 2009.

MODELIX ROBOTICS. **Plataforma modelix robotics**. Disponível em: www.modelix.com.br. Acesso em: 31 jan. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teoria de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 2014.

MORELATO, L. A.; NASCIMENTO, R. A. O.; D'ABREU, J. V. V.; BORGES, M. A. F. Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. 1(2), 80-96, 2010. Disponível. em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/11/9>. Acesso em: 05 jul. 2019.

OBR. **Olimpíadas Brasileira de Robótica**. Disponível em: <http://www.obr.org.br/o-que-e-a-obr/>. Acesso em: 02 jul. 2019.

PEDROSA, Eurico F. **Simulated environment for robotic soccer agentes**. Dissertação de mestrado. Departamento de Eletrônica, Telecomunicações e Informática. Portugal: Universidade de Aveiro, 2010.

PINTO, Maribel Santos Miranda; OSÓRIO, A. M. Tecnologias e Aprendizagem de Programação em Idade Pré-escolar: Projeto Kids Media Lab. **I Encontro Professores Inovadores com TIC**. Bragança, 2015.

PONTE, Vera Maria Rodrigues et al. **Análise das metodologias e técnicas de pesquisas adotadas nos estudos brasileiros sobre Balanced Scorecard**: um estudo dos artigos publicados no período de 1999 a 2006. Disponível em: <http://www.anpcont.com.br/site/docs/congresso1/03/EPC079.pdf>. Acesso em 16/08/2018.

RIBEIRO, Célia Rosa. **Um Contributo para a Integração de Atividades de Robótica Educativa no Ensino Básico**. 2018. Tese de Doutorado em Ciências da Educação Especialidade em Tecnologia Educativa. Braga: Universidade do Minho, 2018.

ROBOCORE. **Plataforma robocore**. Disponível em: www.robocore.net/tutoriais. Acesso em: 06 fev. 2019.

ROBOTIC INDUSTRIES ASSOCIATION. **Robotic Industries Association**. Disponível em: <https://www.robotics.org/joseph-engelberger/about.cfm>. Acesso em: 22 ago. 2019.

SÁ, Sarah Tomaz L. H-Educ: **Um hardware de baixo custo para a robótica educacional**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal/RN, 2011.

SÁ, Sarah Tomaz L. **W-Educ: Um ambiente web, completo e dinâmico para robótica educacional**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SANTOS, R. P. Vídeo - Skinner, Escolas e Máquina de Ensinar. *In: Física Interessante*. 17 Nov. 2014. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/video-skinner-maquina-de-ensinar.html>. Acesso em: 29 jul. 2019.

SCHONS, C.; PRIMAZ, E.; WIRTH, G. A. P. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem, *In: Anais do I Workshop de Computação da Região Sul*, Florianópolis: UNISUL, 2004.

SIGNIFICADOS. Disponível em: <https://www.significados.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2018.

SILVA, Akynara Aglaê Rodrigues Santos da. **Robótica e educação: uma possibilidade de inserção sócio-digital**. 2010. 120 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação, Centro de Ciências Aplicadas. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciências e Engenharia Elétrica, Centro de Tecnologia. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

SILVA, Bento Duarte da. A inserção das tecnologias de informação e comunicação no currículo: Repercussões e exigências na profissionalidade docente. **Currículo, práticas pedagógicas e identidades**, p. 65-91, 2002.

VALENTE, José Armando. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 2. Ed. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1998.

YANAGUIBASHI, Erika; SÁ, Sarah Tomaz L.; GONÇALVES, Luiz Marcos G. LabsRia: uma proposta de baixo custo para robótica educacional, *In: Anais do VI Workshop de Robótica Educacional*, Uberlândia – MG: UFSCar. 2015.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e práticas**. 2004. 89 f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. SANTA CATARINA: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Inquérito sobre a Utilização da Robótica Educacional (RE) nas Escolas do RN

Este questionário tem por objetivo coletar informações para a realização de uma investigação sobre a Utilização da Robótica nas Escolas do Rio Grande do Norte - Brasil, identificando aspectos de uso, de implementação e as percepções de seus benefícios e potencialidades como instrumento didático e pedagógico.

Trata-se de uma pesquisa de cunho acadêmico referente ao trabalho de Mestrado que estou realizando junto ao Instituto de Educação da Universidade do Minho - Portugal, sendo, portanto, anônimo e com sua confidencialidade assegurada. Dessa forma, caso haja interesse em receber os resultados do trabalho, informe seus contatos na fase de finalização deste instrumento.

Para contribuir, durante a pesquisa, em algum aspecto que considere importante, informe através do e-mail gamalfredo@gmail.com.

Agradeço sua colaboração.

Alfredo Gama de Carvalho Júnior
IFRN – Campus Natal Central

DIMENSÃO 1 - Informações sobre as escolas que utilizam Robótica Educacional

Visando obter informações precisas sobre às ESCOLAS que utilizam ROBÓTICA, este questionário foi elaborado para possibilitar que o professor responda, simultaneamente, sobre sua experiência em até cinco escolas no âmbito do RN.

1.1. Em quais escolas você utiliza ou já utilizou Robótica Educacional (RE)?

Informe até cinco instituições de ensino (opcional) e os municípios onde se localizam.

	Nome da Escola	Município
Escola 1		
Escola 2		
Escola 3		
Escola 4		
Escola 5		

1.2. Informe a qual rede de ensino pertence cada escola:

Marcar, por linha, apenas uma opção. Para a Escola 1 é obrigatória

	Rede de Ensino Pública Estadual	Rede de Ensino Pública Federal	Rede de Ensino Pública Municipal	Rede de Ensino Privada	Escola de Robótica NÃO pertencente à Rede de Ensino
Escola 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.3 A escola utiliza infraestrutura de Robótica:

Marcar, por linha, todas opções que se aplicam. Para a Escola 1 é obrigatória.

	Própria	Através de convênio com outra instituição
Escola 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Se através de convênio, por escola, informe a instituição e o tipo de convênio (projeto de extensão, parceria, fornecimento de serviço, outro):

Formato: Escola (1 até 5): Nome da escola (opcional) / instituição conveniada / tipo de convênio

1.4. Há cerca de quanto tempo a escola utiliza Robótica como instrumento educacional?

Marcar, por linha, apenas uma opção. Para a Escola 1 é obrigatória.

	Há menos de 2 anos	De 2 a 5 anos	De 5 a 8 anos	De 8 a 10 anos	Há mais de 10 anos
Escola 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

DIMENSÃO 2 - Projeto pedagógico

2.1. Em quais níveis de ensino cada escola utiliza Robótica?

Marcar, por linha, todas opções que se aplicam. Para a Escola 1 é obrigatória.

	Educação Infantil	Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano)	Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano)	Ensino Médio	Ensino Médio - Técnico Profissionalizante
Escola 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2. Para cada escola, indique até três plataformas de Robótica utilizadas:

Marcar, por linha, todas opções que se aplicam. Para a Escola 1 é obrigatória.

	LEGO EV3	LEGO NXT	MAKEBLOCK	MODELIX	ROBOCORE	Outras Plataformas comerciais	Outras Plataformas não comerciais Robótica Livre
Escola 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Caso tenha indicado outras, especifique a(s) plataforma(s) indicando a(s) escola(s):

Formato: Plataforma / Escola(s) nrs ou nomes: especificação da plataforma.

2.3. Para cada plataforma indicada na questão 2.2, qual o número máximo de alunos que você considera aceitável para compartilhar, simultaneamente, uma dessas plataformas, sem prejuízo didático?

Plataforma	Número máximo de alunos/plataforma

2.4. Considerando o informado na questão 2.3., para cada ESCOLA, a infraestrutura física e de material dos laboratórios de Robótica atendem as demandas curriculares e/ou extracurriculares?

	Sim	Não
Escola 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escola 5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Espaço para comentários:

Informe se existem dificuldades (a infraestrutura de laboratórios: limita oferta de cursos ou aulas, não acompanha demanda de alunos, exige agendamento para uso etc.)

2.5. Alguma das escolas incluiu em seu projeto pedagógico o uso da Robótica em disciplinas curriculares ou introduziu a disciplina Robótica em seu currículo?

- Sim
 Não

ATENÇÃO! Se NÃO, vá para a questão 2.6.

2.5.1. Por escola, quais disciplinas curriculares utilizam Robótica?

Se uma disciplina não listada, especifique-a em Outra 1 ou Outra 2.

Marcar, por linha, todas que se aplicam.

	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola 4	Escola 5
Artes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biologia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ciências	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Física	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geografia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
História	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lingua estrangeira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matemática	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Português	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Química	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Robótica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra 1:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outra 2:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.5.2. Para cada escola, em média, qual a carga horária semanal das aulas de Robótica relativas às disciplinas curriculares (horas relógio)?

Escola	CH semanal (horas relógio)
Escola 1	
Escola 2	
Escola 3	
Escola 4	
Escola 5	

2.6. Alguma das escolas oferece curso extracurricular de Robótica?

- Sim
 Não

ATENÇÃO! Se NÃO, vá para a Dimensão 3 - Questão 3.1.

2.6.1. Para cada escola, em média, qual a carga horária dos cursos extracurriculares de Robótica (horas relógio)?

Escola	CH total (horas relógio)
Escola 1	
Escola 2	
Escola 3	
Escola 4	
Escola 5	

2.6.2. Para você, quais os principais objetivos dos cursos extracurriculares de Robótica?

Marcar todas que se aplicam.

- Permitir aos alunos o desenvolvimento de habilidades atribuídas à Robótica
- Contextualizar, na prática, a aprendizagem dos conteúdos vistos em sala de aula
- Treinar os alunos para as competições de Robótica
- Incentivar os alunos para a área de Ciência e Tecnologia
- Outros (descrever)

Caso você tenha marcado a opção outros, descreva:

2.6.3. Para cada escola, em média, qual o número de alunos, por turma, nos cursos extracurriculares de Robótica?

Escola	Número médio de alunos por curso
Escola 1	
Escola 2	
Escola 3	
Escola 4	
Escola 5	

DIMENSÃO 3 - Experiência do professor

Esta seção busca obter informações sobre a experiência prática do professor com a utilização da Robótica Educacional (RE)

3.1. Qual a sua faixa etária?

- Até 23 anos
- De 24 a 30 anos
- De 31 a 40 anos
- De 41 a 50 anos
- Acima de 50 anos

3.2. Qual o seu sexo?

- Masculino
- Feminino

3.3. Qual a sua formação/titulação acadêmica:

Concluída ou em andamento (Ex: Engenharia elétrica / Mestrado em mecatrônica)

3.4. Há quantos anos você utiliza os recursos da Robótica?

- Há menos de 2 anos
- De 2 a 5 anos
- De 5 a 8 anos
- De 8 a 10 anos
- Há mais de 10 anos

3.5. Em quais níveis de ensino você utiliza ou já utilizou Robótica?

Marcar todas que se aplicam.

- Educação Infantil
- Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano)
- Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano)
- Ensino Médio
- Ensino Médio - Técnico Profissionalizante

3.6. Quanto ao planejamento das aulas de Robótica em cada escola, você:

Marcar, por linha, todas que se aplicam.

	Segue as propostas de aulas dos fornecedores das plataformas	Desenvolveu plano de aulas próprio
Escola 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escola 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.7. Em quais disciplinas você utiliza ou já utilizou Robótica?

Marcar todas que se aplicam.

- | | |
|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Artes | <input type="checkbox"/> Língua estrangeira |
| <input type="checkbox"/> Biologia | <input type="checkbox"/> Matemática |
| <input type="checkbox"/> Ciências | <input type="checkbox"/> Português |
| <input type="checkbox"/> Física | <input type="checkbox"/> Química |
| <input type="checkbox"/> Geografia | <input type="checkbox"/> Robótica |
| <input type="checkbox"/> História | <input type="checkbox"/> Outras (especifique) _____ |

3.8. Você já participou de algum projeto multidisciplinar utilizando Robótica?

- Sim
 Não

Se sim, envolveu quais disciplinas? _____

3.9. Na sua opinião, a utilização da Robótica em disciplinas curriculares acontece devido:

- A inclusão da Robótica Educacional no projeto pedagógico
 A iniciativa e empenho do(s) professor(es) para conseguir os recursos necessários
 A escola disponibilizar a infraestrutura de RE e o(s) professor(es) decidir(em) usar
 Outro: _____

3.10. Você já observou o desenvolvimento de habilidades e competências na aprendizagem que estivessem relacionadas ao uso da Robótica?

Marcar apenas uma opção.

- Não observei.
 Sim, observei de forma empírica
 Sim, observei através de instrumentos de controle e resultados acadêmicos

3.11. Indique o grau de observação do desenvolvimento de habilidades, competências e melhorias da aprendizagem atribuídas à Robótica:

Marcar, por linha, apenas uma opção.

	Nunca observado.	Raramente observado	Frequentemente observado	Sempre observado
Raciocínio lógico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coordenação motora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relacionamento social	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autonomia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Auto-confiança	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Senso investigativo (pesquisa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Organização	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cooperação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Senso de inovação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aspectos transdisciplinares (ética, meio amb., saúde, artes)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Associação teoria/prática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Criatividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motivação de alunos e professores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento cognitivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visão espacial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elaboração de hipóteses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria na qualidade do ensino	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria na produtividade no ensino	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indique outras habilidades, competências ou melhorias não listadas que você observa e atribui ao uso da Robótica no seu fazer em sala de aula:

3.12. Na sua opinião, para utilizar a Robótica Educacional os professores necessitam de conhecimentos e/ou habilidades prévias, tais como:

- Conhecimentos em linguagem de programação
- Conhecimentos básicos em eletricidade e/ou eletrônica
- Habilidade especial para montagens (instrumental de teste, ferramentas, etc)
- Não há necessidade de conhecimento/habilidade específica
- Outro: _____

Caso haja necessidade prévia, você conhece alguma metodologia de capacitação que facilite o processo de absorção dessas habilidades/competências e possibilite o uso da Robótica Educacional por professores com pouca experiência no uso de tecnologias?

Sim

Não

Descreva a metodologia de capacitação ou opine como esse problema pode ser enfrentado de forma a universalizar o uso da Robótica Educacional.

3.13. Indique algumas dificuldades para implantação da Robótica Educacional.

Marcar, por linha, apenas uma opção.

	Sim	Não
Custo para aquisição de plataformas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Custo para adequação de laboratórios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carência de fontes de financiamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacitação de professores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Política pedagógica para inclusão nos currículos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reposição e/ou complementação de componentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Outras: _____

3.14. Informe até duas plataformas de Robótica que considere as mais apropriadas para projetos de ensino:

	Nome
Plataforma 1	
Plataforma 2	

3.15. Para as afirmações a seguir, indique se são contempladas pelas Plataformas citadas em 3.14.

Marcar, por linha, todas que se aplicam

	Plataforma 1	Plataforma 2
Possui software simulador que permita testes durante o desenvolvimento de um projeto sem a necessidade de utilizar o hardware da plataforma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A Linguagem de Programação fornecida pelo fabricante possui recursos gráficos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O ambiente de programação permite Linguagem de Programação comercial utilizada em outros artefatos tecnológicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O ambiente de programação é disponibilizado para os sistemas operacionais Windows, MAC IOS e Linux.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fornecer material pedagógico organizado por nível educacional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os programas desenvolvidos podem ser portados para hardwares de outros fornecedores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O pós-venda relacionado a suporte técnico e reclamação é satisfatório.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.16. Na sua visão, quais os aspectos negativos da Robótica Educacional?

DIMENSÃO 4 – Finalização

4.1. Quais aspectos/temas você sentiu faltar nesse inquérito?

4.2. Caso você tenha interesse em receber os resultados desse trabalho de pesquisa, informe o contato para envio.

Muito obrigado pela participação!